



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
Design and Installation of Off-Grid Solar Cell System

โดย

นางสาว อมรรัตน์	พินิจเวชการ	5804200011
นาย เมธานันท์	อมรพิพัฒนานนท์	5804200022

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

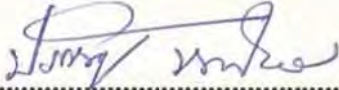
หัวข้อโครงการ : การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
Design and Installation of Off-Grid Solar Cell System

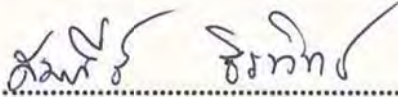
คณะผู้จัดทำ : นางสาว อมรรัตน์ พินิจเวชการ 5804200011
 นาย เมธานันท์ อมรพัฒน์นันท์ 5804200022
ภาควิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ขงยุทธ นารายณ์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาค วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการการสอบโครงงาน

.......... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.ขงยุทธ นารายณ์)

.......... พนักงานที่ปรึกษา
(คุณประพันธ์ หารไชย)

.......... กรรมการกลาง
(อาจารย์คัมภีร์ ชีราวิทย์)

.......... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ.ดร. มารูจ ลิ้มปะวัตนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 10 เดือน กันยายน พ.ศ. 2561

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผศ.ดร.ขงยุทธ นารายณ์

ตามที่คณะผู้จัดทำนางสาว อมรรัตน์ พินิจเวชการ และนาย เมธานันท์ อมรพิพัฒนานนท์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่าง วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรฝึกหัด ณ บริษัท นิวเพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด 451 หมู่ 12 ซ. 18/4 ถ.พุทธมณฑลสาย 3 และได้รับมอบหมายจาก พนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริด” บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว คณะผู้จัดทำจึงขอส่ง รายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวอมรรัตน์ พินิจเวชการ

นายเมธานันท์ อมรพิพัฒนานนท์

นักศึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อโครงการ: การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริด

ชื่อนักศึกษา: นางสาวอมรรัตน์ พินิจเวชการ 5804200011

นายเมธานันท์ อมรพัฒนานนท์ 5804200022

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.ขงยุทธ นารายณ์

ระดับการศึกษา: ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)

ภาควิชา: วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะ: วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา: 3/2560

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริดหรือแบบอิสระ ซึ่งได้ทำการศึกษาและปฏิบัติงาน ณ บริษัท นิวเพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด หลักการทำงานของส่วนประกอบที่ต้องการใช้งานสำหรับระบบ เช่น แผงโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ โซลาร์ชาร์จเจอร์ และ อินเวอร์เตอร์ ถูกนำเสนอไว้อย่างละเอียดเป็นลำดับแรก กระบวนการออกแบบได้แก่ การคำนวณโหลด การคำนวณความต้องการกำลังไฟฟ้า การคำนวณค่าพิกัดโวลต์-แอมป์ของโซลาร์ชาร์จเจอร์ การคำนวณค่าพิกัดแอมป์-ชั่วโมงของแบตเตอรี่ การคำนวณค่าพิกัดกำลังของอินเวอร์เตอร์ การคำนวณค่าพิกัดกำลังของโซลาร์เซลล์ และการคำนวณหาจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์ ตลอดจนการจัดทำรายการวัสดุได้ถูกอธิบายไว้อย่างเป็นระบบ จากนั้น กระบวนการติดตั้งระบบถูกนำเสนอ ในตอนท้าย การตั้งค่าส่วนแสดงผลข้อมูลของระบบโดยใช้เทคโนโลยีเอชเอ็มไอเน็ตซึ่งจัดให้มีการจัดเก็บข้อมูลและการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านการเชื่อมต่อเครือข่ายถูกนำเสนอไว้ในรายงานนี้

คำสำคัญ : โซลาร์เซลล์ / พลังงานแสงอาทิตย์ / ระบบอิสระ / โซลาร์ชาร์จเจอร์

Project Title: Design and Installation of Off-Grid Solar Cell Systems

By: Ms. Amonrat Pinitwatchakarn 5804200011

Mr. Methanan Amornpipattananon 5804200022

Advisor: Asst. Prof. Dr. Yongyuth Naras

Degree: Bachelor of Engineering

Major: Electrical Engineering

Faculty: Engineering

Semester/Academic Year: 3/2017

Abstract

This cooperative education report presents useful experiences on the design and installation of an off-grid or a stand-alone solar cell system, which was studied and practiced at the New Power Systems Company Limited, during the cooperative education program of Siam University. Operating principles of the required components using for the system such as solar panels, battery, solar chargers and inverters are first discussed in detail. Design procedures of the system including estimation, power demand computation, solar charger volt-amp rating computation, battery ampere-hour rating computation, inverter power rating computation, solar cell power rating computation and calculating a number of solar panels, as well, as creating a bill of materials are described systematically. Then, the installation procedure of the system was described. Finally, setting up of the system data monitoring component, based on Ethernet technology, that provides data storage and computer interface over a network connection is presented in this report.

Keywords: Solar Cells / Solar Energy / Off-Grid System / Solar Charger

Approved by
.....

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษากับสถานประกอบการบริษัท นิวเพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด ณ 451 หมู่ 12 ซ. 18/4 ถ.พุทธมณฑลสาย 3 ตั้งแต่วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2561 นั้น ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

คุณประพันธ์ หารไชย ผู้จัดการ โครงการ
ศศ.ดร.ขงยุทธ นารายณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่กรุณาได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการจัดทำรายงานเล่มนี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นางสาวอมรรัตน์ พินิจเวชการ

นายเมธานันท์ อมรพิพัฒนานนท์

วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2561

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนำ	3
2.2 หลักการทำงานของโซล่าเซลล์	3
2.3 ประเภทของโซล่าเซลล์	4
2.4 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานของโซล่าเซลล์	7
2.5 แบตเตอรี่	7
2.6 โซล่าชาร์จคอนโทรล	11
2.7 อินเวอร์เตอร์	14
2.8 ลักษณะการต่อใช้งานโซล่าเซลล์แบบออฟกริด	15
2.9 หลักการติดตั้งโซล่าเซลล์	17
2.10 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์	19
2.11 อุปกรณ์สำหรับต่อวงจรระบบโซล่าเซลล์	21
2.12 การบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์	25
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	28
3.2 สถานที่ออกปฏิบัติงาน	29
3.3 ลักษณะ ประกอบการติดตั้งระบบไฟฟ้าขององค์กร	29
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	29
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	29
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	30
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	32
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติตามโครงการ	
4.1 การออกแบบระบบโซล่าเซลล์แบบออฟกริด	33
4.2 ขั้นตอนการวางแผน	37
4.3 การออกแบบการวางแผง	40
4.4 การจัดทำ BOM (Bill Of Materials)	41
4.5 ติดตั้งโครง Support	42
4.6 การติดตั้งและเดินสายไฟ	46
4.7 ติดตั้งในส่วนตู้เมนและ Circuit Breaker	52
4.8 งานทดลองการทำงานจริง (Trail/Commissioning)	53
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	54
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	54
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ประวัติคณะผู้จัดทำ	

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โซล่าเซลล์	3
รูปที่ 2.2 แผงโซล่าเซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน	4
รูปที่ 2.3 แผงโซล่าเซลล์ชนิดผลึกรวม	5
รูปที่ 2.4 แผงโซล่าเซลล์ชนิดอะมอร์ฟัส	6
รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน	9
รูปที่ 2.6 โซล่าชาร์จคอนโทรล	11
รูปที่ 2.7 โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ PWM	12
รูปที่ 2.8 โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ MPPT	13
รูปที่ 2.9 Inverter	15
รูปที่ 2.10 โซล่าเซลล์ต่อกับโหลดโดยตรง	15
รูปที่ 2.11 โซล่าเซลล์ต่อกับแบตเตอรี่สำรองไฟ	16
รูปที่ 2.12 โซล่าเซลล์ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ	17
รูปที่ 2.13 ติดตั้งโซล่าเซลล์ในบริเวณบ้านเรือน	17
รูปที่ 2.14 ตำแหน่งการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์	18
รูปที่ 2.15 การอับแสงอาทิตย์	18
รูปที่ 2.16 ทิศทางในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์	19
รูปที่ 2.17 สายไฟโซล่าเซลล์	21
รูปที่ 2.18 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector	22
รูปที่ 2.19 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector +	23
รูปที่ 2.20 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector -	23
รูปที่ 2.21 การบีบหัวต่อ	24
รูปที่ 2.22 อุปกรณ์ตัดคอนของระบบโซล่าเซลล์	24
รูปที่ 2.23 การบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์	25
รูปที่ 2.24 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่	27
รูปที่ 3.1 ที่ตั้งสถานประกอบการ	28
รูปที่ 3.2 สถานที่ปฏิบัติงาน	29

รูปที่ 4.1 ระบบโซล่าเซลล์แบบออฟกริด	33
รูปที่ 4.2 แผงโซล่าเซลล์	37

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.3 แบตเตอรี่	38
รูปที่ 4.4 ชาร์จคอนโทรล	39
รูปที่ 4.5 อินเวอร์เตอร์	39
รูปที่ 4.6 การออกแบบการวางแผงโซล่าเซลล์	40
รูปที่ 4.7 การออกแบบโครงสร้าง	40
รูปที่ 4.8 การประกอบโครงสร้าง	42
รูปที่ 4.9 วาง Marking ตำแหน่งยึด Bracket กับคานฟ้า	43
รูปที่ 4.10 ยึดเสา Support	44
รูปที่ 4.11 การวางคาน	44
รูปที่ 4.12 วางแปร์ Aluminium Profile	45
รูปที่ 4.13 ติดตั้งกล่อง Array Junction Box	46
รูปที่ 4.14 การดึงร้อยสาย DC: Solar	46
รูปที่ 4.15 การดึงร้อยสาย DC: 2xCV 6 sq.mm พร้อมสายดิน	47
รูปที่ 4.16 การดึงร้อยสายสัญญาณจาก Sunny Sensor	47
รูปที่ 4.17 ขั้นตอนการเซตค่า Data manager 2.0 (1)	48
รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการเซตค่า Data manager 2.0 (2)	48
รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการเซตค่า Data manager 2.0 (3)	49
รูปที่ 4.20 ขั้นตอนการเซตค่า Data manager 2.0 (4)	49
รูปที่ 4.21 ขั้นตอนการเซตค่า Data manager 2.0 (5)	50
รูปที่ 4.22 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์	51
รูปที่ 4.23 การติดตั้ง Sunny Webbox	51
รูปที่ 4.24 Circuit Breaker	52
รูปที่ 4.25 ดึงร้อยสาย AC : 2xCV 2.5 sq.mm	52
รูปที่ 4.26 การทดลองการทำงานจริง	53

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเลือกขนาดสายไฟ	22
ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	32
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน	35
ตารางที่ 4.2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวัน	36
ตารางที่ 4.3 Name Page	38
ตารางที่ 4.4 Bill Of Materials	41



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สำคัญอย่างมากที่ใช้ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นใช้ในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง อาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย เป็นต้น เมื่อพลังงานถูกใช้อย่างมากและรวดเร็ว ในขณะที่แหล่งทรัพยากรมีอย่างจำกัดจึงต้องมีการคิดค้นหาแหล่งพลังงานทดแทนต่าง ๆ เพื่อลดการใช้น้ำมัน ถ่านหินและก๊าซ เป็นต้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์ เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญแหล่งหนึ่งที่ไม่มียวันหมด

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานก่ินรูปที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอสนองความต้องการของมนุษย์ ทั้งยังสะอาดไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาใดอันที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พลังงาน แสงอาทิตย์นี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายทาง เช่น ทางการเกษตร ทางการแปรรูปอาหาร รวมถึงการแปรรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งพลังงานที่นำมาใช้เหล่านี้เป็นพลังงานที่ไม่มียวันหมดสิ้น ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิด ประโยชน์ โดยไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์จึงเป็นการนำเอาพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน และยังสามารถใช้งานได้ทุกพื้นที่ที่มีแสงอาทิตย์

เมื่อนำแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการชาร์จและเก็บประจุของเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานจะต้องนำเซลล์ หลาย ๆ เซลล์มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และถ้าต้องการกระแสไฟฟ้ามากขึ้นก็จะนำเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อขนานกัน ซึ่งการต่อการใช้งานจะขึ้นอยู่กับทางผู้ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ว่าจะออกแบบมาให้จ่ายกระแสไฟฟ้าที่กำลังงานที่วัดต่อแผง และค่าของกระแสไฟจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง ซึ่งความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น และความเข้มของแสงที่วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอกในบริเวณของพื้นที่นั้น ๆ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานสหกิจศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์
- 1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.2.3 เพื่อศึกษาวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.2.4 เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.2.5 เพื่อฝึกปฏิบัติการใช้โปรแกรม AutoCad ในการเขียนแบบระบบโซลาร์เซลล์เพื่อการผลิตไฟฟ้า
- 1.2.6 เพื่อประมาณราคาของวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งโซลาร์เซลล์

1.3 ขอบเขตของงานสหกิจศึกษา

- 1.3.1 ศึกษาหลักการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดต่าง ๆ
- 1.3.2 ศึกษาหลักการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.3.3 ศึกษาวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.3.4 ดำเนินการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.3.5 ฝึกปฏิบัติการใช้โปรแกรม AutoCad ในการเขียนแบบระบบโซลาร์เซลล์เพื่อการผลิตไฟฟ้า
- 1.3.6 ดำเนินการประมาณราคาของวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งโซลาร์เซลล์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 มีความรู้ความสามารถในการแยกชนิดของโซลาร์เซลล์แต่ละแบบได้
- 1.4.2 มีความรู้ความสามารถในการออกแบบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริด
- 1.4.3 มีความรู้ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์
- 1.4.4 มีความรู้ความสามารถใช้โปรแกรม AutoCad ในการเขียนแบบระบบโซลาร์เซลล์เพื่อการผลิตไฟฟ้า
- 1.4.5 มีความรู้ความสามารถในการประมาณราคาของวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งโซลาร์เซลล์

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

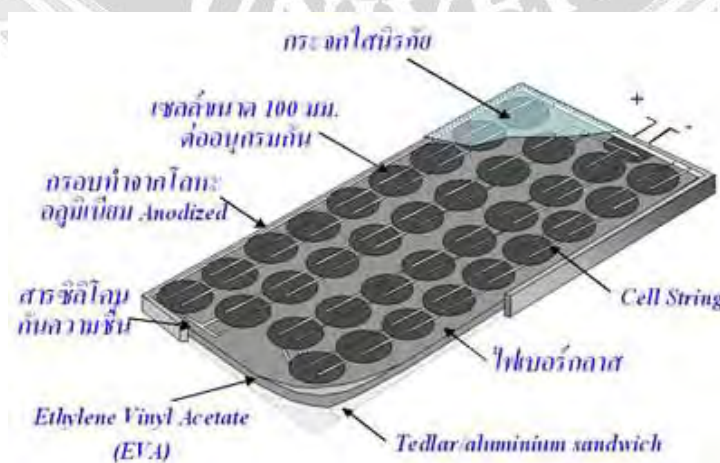
2.1 บทนำ

ในการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออฟกริดหรือแบบที่ไม่ต้องเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า จำเป็นต้องทำการศึกษาความเข้าใจในรายละเอียดหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดที่ต้องใช้ในระบบนี้เป็นอย่างดี

ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะเป็นการอธิบายถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ แผงโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ โซลาร์ชาร์จเจอร์ อินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อโซลาร์เซลล์ ต่อจากนั้นจะเป็นการอธิบายถึงหลักการในการติดตั้งรูปแบบต่าง ๆ ของระบบออฟกริด ตลอดจนการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์

2.2 หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟฟ้าให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ไฟฟ้าที่ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) โซลาร์เซลล์ประดิษฐ์ขึ้นจากการนำสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิด คือ P-Type และ N-Type มาต่อกันทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ โซลาร์เซลล์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิกอน จะใช้สารซิลิกอนมาทำให้ไม่บริสุทธิ์ (Dope) โดยการเติมธาตุในกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 5 ในตารางธาตุลงไป P-Type มีคุณสมบัติของอะตอมเป็นช่องว่างซึ่งเรียกว่า โฮล (Hole) ส่วน N-Type มีคุณสมบัติของอะตอมเป็นอิเล็กตรอนเกินขึ้นมา 1 ตัว เรียกว่า อิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในก้อนผลึก เมื่อนำสารกึ่งตัวนำ P-Type และ N-Type ที่มาต่อกันแล้วทำให้รอยต่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ จะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ลักษณะของโซลาร์เซลล์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)

2.3 ประเภทของโซลาร์เซลล์

2.3.1 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน/โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)

โซลาร์เซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนทำมาจากซิลิกอนที่มีความบริสุทธิ์สูง เป็นผลึกซิลิกอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า Single Crystalline (single-Si) โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิกอนทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน

ข้อดีของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ได้แก่

- มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20% เพราะผลิตมาจากซิลิกอนเกรดดีที่สุด
- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่าของชนิดฟิล์มบาง (thin film)
- มีอายุการใช้งานยาวนานโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป
- ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดโพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสียของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ได้แก่

- มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วยแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
- ถ้ามีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป แต่ปัจจุบันมีการแก้ไขปัญหานี้ในการผลิตแล้ว

2.3.2 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกรวม/โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)

เป็นแผงโซลาร์เซลล์ที่ทำมาจากผลึกรวมจากซิลิคอนบริสุทธิ์รวมถึงแท่งซิลิคอนที่เหลือทิ้งจากการผลิต นำมาหลอมรวมในเบ้าสี่เหลี่ยม หลังจากนั้นนำมาตัดเป็นแผ่น ๆ (Wafer) แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม ทำให้มีราคาถูกกว่าแบบผลึกเดี่ยว โดยทั่วไปเรียกว่าผลึกรวม หรือ โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline, p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline, mc-Si) สีของแผงจะออกน้ำเงิน ไม่เข้มมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกรวม

ข้อดีของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ได้แก่

- ราคาถูกกว่าโมโนคริสตัลไลน์
- มีประสิทธิภาพในการใช้งานในที่อุณหภูมิสูงกว่า ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย

ข้อเสียของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ได้แก่

- มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์
- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งมากกว่าแบบโมโนคริสตัลไลน์ เมื่อต้องการประสิทธิภาพเท่ากัน
- มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม ไม่เข้ากับสีของสภาพแวดล้อม

2.3.3 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดอะมอร์ฟัส (Amorphous silicon : a-Si)

หลักการโดยทั่วไปของการผลิตโซลาร์เซลล์ชนิดอะมอร์ฟัส หรือฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบาง ๆ ซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น เช่น สารประกอบซิลิคอนและสารอื่น ๆ ที่อยู่ในสถานะก๊าซ มาเคลือบเป็นฟิล์มบางบนแผ่นฐาน เช่น แก้วหรือพลาสติก จึงเรียกโซลาร์เซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่วางนี้ก็มีด้วยกันหลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดฟิล์ม

บางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ อะมอร์ฟัส Amorphous silicon (a-Si) บางชนิด เช่น Hydrogenated amorphous silicon (a-Si:H) ทำให้โปร่งแสงได้ ปัจจุบันแผ่นโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางมีพัฒนาการด้านการผลิตมากมายหลายแบบ และสามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์ได้หลากหลาย และสามารถใส่สารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride, CdTe) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมเซเลไนด์ (Copper Indium Gallium Selenide, CIGS) และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide, GaAs) เป็นต้น บางชนิดสามารถทำให้บิดงอ โค้ง ได้ตามการติดตั้งด้านประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% มีต้นทุนการผลิตต่ำมาก แต่ประสิทธิภาพต่ำ และอายุการใช้งานสั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ ลักษณะของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดอะมอร์ฟัสสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดอะมอร์ฟัส

ข้อดีของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง ได้แก่

- มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่าชนิดผลึกซิลิคอน และใช้งานหลากหลาย

- ในที่อากาศร้อนมาก ๆ แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางมีผลกระทบน้อยกว่า
- ไม่มีปัญหาเรื่องเมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้
- นำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย

ข้อเสียของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง ได้แก่

- มีประสิทธิภาพต่ำ
- แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางมีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
- ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด
- การรับประกันสั้นกว่าชนิดผลึกซิลิคอน

2.4 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานของโซลาร์เซลล์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

2.4.1 ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 1,000 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศา กับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 750 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 2 กรณีของแผงโซลาร์เซลล์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2.4.2 อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงโซลาร์เซลล์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 °C เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V_{oc}) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 °C ก็จะหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงโซลาร์เซลล์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 °C จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 °C เช่น อุณหภูมิ 30 °C จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.3% (0.5% x 5 °C) นั่นคือแรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V_{oc} จะลดลง 0.525 V (21 V x 2.3%) เหลือเพียง 20.475 V (21V) แผงชนิดโมโนและโพลีจะมีแรงดันกระแส และขนาดไม่แตกต่างกัน แต่แผงชนิดโมโนจะมีค่า Temperature coefficients of P_{max} น้อยกว่าแผงแบบโพลี ทำให้มีราคาแพงกว่า 10-15%

2.5 แบตเตอรี่ (Battery)

โดยทั่วไปแบตเตอรี่จะแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ด้วยกัน ได้แก่

2.5.1 แบตเตอรี่ที่ไม่สามารถชาร์จใหม่ได้

แบตเตอรี่ที่ไม่สามารถชาร์จใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่นาฬิกา (ถ่านนาฬิกา), แบตเตอรี่ไฟฉาย (ถ่านไฟฉาย) เป็นต้น ซึ่งเมื่อใช้ไฟในแบตเตอรี่จนหมดแล้วก็หมดเลยไม่สามารถกลับนำมาใช้ใหม่ได้ เราเรียกแบตเตอรี่นี้ว่า แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (Primary Battery)

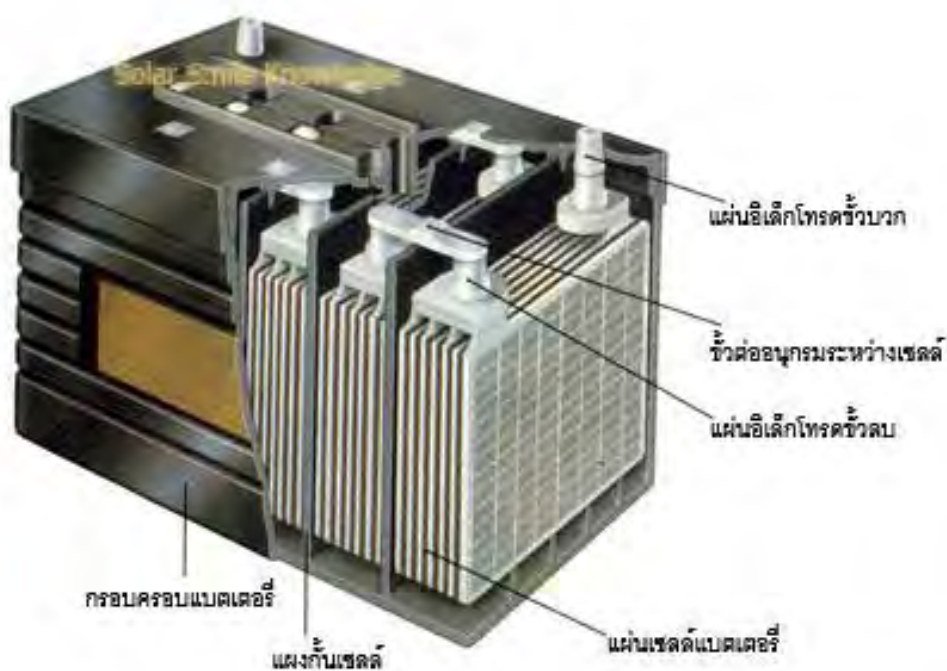
2.5.2 แบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จใหม่ได้เมื่อแบตเตอรี่มีไฟที่อ่อนลง

แบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ เราเรียกแบตเตอรี่นี้ว่า แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (Secondary Battery) ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์นั้นจะใช้แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ ซึ่งสามารถชาร์จได้ใหม่เมื่อแบตเตอรี่มีกำลังไฟที่อ่อนลง ในระบบแบตเตอรี่จะทำงานเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์เข้ามาไว้ แล้วปล่อยกำลังไฟฟ้าออกไปให้กับโหลดในเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ เช่น ในช่วงเวลากลางคืนหรือเมฆครึ้มตลอดวัน

รถยนต์ที่เราใช้งานอยู่ทุกวันเมื่อเปิดวิทยุหรือพัดลมในรถยนต์โดยที่เราไม่สตาร์ทเครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นก็ทำงานได้ปกติ แต่เมื่อเปิดไปนาน ๆ จนไฟในแบตเตอรี่เริ่มหมดลง แรงดันในแบตเตอรี่ก็จะเหลือน้อยลง ต้องทำการชาร์จแบตเตอรี่ใหม่ การชาร์จประจุของแบตเตอรี่ในรถยนต์ทำได้โดยการสตาร์ทเครื่องยนต์เพื่อจะทำให้เพลอาប់ไปหมุนเจนเนอเรเตอร์ผลิตไฟกระแสตรงชาร์จให้กับแบตเตอรี่ต่อไป จนแบตเตอรี่กลับมามีแรงดันไฟฟ้าที่เต็มเหมือนเดิม ซึ่งเวลาเครื่องยนต์กำลังทำงานอยู่เราก็สามารถเปิดวิทยุและพัดลมได้เหมือนเดิม เพราะว่าทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นแบตเตอรี่ โหลด เครื่องยนต์ และเจนเนอเรเตอร์ต่อทำงานร่วมกันอยู่ในระบบ ถ้าเปรียบเทียบหน้าที่การทำงานของแบตเตอรี่ของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ก็คล้ายกับแบตเตอรี่ในรถยนต์นั่นเอง เพียงแต่ไฟฟ้านำมาชาร์จประจุจะผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์โดยผ่านเครื่องควบคุมการชาร์จ ส่วนโหลดอาจจะเป็นโหลดไฟฟ้ากระแสตรง หรือถ้าต้องการใช้งานกับโหลดไฟฟ้ากระแสสลับก็ต้องผ่านอินเวอร์เตอร์อีกทีหนึ่ง แบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์จะมีหลายชนิด เช่น ลีดเอซิด (Lead-Acid Battery), อัลคาไลน์ (Alkaline), นิกเกิลแคดเมียม (Nickel-cadmium) แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือ แบตเตอรี่ลีดเอซิด เพราะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและมีการปล่อยประจุ (กระแสไฟฟ้า) ที่สูง

2.5.3 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่แบบลีดเอซิด (Lead-Acid Battery)

ภายในลีดเอซิดแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์อยู่ภายใน โดยต่อกันแบบอนุกรม ดังแสดงในรูปที่ 2.5 จำนวนเซลล์ก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบแบตเตอรี่นั้น ๆ ว่าให้มีค่าแรงดันใช้งานที่เท่าไร โดยทั่วไปหนึ่งเซลล์มีแรงดันประมาณ 2 โวลต์ ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่รถยนต์มีแรงดันใช้งานที่ 12 โวลต์ ดังนั้นข้างในแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์ 6 เซลล์ต่ออนุกรมกันอยู่



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ชนิดลีดแอซิด

2.5.4 ลักษณะของการปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่

ลักษณะของการปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่สามารถแบ่งออกเป็นสองแบบด้วยกัน ได้แก่

2.5.4.1 แบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุ (กระแส) ไฟฟ้าได้น้อย (Shallow-Cycle Battery)

แบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุ (กระแส) ไฟฟ้าได้น้อย (Shallow-Cycle Battery) คือแบตเตอรี่ที่ออกแบบมาให้ปล่อยประจุไฟฟ้าได้ประมาณ 10-20% ของประจุไฟฟ้ารวมก่อนจะทำการชาร์จประจุใหม่ การปล่อยประจุไฟฟ้าจะมีหน่วยเป็นแอมปาร์ (Ahr) เช่น 100 Ahr หมายถึง แบตเตอรี่สามารถปล่อยประจุกระแสไฟฟ้า 100 A ได้ 1 ชั่วโมง (ในความเป็นจริงไม่สามารถทำอย่างนั้นได้ เพราะเมื่อปล่อยประจุจากแบตเตอรี่จนหมด แบตเตอรี่จะเสียทันที) ตัวอย่างถ้ามีแบตเตอรี่แบบปล่อยประจุได้น้อย (Shallow cycle battery) ที่สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้ 100 แอมปาร์ต่อชั่วโมง แบตเตอรี่ตัวนี้ควรที่จะปล่อยประจุไฟฟ้า (หรือใช้กระแสไฟฟ้า) ได้เพียง 10-20 แอมปาร์ หลังจากนั้นจะต้องทำการชาร์จประจุให้เต็มก่อนการคายประจุครั้งต่อไป ถ้าการปล่อยประจุมากเกินไปที่กำหนดไว้ เช่น ทำการปล่อยประจุที่ 50 แอมปาร์ จะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่สั้นลง (เสื่อมเร็ว) อย่างมาก เช่น ตามสเปกอายุการใช้งานของแบตเตอรี่สามารถชาร์จได้ 3000 ครั้ง อาจจะลดเหลือเพียงแค่ 1000 ครั้ง ดังนั้นการออกแบบระบบโดยรวม ควรคำนึงถึงลักษณะการปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ด้วย

2.5.4.2 แบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุ(กระแส)ไฟฟ้าได้มาก(Deep-Cycle Battery)

แบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุ (กระแส) ไฟฟ้าได้มาก (Deep-Cycle Battery) คือแบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุได้ถึง 60-80% ของประจุรวม ก่อนที่จะทำการชาร์จประจุใหม่ ส่วนมากแล้วจะนำมาใช้กับระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย แบตเตอรี่ชนิดนี้จะมีราคาที่สูงกว่าแบบแรกมาก แต่ใช้เพียงไม่กี่ตัวก็สามารถทดแทนประจุไฟฟ้ารวมจากแบตเตอรี่แบบแรกได้ แบตเตอรี่แบบนี้จะมีความคุ้มค่าในระยะยาว คำถามที่มักจะพบบ่อยคือ เราจะสามารถใช้แบตเตอรี่รถยนต์แทนแบตเตอรี่กับระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้หรือไม่ คำตอบคือถ้าระบบเล็ก ๆ ใช้กระแสไฟที่จะไปจ่ายโหลดไม่มาก ก็สามารถใช้แบตเตอรี่รถยนต์ได้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องคำนวณให้ดีว่า ไม่ควรที่จะปล่อยกระแสไฟออกจากแบตเตอรี่ให้มากเกินไปกว่าสเปคที่กำหนดไว้ด้วย เพราะถ้าปล่อยกระแสไฟออกจากแบตเตอรี่มากเกินไปจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง จนไม่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้อีกต่อไป คล้ายกับแบตเตอรี่คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กที่เสื่อมแล้ว ไม่สามารถที่จะจ่ายกระแสให้กับเครื่องได้นานนัก แบตเตอรี่รถยนต์มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี แต่ถ้าเป็นแบตเตอรี่ดีไซเซลที่สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้มากจะมีอายุการใช้งาน 4-5 ปีเลยทีเดียว ถ้าใช้งานกับระบบโซล่าเซลล์แล้ว แบตเตอรี่แบบดีไซเซลมีความคุ้มค่ามากกว่า อีกทั้งยังจ่ายกระแสไฟให้กับโหลดได้มากกว่าแบตเตอรี่รถยนต์ก่อนที่จะทำการชาร์จประจุใหม่ด้วย

ข้อควรระวังในการใช้งานแบตเตอรี่

- ไม่ควรปล่อยให้แบตเตอรี่ปล่อยประจุ (กระแสไฟ) จนหมด เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บประจุของแบตเตอรี่ลดลงไปอย่างมาก และบางครั้งจะไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุได้อีกต่อไป

- ควรติดตั้งแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ในสเปค โดยส่วนใหญ่แล้วแบตเตอรี่จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 25 °C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ จะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บประจุลด

- ควรเลือกขนาดความจุของแบตเตอรี่ให้มีการชาร์จประจุเต็มทุกวัน เพราะถ้าแบตเตอรี่แบบลิเธียมไม่ชาร์จเต็มเลย จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง

- การติดตั้งขนาดของโซล่าเซลล์รวมต้องมีความเหมาะสมกับขนาดของแบตเตอรี่ด้วย มิฉะนั้นแล้วโซล่าเซลล์จะผลิตไฟฟ้ามากหรือน้อยเกินไป อาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วและทำให้เราเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ชุดใหม่ การออกแบบขนาดโซล่าเซลล์ที่เหมาะสมตาม

คู่มือออกแบบ ติดตั้งและใช้งาน โซล่าเซลล์ จะช่วยให้แบตเตอรี่มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ และใช้งานได้ยาวนานยิ่งขึ้น

2.6 โซล่าชาร์จคอนโทรล

โซล่าชาร์จคอนโทรลเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวหนึ่งที่แสดงในรูป 2.6 ทำหน้าที่ควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ลงสู่แบตเตอรี่ของระบบโซล่าเซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เรากออกแบบไว้ ซึ่งคอนโทรลชาร์จ หรือโซล่าชาร์จเจอร์ทั่วไป จะมีหลักการทำงานหรือหน้าที่จ่ายกระแสไฟเมื่อแรงดันแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำตามที่แต่ละยี่ห้อตั้งค่ามา และทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อไปประจุยังแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่สูงตามที่ได้กำหนดไว้เหมือนกัน เพื่อป้องกันการ Over Charge ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายและเสื่อมสภาพเร็ว ทำให้ใช้งานได้ไม่คุ้มค่านะครับ และคุณสมบัติของคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ หรือโซล่าชาร์จเจอร์โดยทั่วไปในช่วงเวลากลางคืนยังคงคอยปกป้องไม่ให้ไฟจากแบตเตอรี่ย้อนขึ้นไปยังตัวแผงโซล่าเซลล์ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวแผงโซล่าเซลล์อีกด้วย



รูปที่ 2.6 โซล่าชาร์จคอนโทรล

และอีกข้อหนึ่งก็คือเป็นตัวสวิตช์อัตโนมัติที่จ่ายไฟให้โหลดเวลาที่ไม่มีแสงมากระทบแผงโซล่าเซลล์ (ส่วนใหญ่จะเป็นหลอดไฟฟ้า) อีกนัยก็คือใช้แทนสวิตช์แสง (Photo Switch) โซล่าชาร์จคอนโทรล จะต่อระหว่างแผงโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่และโหลด ทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับใด ถ้าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ตัวเครื่องควบคุมการชาร์จจะทำการปลดโหลดออกจากระบบโดยทันที (Load disconnect) เพื่อป้องกันการคายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วขึ้น ส่วนใหญ่จะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลต์ สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลต์ นอกจากนี้เครื่องควบคุมการชาร์จก็จะต่อการทำงานของโหลดใหม่ (Load reconnect) ถ้าแบตเตอรี่มีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามที่ตั้งไว้ เช่น ค่าจะตั้งไว้ที่ 12.4 โวลต์ สำหรับแรงดันระบบ 12 โวลต์ เป็นต้น

ส่วนแรงดันในการชาร์จแบตเตอรี่โดยทั่วไป (Regulation Voltage) จะมีค่า 14.3 โวลต์ สำหรับระบบ 12 โวลต์ เมื่อแบตเตอรี่ชาร์จจนเต็ม ถ้าปล่อยแบตเตอรี่ทิ้งไว้แรงดันของแบตเตอรี่จะลดลง ดังนั้นเครื่องควบคุมการชาร์จจะชาร์จรักษาระดับแรงดันในแบตเตอรี่ให้คงที่อยู่เสมอ (Float Voltage) มีค่า 13.7 โวลต์ สำหรับระบบ 12 โวลต์ โซล่าชาร์จคอนโทรล หรืออุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ มี 2 ประเภท คือ PWM (Pulse Width Modulation) และ MPPT (Maximum Power Point Tracking) มีตั้งแต่ขนาดกระแส 10A – 60A และ แรงดัน 12V, 24V, 48V หรือ 96V มีราคาตั้งแต่ 300-30,000 บาท ให้เลือกใช้

2.6.1 โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ PWM (Pulse Width Modulation)

โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ PWM มีหลักการทำงาน ก็คือ ควบคุมความถี่ของคลื่นไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ให้คงที่ ด้วยระบบดิจิทัล (Digital) เพื่อให้ประหยัดพลังงาน และสามารถควบคุมการประจุไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ได้เป็นอย่างดี ทำให้แบตเตอรี่ไม่เสื่อมเร็ว มีฟังก์ชันไฟแสดงสถานะการทำงานที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น การทำงานของแผงโซล่าเซลล์/ ระดับการเก็บประจุของแบตเตอรี่ (ไฟเต็ม/ ไฟกลาง/ ไฟน้อย หรือใกล้หมด) / การจ่ายไฟ DC ให้เครื่องใช้ไฟฟ้า DC ที่กำลังต่อเชื่อมวงจร มีระบบการตัดไฟอัตโนมัติ ในกรณีไฟแบตเตอรี่ใกล้หมด เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสีย/ เสื่อมสภาพ เนื่องจากการใช้ไฟเกินกำลัง (Over Charge/ Over Discharge Protection) มี PWM Solar Charge Controller ขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการใช้งานตามระดับปริมาณกระแสไฟใช้งานดังต่อไปนี้ 10A, 20A, 30A, 40A, 50A, 60A และเลือกตามแรงดัน Input ได้แก่ 12V, 24V, 48V หรือ 96V



รูปที่ 2.7 โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ PWM

2.6.2 โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking)

โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ MPPT มีหลักการทำงานคือ มีระบบไมโครโพรเซสเซอร์ และตัวจับสัญญาณ คอยควบคุมดูแลสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ เปรียบเทียบกับแรงดันกระแสในแบตเตอรี่ และเลือกสัญญาณไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากแผงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มตลอดเวลา ดังนั้นจึงหมดห่วงเมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ขณะที่สภาพแสงแดดภายนอกไม่คงที่ แสงแดดอ่อน ๆ ในช่วงเช้า/ ช่วงเย็น หรือตอนครึ้ม ๆ ก่อน/หลังฝนตก



รูปที่ 2.8 โซล่าชาร์จคอนโทรลแบบ MPPT

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

ข้อควรระวังในการเลือกซื้อโซล่าชาร์จคอนโทรล

- ไม่ควรเลือกขนาดของโซล่าชาร์จคอนโทรลใหญ่เกินกว่าที่ระบบต้องการ เพราะต้องเสียเงินซื้อเครื่องควบคุมการชาร์จราคามากเกินความจำเป็นด้วย เนื่องจากตัวโซล่าชาร์จคอนโทรลกระแสสูง ๆ จะแพงกว่า ตัวกระแสดำ

- ควรเลือกโซล่าชาร์จคอนโทรลให้รองรับกับแรงดันระบบที่เลือกใช้ เช่น แรงดันระบบ 24 V ควรเลือกเครื่องควบคุมการชาร์จที่รองรับแรงดัน 24 V แต่ปัจจุบันได้มีรุ่นที่ออกแบบมาสำหรับ 12 V และ 24 V ในตัวเดียวกันมาจำหน่ายกันแล้ว

- ควรเลือกขนาดกระแสของโซล่าชาร์จคอนโทรลให้เหมาะสมกับขนาดรวมของแผงโซล่าเซลล์ มิฉะนั้นอาจทำให้เครื่องควบคุมการชาร์จหรือแบตเตอรี่เสียหายได้ เช่น โซล่าชาร์จคอนโทรลจะมีค่าจำกัดอยู่ว่ายอมให้กระแสผ่านได้เท่าไร เช่น โซล่าชาร์จคอนโทรล 12V/10A หมายความว่าชาร์จลงแบตเตอรี่ 12V ส่วน 10A นั้นไม่ใช่ขนาดแบตเตอรี่ แต่เป็นขนาดโซล่าเซลล์ที่ใช้ได้ แผงโซล่าเซลล์แต่ละขนาดจะมีค่ากระแสสูงสุด (Imp) บอกที่ฉลากอยู่แล้วว่าเท่าไร ถ้าค่า Imp นั้นไม่เกิน 10A ก็เป็นใช้ได้ ถ้าเกินก็ต้องใช้รุ่น 20A เช่นนี้ เป็นต้น

2.7 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์ในที่นี้จะกล่าวถึงเป็นชนิดที่แปลงกระแสไฟฟ้าตรงจากแผงโซล่าเซลล์ หรือไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ ให้เป็นไฟกระแสสลับที่มีลักษณะเช่นเดียวกับของการไฟฟ้า คือไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตส (Hz) เพราะต้องการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราใช้งาน ราคาของอินเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับความสามารถ ถ้าสามารถต่อจากแผงโซล่าเซลล์ได้โดยตรงโดยจะมีราคาสูง อินเวอร์เตอร์ที่ใช้งานในระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์ สามารถแบ่งได้ 2 ระบบ ดังนี้

2.7.1 ระบบสแตนด์อโลน (Stand-Alone System)

ระบบอิสระที่ไม่ต่อเข้ากับการไฟฟ้าอินเวอร์เตอร์แบบนี้รับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ในตอนกลางวัน และรับไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ในเวลากลางคืนจากพลังงานที่ชาร์จไว้โดยแผงโซล่าเซลล์ในเวลากลางวัน แล้วแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับต่อไป

2.7.2 ระบบออนกริด (On-grid System)

ระบบที่สามารถต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า มีชื่อเรียกอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้โดยทั่วไปว่า กริดไทน์อินเวอร์เตอร์ (Grid-Tied Inverter) ลักษณะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ระบบนี้จะเหมือนกับอินเวอร์เตอร์โดยปกติทั่วไป แต่จะต้องมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากการไฟฟ้าป้อนให้กับอินเวอร์เตอร์อีกทางหนึ่งด้วย ตัวอินเวอร์เตอร์แบบนี้ถึงจะทำงาน ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์จะถูกใช้ไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้าน (สำหรับระบบออนกริดแบบลดภาระค่าไฟฟ้า) หรืออาจจะแปลงไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ป้อนตรงให้กับสายส่งเพื่อขายไฟให้การไฟฟ้าตามโครงการ VSPP ได้ กริดไทน์อินเวอร์เตอร์ ในปัจจุบันจะตัดการทำงานตัวมันเองทันทีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับเพื่อป้องกันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ผ่านไปยังสายไฟของการไฟฟ้าซึ่งจะเป็นอันตรายต่อช่างไฟฟ้าที่จะมาซ่อมได้



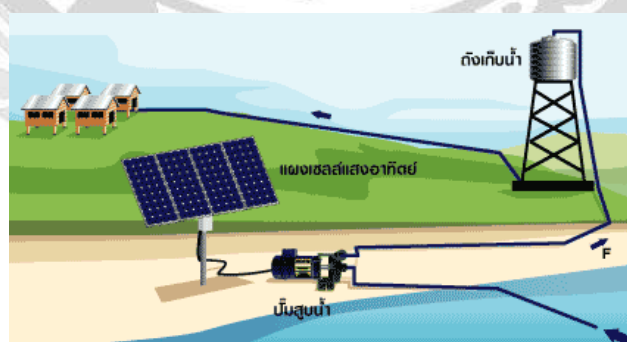
รูปที่ 2.9 (Inverter)

2.8 ลักษณะการต่อใช้งานโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้จากโซลาร์เซลล์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสไฟฟ้าไม่คงที่มีการแปรเปลี่ยนตามตัวแปรความเข้มของแสงอาทิตย์ การนำไปใช้งานจะแบ่งตามการใช้งาน ดังนี้

2.8.1 โซลาร์เซลล์ต่อกับโหลดโดยตรง

การต่อใช้งานโซลาร์เซลล์กับโหลดโดยตรงเป็นการใช้โซลาร์เซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อมีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการต่อกระแสไฟฟ้าตรงจากแผงโซลาร์เซลล์เข้ากับโหลดหรืออุปกรณ์โดยตรง ซึ่งเป็นการต่อขั้นพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์น้อยที่สุด มีราคาถูก แต่จะใช้งานได้เฉพาะตอนที่แสงอาทิตย์มีความเข้มแสงเพียงพอให้โซลาร์เซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าให้โหลดหรืออุปกรณ์สามารถทำงานได้ เหมาะกับอุปกรณ์ประเภทมอเตอร์กระแสตรง เพราะมอเตอร์ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงกระแสและแรงดันได้ดี เช่น การสูบน้ำเพื่อการเกษตร ต่อกับพัดลมระบายอากาศในยานยนต์หรือในบ้าน เป็นต้น สามารถแสดงการต่อใช้งานของระบบดังกล่าวได้ดังรูปที่ 2.10

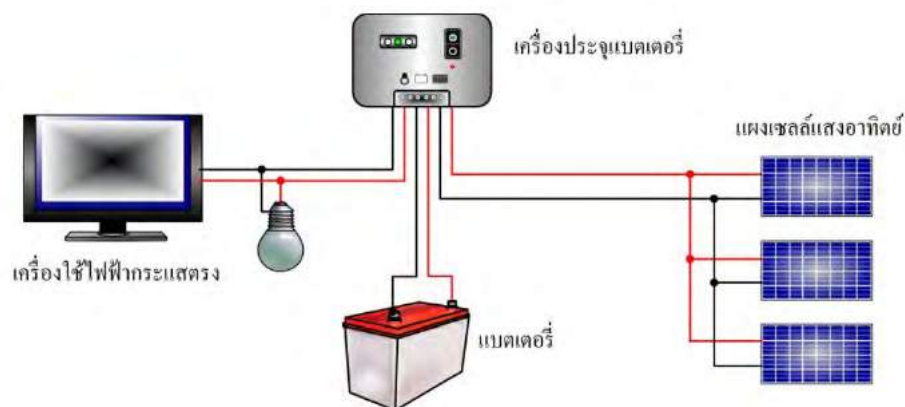


รูปที่ 2.10 โซลาร์เซลล์ต่อกับโหลดโดยตรง

2.8.2 โซลาร์เซลล์ต่อกับแบตเตอรี่สำรองไฟ

การต่อใช้งานโซลาร์เซลล์แบบมีแบตเตอรี่สำรองไฟเป็นการใช้โซลาร์เซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าตรง และมีการเก็บสำรองกระแสไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่ เพื่อให้ไฟฟ้าที่จ่ายออกไปมีต่อเนื่องแม้ไม่มี

แสงอาทิตย์ ระยะเวลาการใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของแบตเตอรี่ การประจุ (Charge) และโหลด กระแสไฟฟ้าที่ได้มีความสม่ำเสมอ เหมาะกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถแสดงระบบดังกล่าว ได้ดังรูปที่ 2.11

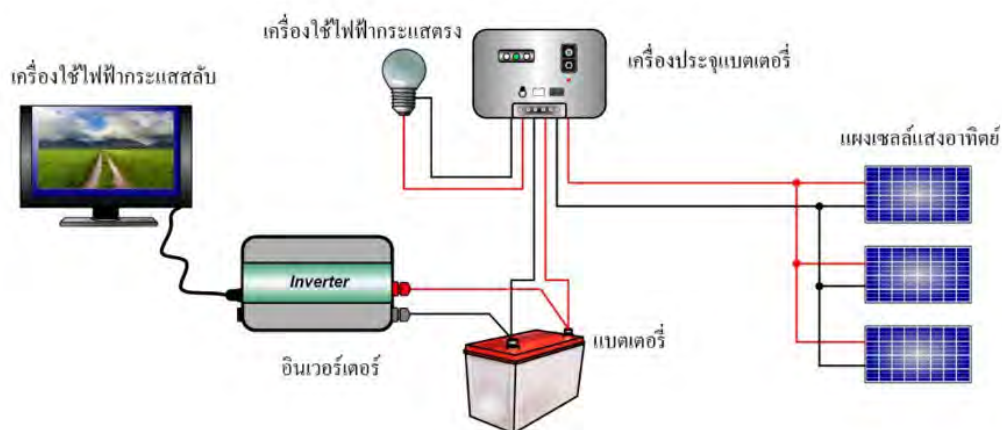


รูปที่ 2.11 โซล่าเซลล์ต่อกับแบตเตอรี่สำรองไฟ

การต่อเข้ากับแบตเตอรี่ต้องมีเครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) เพราะบางครั้งแสงที่ตกกระทบแผงโซล่าเซลล์อาจจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งวันจึงทำให้กระแสและแรงดันที่ผลิตได้จากแผงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาบางช่วงก็สูงบางช่วงก็ต่ำทำให้แรงดันและกระแสไฟฟ้าไม่คงที่ ดังนั้นการชาร์จประจุไฟฟ้าของแผงโดยตรงกับแบตเตอรี่จึงไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรและที่สำคัญคือ จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง เครื่องควบคุมการชาร์จจึงถูกออกแบบมาเพื่อทำให้การชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่นั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังป้องกันการเสียหายที่เกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ด้วย

2.8.3 โซล่าเซลล์จ่ายโหลดกระแสสลับ

การใช้งานโซล่าเซลล์จ่ายโหลดกระแสสลับเป็นการใช้โซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วแปลงไฟให้เป็นกระแสสลับเพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ โดยมีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ (Inverter) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งต้องมีการประจุแบตเตอรี่เพื่อให้เครื่องอินเวอร์เตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.12

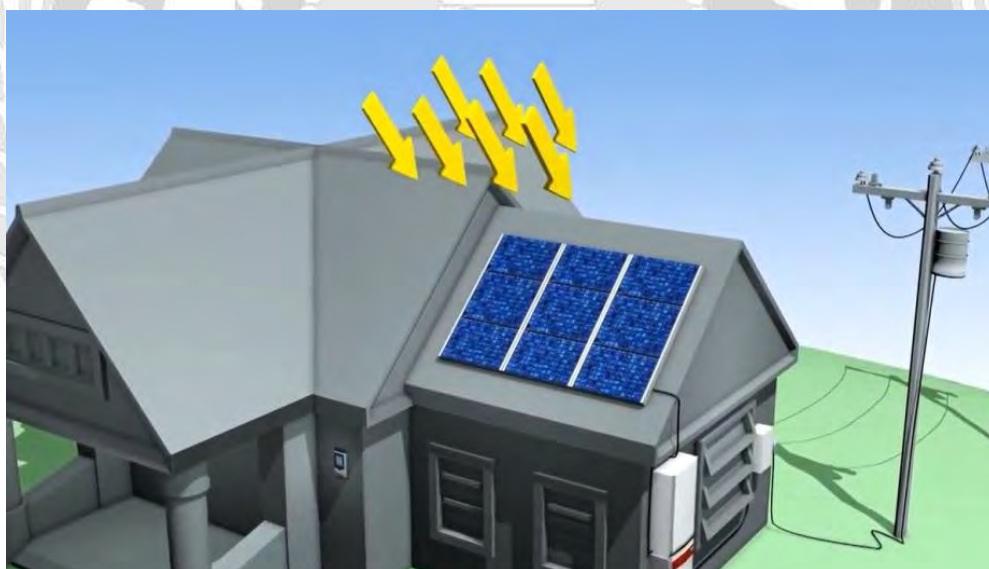


รูปที่ 2.12 โซล่าเซลล์ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ

2.9 หลักการติดตั้งโซล่าเซลล์

2.9.1 การประเมินพื้นที่ในการติดตั้งและศักยภาพในการใช้แสงอาทิตย์

การประเมินพื้นที่เบื้องต้นสำหรับผู้ที่จะติดตั้งโซล่าเซลล์ในบริเวณบ้านเรือน ซึ่งควรศึกษาด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับพื้นที่ที่ท่านมีก่อนการติดตั้งดังนี้



รูปที่ 2.13 ติดตั้ง โซล่าเซลล์ในบริเวณบ้านเรือน

2.9.1.1 ตำแหน่งการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

โดยทั่วไปตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแผงโซล่าเซลล์นี้คือบริเวณหลังคาของที่อยู่อาศัย แต่บางพื้นที่อาจจะมีการติดตั้งบริเวณพื้นที่ว่าง บริเวณผนังหรือแม้แต่บริเวณที่เป็นแผงกันแดด เป็นต้น



รูปที่ 2.14 ตำแหน่งการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

2.9.1.2 การับแสงอาทิตย์

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ควรเป็นบริเวณที่โล่ง ปราศจากเงาของต้นไม้หรือเงาของวัตถุใด ๆ ก็ตามที่สามารถบังแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งการบังแสงแดด จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ลดลง โดยคำแนะนำทั่วไป สำหรับพื้นที่ที่จะติดตั้งแผงนี้ควรเป็นบริเวณที่โล่งแจ้งสามารถรับแสงอาทิตย์ได้โดยไม่มี การบดบัง แสงในช่วงเวลา 9.00 น. ถึง 15.00 น. ในแต่ละวัน



รูปที่ 2.15 การับแสงอาทิตย์

2.9.1.3 ทิศทางในการตั้งแผงโซลาร์เซลล์

ประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ซีกโลกเหนือนั้น ควรหันหน้าของแผงโซลาร์เซลล์ไปทางทิศใต้ โดยดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตกโดยเคลื่อนที่อ้อมทิศใต้ นอกจากนี้ความลาดเอียงของแผงควรมีความลาดชันประมาณ 15- 20 องศา กับพื้นดินเพื่อให้ แสงอาทิตย์กระทบตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ในช่วงเที่ยงให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้



รูปที่ 2.16 ทิศทางในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

2.9.1.4 พื้นที่สำหรับติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์

การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้านี้มีการใช้เนื้อที่ในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ค่อนข้างมาก โดยเนื้อที่ที่ต้องการติดตั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการและประสิทธิภาพของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับบ้านเรือนจะมีพื้นที่จำกัดนั้น ถ้าต้องการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีควรเผื่อพื้นที่ว่างไว้ในพื้นที่ที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 20% ของพื้นที่ที่จะติดตั้ง ในกรณีที่มีการติดตั้งบนหลังคานั้นหากผู้อยู่อาศัยมีแผนที่จะการปรับปรุงหรือรื้อหลังคาเพื่อปรับปรุงในระยะเวลา 5 – 10 ปี ควรติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่มีการปรับปรุงหลังคานั้น เพื่อลดต้นทุนในการรื้อและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ใหม่

2.10 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์

ในการเลือกแผงโซลาร์เซลล์นั้นผู้ผลิตแผงโซลาร์เซลล์จะแสดงค่าการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์โดยแสดงเป็นค่ามาตรฐานค่าหนึ่ง ค่าดังกล่าวคือ Standard Test Conditions (STC) โดยค่า STC นี้เป็นค่ากำลังการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบ $1,000 \text{ W/m}^2$ และที่อุณหภูมิ 25°C ในสภาพอากาศโปร่งและนิ่ง (Clear sky) โดยปกติจะแสดงค่าในรูปแบบดังตัวอย่างนี้ 100 Watts solar module (100 Watts of power output under STC) แต่การติดตั้งเพื่อใช้งานจริงนั้นมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่ทำให้ความสารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จริงน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดมาให้มา ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์มีดังนี้

2.10.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญกับประสิทธิภาพในการผลิตกำลังไฟฟ้า อุณหภูมิของแผงยิ่งสูงจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกำลังไฟฟ้าลดลง โดยทั่วไปผลกระทบด้านความร้อน

ของแผงโซลาร์เซลล์นี้ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 89% ของค่า STC ($f_{temp}=0.89$)

2.10.2. ฝุ่นและความสกปรกของแผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์เมื่อใช้ไประยะหนึ่งจะมีฝุ่นละอองหรือคราบสกปรกมาเปื้อนบนหน้าแผง ซึ่งปัจจัยนี้ส่งผลให้ความสามารถในการรับแสงอาทิตย์ลดลงทำให้ศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงตามไปด้วย โดยทั่วไปผลกระทบที่เกิดจากสิ่งสกปรกและฝุ่นละอองนี้ทำให้ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 93% ของค่า STC ($f_{dirt} = 0.93$)

2.10.3 การต่อของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่สม่ำเสมอและการสูญเสียในสายไฟ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ที่ประกอบกันเป็นแถวเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์เดี่ยว ๆ พบว่าที่จำนวนแผงที่เท่ากันประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงที่ต่อกันเป็นแถวมีค่าน้อยกว่าประสิทธิภาพของแผงเดี่ยว ๆ รวมกัน นอกจากนี้ความต้านทานในสายไฟทำให้เกิดการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าขึ้นได้ โดยทั่วไปการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากการต่อแผงที่ไม่สม่ำเสมอและสูญเสียภายในสายไฟทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือ 95% ของค่า STC ($f_{mis} = 0.95$)

2.10.4 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจาก DC เป็น AC

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์นั้นเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แต่อุปกรณ์ที่ใช้ตามบ้านเรือนนั้นส่วนใหญ่พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ฉะนั้นไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงนั้นต้องผ่านตัวแปลงกระแสไฟหรือเรียกว่า Inverter เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับก่อนเสมอ การแปลงกระแสไฟฟ้านี้ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขึ้นส่วนหนึ่ง โดยทั่วไปการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการแปลงกระแสไฟฟ้านี้ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 90% ของค่า STC ($f_{inv} = 0.90$)

ตัวอย่าง การประเมินความสามารถในการผลิตกำลังไฟฟ้าได้จริงของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ของผู้ผลิตรายหนึ่งซึ่งมีค่า Power output = 100 W solar module ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{การผลิตไฟฟ้าจริงของแผงพลังงานแสงอาทิตย์} &= \text{power output of solar module} \times f_{temp} \times f_{dirt} \times \\ &\quad f_{mis} \times f_{inv} \\ &= 100 \times 0.89 \times 0.93 \times 0.95 \times 0.90 \\ &= 70.77 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

2.11 อุปกรณ์สำหรับต่อวงจรระบบโซลาร์เซลล์

2.11.1 สายไฟฟ้าโซลาร์เซลล์

การเชื่อมต่อระบบโซลาร์เซลล์ ต้องใช้สายไฟฟ้า สาย PV / PV1-F เป็นสายไฟสำหรับไฟ DC ออกแบบมาเพื่อระบบโซลาร์เซลล์โดยเฉพาะ เป็นสายที่ทำจากทองแดงเคลือบดินบุก หุ้มฉนวน 2 ชั้น ทดความร้อนสูง มีความสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 80 °C ซึ่งเรียกสายสำหรับโซลาร์เซลล์ ภายในสาย PV1-F ประกอบด้วยสายเส้นเล็ก ๆ จำนวนมาก ทำให้เหมาะกับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี เพราะไฟฟ้าระบบกระแสตรง จะวิ่งที่ขอบของสายไฟเส้นเล็ก ๆ มีค่าความสูญเสียการไฟฟ้าน้อยกว่า การเลือกใช้สายจะต้องพิจารณากระแสแรงดัน และระยะทาง การใช้สายยาวมากเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสีย ดังนั้นการติดตั้งระบบจะต้องคำนวณค่าการสูญเสียที่ไม่ควรเกิน 0.6 โวลต์ สีของสายที่ใช้ในระบบสายสีแดงใช้เป็นสายไฟบวก ส่วนสายสีดำหรือสีอื่น ๆ ใช้เป็นสายไฟกราวด์หรือไฟลบ

แรงดันที่สูญเสีย=กระแสไฟฟ้า x $[0.02 \times \text{ความยาว (ม)} / \text{พื้นที่หน้าตัด (มม.}^2\text{)}]$



รูปที่ 2.17 สายไฟฟ้าโซลาร์เซลล์

ตารางที่ 2.1 การเลือกขนาดสายไฟ

กระแส (A)	รองรับแรงดันไฟฟ้า	ขนาดสาย (Sq.mm)
30	AC 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*1.52
41	AC 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*2.52
55	AC 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*4.024
70	AC 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*6.02
98	AC 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*102
132	AC 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*162
218	C 0.6/1kV; DC 1.8kV	PV1-F 1*352

2.11.2 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector



รูปที่ 2.18 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector

MC4 Connector เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อไฟฟ้า ประกอบด้วยขั้วต่อที่เป็นตัวเสียบ (plug) กับขั้วต่อที่เป็นตัวรับ (socket) นิยมใช้สำหรับเชื่อมต่อสายไฟของแผงโซล่าเซลล์เข้าด้วยกัน MC4 นั้นมีชื่อย่อจากชื่อบริษัทผู้ผลิต นั่นคือ บริษัท Multi-Contact ประเทศสหรัฐอเมริกา และ เลข 4 คือ ขนาดของหมุดตัวเชื่อม 4 mm² MC4 เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้สายไฟของแผงโซล่าเซลล์นั้น เชื่อมต่อกันได้

อย่างง่ายดาย เพียงดันตัว Connector ของแผงที่อยู่ติดกันด้วยมือเท่านั้นเอง เพียงแต่ว่าตัว Connector นี้ก็จะมีกลไกการล็อกการเชื่อมต่อเข้ากันของสายไฟ เพื่อป้องกันในกรณีที่สายไฟถูกดึงโดยไม่ตั้งใจ



รูปที่ 2.19 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector +

เต้าเสียบ และเต้ารับนี้จะถูกวางไว้ภายในวัสดุหุ้มที่เป็นพลาสติกที่จะเป็นเพศตรงข้ามกัน โดยเต้าเสียบจะใส่ไปในวัสดุหุ้มรูปทรงกระบอกที่คล้ายกับ connector ตัวเมีย แต่เรียกว่าตัวผู้ ส่วนเต้ารับใส่ในหัวรูปสี่เหลี่ยมที่คล้าย connector ตัวผู้ แต่เรียกว่าตัวเมีย



รูปที่ 2.20 ขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ MC4 Connector -

สำหรับ Connector ตัวเมียนั้น จะมีนิ้วพลาสติก 2 อัน ที่เวลาใส่ต้องกดตรงกลางเล็กน้อย เพื่อที่จะแทรกเข้าไปในรูด้านหน้าของ Connector ตัวผู้ เมื่อดันขั้วต่อสายโซล่าเซลล์ทั้งตัวผู้และ

ตัวเมียเข้าด้วยกันจะเข้าด้วยกันพอดี การเข้าหัวหมุด (Pin) จะต้องใช้คีมบีบ MC4 โดยเฉพาะเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สะดวก



รูปที่ 2.21 การบีบหัวต่อ

2.11.3 อุปกรณ์ตัดตอนของระบบโซลาร์เซลล์

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ผลิตสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง โดยเฉพาะอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit Breaker) หากนำ AC Circuit Breaker มาใช้กับวงจรระบบของกระแสตรงจะทำให้เกิดอันตราย การตัดวงจรจะช้ากว่าปกติ จะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ได้



รูปที่ 2.22 อุปกรณ์ตัดตอนของระบบโซลาร์เซลล์

2.12 การบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์

2.12.1 การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์

1. ทำความสะอาดคราบสกปรกและฝุ่นที่เกาะบนแผง โซลาร์เซลล์ด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาดและเช็ดคราบสกปรกออก บางครั้งคราบสกปรกจะเป็นพวกยางหรือมูลนกให้น้ำเย็นล้างและขัดด้วยฟองน้ำ ข้อควรระวังในการทำทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์คือ ห้ามใช้แปรงที่มีขนเป็นโลหะทำความสะอาดผิวของแผงโซลาร์เซลล์ นอกจากนี้ผงซักฟอกและน้ำยาใด ๆ ก็ไม่ควรใช้ในการทำความสะอาด เพราะอุปกรณ์และน้ำยาทำความสะอาดดังกล่าว จะทำให้เกิดรอยที่ผิวแผงโซลาร์เซลล์ได้ ควรหมั่นล้างทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์เป็นประจำเพื่อกำจัดฝุ่นผง ขี้นกหรือวัสดุอื่นๆ ซึ่งมาลดทอนแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวแผง ทำให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อยลงเกือบ 20% การล้างทำความสะอาดควรทำเวลาเช้า ไม่ควรทำเวลากลางวัน เพราะเมื่อกระจกแผงที่ร้อนเจอกับน้ำเย็น อาจจะทำให้กระจกแตกได้ นอกจากนี้ไม่ควรใช้วัสดุที่เป็นฝอยมาขัดคราบสกปรกบนกระจกแผง เพราะอาจจะทำให้กระจกเป็นรอยได้



รูปที่ 2.23 การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์

2. ตรวจสอบคุณภาพแผงโซลาร์เซลล์ยังมีสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่ เช่น รอยร้าว, รอยแตก, รอยฝ้าบริเวณผิว, มีรอยร้วของน้ำภายในผิวแผงโซลาร์เซลล์และสีของแผงเปลี่ยน เป็นต้น ให้มีการจดบันทึกและสังเกตการณ์สิ่งผิดปกติต่าง ๆ ถ้าประสิทธิภาพลดลง อาจจะมีการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแผงโซลาร์เซลล์ที่มีปัญหาดังกล่าว

3. ควรตรวจเช็คระบบโซลาร์เซลล์ว่าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามปกติ ตรวจเช็คทุกวัน หรือน้อยสัปดาห์ละครั้ง

4. ควรตรวจสอบส่วนที่ยึดโซล่าเซลล์ โครงเหล็ก น๊อตและสกรูต่าง ๆ ให้แน่นหนาดีอยู่เสมอ

5. ควรตรวจเช็คขั้วต่อและจุดเชื่อมต่อของสายไฟจุดต่าง ๆ ว่ามีการคลายตัวของขั้วต่อหรือไม่ ถ้ามีการขันสกรูเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้าให้แน่น (ถ้าจะขันสกรูจำเป็นต้องปิดไฟฟ้าในระบบเสียก่อน หรือใช้เครื่องมือที่มีฉนวนสามารถป้องกันไฟฟ้า)

6. ตรวจตรารอบ ๆ และเช็คดูว่าสายไฟที่อยู่ในระบบมีการชำรุดเสียหายหรือไม่ ถ้ามีให้ดำเนินการเปลี่ยนทันที เพราะสายไฟฟ้าที่เสียหายอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรและเกิดเพลิงไหม้ได้

2.12.2 การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้าและระบบควบคุมต่าง ๆ (Inverter and Controller)

ระบบแปลงกระแสไฟฟ้าและระบบควบคุมต่าง ๆ ควรมีสภาพที่สะอาดปราศจากฝุ่นเกาะสะสม ฉะนั้นควรใช้ผ้าแห้งเช็ดทำความสะอาดฝุ่นที่เกาะอุปกรณ์เหล่านี้ และใช้ไฟฉาย LED ส่องดูในช่องที่ตรวจสอบได้ยาก เช่น รอยต่อต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์ว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่ หากมีสภาพที่ไม่พร้อมใช้งานหรือชำรุด เช่น สายไฟมีการหลุดออกมา ถ้าตรวจพบให้ทำการแก้ไขให้เร็วที่สุด นอกจากนี้ต้องตรวจสอบกล่องที่ครอบอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ นี้ต้องไม่มีแมลงหรือหนูมาทำรัง หากมีให้กำจัดทิ้งเพื่อป้องกันแมลงและหนูมาทำให้ระบบมีปัญหา

2.12.3. การบำรุงรักษาระบบสายไฟและระบบเชื่อมต่อต่าง ๆ (Wiring and Connections)

การตรวจสอบระบบสายไฟและระบบเชื่อมต่อต่าง ๆ นั้นควรตรวจสอบว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีสภาพที่บ่งบอกถึงความไม่สมบูรณ์หรือชำรุดหรือไม่ เช่น รอยร้าว รอยแตก ความเสื่อมสภาพของฉนวนและท่อ รอยกัดกร่อนต่าง ๆ รอยไหม้ การเกิดประกายไฟตอนสับสวิตช์ไฟ สภาพของสายดินเป็นต้น หากเกิดปัญหาดังกล่าวให้แจ้งผู้ที่มาติดตั้งมาซ่อมบำรุงให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้

2.12.4 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Back-up)

แบตเตอรี่ใช้ในระบบที่ต้องการสำรองไฟฟ้าเอาไว้ใช้งานนั้น ต้องมีการตรวจสอบสภาพแบตเตอรี่ เช่น ปริมาณสารละลายอิเล็กโทรไลต์ รอยแตกร้าวบริเวณก้นแบตเตอรี่ รอยกัดกร่อนบริเวณขั้วแบตเตอรี่ ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ เป็นต้น แบตเตอรี่ที่มีสภาพดีควรสะอาด ไม่มีฝุ่นหรือคราบสกปรก และไม่ควรมีรอยกัดกร่อน และการรั่วของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ การเกิดปัญหาที่กล่าวมาให้ทำการซ่อมบำรุงดังนี้

1. หากปริมาณสารละลายอิเล็กโทรไลต์น้อยเกินไปให้ทำการเติมสารละลายเข้าไปเพิ่มให้อยู่ในระดับที่ใช้งานปกติ

2. การเกิดรอยกัดกร่อนบริเวณขั้วให้ทำความสะอาด ซึ่งลักษณะการกัดกร่อนบริเวณขั้วจะเป็นคราบสีขาว โดยปกติให้ทำความสะอาดเดือนละครั้ง

3. ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ควรมีการตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีความผิดปกติให้ทำการตรวจสอบ ช่อมบำรุง หรือเปลี่ยนก้อนแบตเตอรี่นั้น



รูปที่ 2.24 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่

4. ตรวจสอบเช็คสายไฟฟ้าตรงขั้วแบตเตอรี่ให้แน่นอยู่เสมอ ถ้ามีการคลายตัว ควรขันให้แน่น

5. สำหรับแบตเตอรี่แบบ Seal Lead-Acid (หรือแบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น) ช่วงระยะเวลาหนึ่งจะมีการใช้ไฟฟ้าที่เก็บอยู่ในแบตเตอรี่บ้าง ถ้าแบตเตอรี่ไม่ได้ถูกใช้งานเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้แบตเตอรี่ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

6. สำหรับแบตเตอรี่แบบ Flooded Lead-Acid (หรือแบตเตอรี่ที่ต้องเติมน้ำกลั่น) ควรเติมน้ำกลั่นเป็นประจำอย่างน้อยทุก ๆ 1 เดือน อย่าให้น้ำกลั่นในแบตเตอรี่แห้ง อายุการใช้งานจะสั้นลง และทุก ๆ 3-4 เดือนควรมีการกระตุ้นแบตเตอรี่โดยวิธีการที่เรียกว่า Equalization (การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่มากกว่าปกติ ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแบตเตอรี่แต่ละราย) เพื่อจะทำให้ประจุแบตเตอรี่แบบน้ำมีการแลกเปลี่ยนปฏิกิริยาทางเคมีภายใน ทำให้กลับมามีสถานะสมดุลอีกครั้ง ช่วยยืดอายุแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท นิวเพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด

451 หมู่ 12 ซ. 18/4 ถ.พุทธมณฑลสาย 3



รูปที่ 3.1 ที่ตั้งสถานประกอบการ

3.2 สถานที่ออกปฏิบัติงาน

บริษัท นิวเพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด

หมู่ 12 ซ. 18/4 ถ.พุทธมณฑลสาย 3



รูปที่ 3.2 สถานที่ปฏิบัติงาน

3.3 ลักษณะ ประกอบการขององค์กร

บริษัท นิวเพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด เป็นบริษัทสำหรับการออกแบบและติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ รวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งช่างไฟฟ้า ลักษณะงาน เดินราง ติดตั้งระบบไฟฟ้า ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ และ ติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโซล่าเซลล์ เช่น ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบริษัท

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา คุณประพันธ์ หารไชย ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันที่ 15 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด

3.7.1.1 การออกแบบระบบ PVs ที่ผลิตไฟฟ้าแล้วจ่ายเข้าสายส่งโดยตรง (ไม่มีการติดตั้งระบบสำรองไฟ)

3.7.1.2 การออกแบบระบบ PVs ที่ผลิตไฟฟ้าแล้วใช้ภายในบ้าน (มีการติดตั้งระบบสำรองไฟ)

3.7.2 ขั้นตอนการวางแผน

3.7.2.1 โซลาร์ที่เลือกใช้

3.7.2.2 แบตเตอรี่ที่เลือกใช้

3.7.2.3 ชาร์จคอนโทรลที่เลือกใช้

3.7.2.4 อินเวอร์เตอร์ที่เราเลือกใช้

3.7.3 การออกแบบการวางแผน

3.7.3.1 สั่งแบบ AutoCad

3.7.3.2 สั่งแบบ Auto Cad Singleline

3.7.4 การจัดทำ BOM (Bill Of Materials)

3.7.5 ติดตั้งโครงSupport

3.7.5.1 ประกอบ Mounting หรือโครง Support

3.7.5.2 วาง Marking ตำแหน่งยึด Bracket กับคานาฟ้า

3.7.5.3 ยึดเสา Support กับ Bracket กับคานาฟ้า

3.7.5.4 วางคานายึดเสา Support

3.7.5.5 วางแปร์ Aluminium Profile

3.7.6 การติดตั้งและเดินสาย

3.7.6.1 ติดตั้งกล่อง Array Junction Box กับเสา Support

3.7.6.2 ดึงร้อยสาย DC: Solar cable 6 sq.mm ไปยัง Array Junction Box

3.7.6.3 ดึงร้อยสาย DC: 2xCV 6 sq.mm พร้อมสายดิน จาก Array Junction Box

3.7.6.4 ดึงร้อยสายสัญญาณจาก Sunny Sensor ไปยัง Sunny Webbox

3.7.6.4.1.ต่อ sensor ต่าง ๆ เข้ากับ panel ที่ sensor box กำหนด

3.7.6.4.2.ต่อสาย Solar (RJ45) เข้ากับ slot ช่อง Out

3.7.6.5 ขั้นตอนการเซตค่า Datamanager2.0

3.7.6.5.1 เปิดโปรแกรม Fronius Solar.access

3.7.6.5.2 กดเลือกที่ Administration และเลือกที่ Create PV System

3.7.6.5.3 กรอกราคาให้ครบ ตามช่องที่กำหนด

3.7.6.5.4 เลือกที่ PV System และเลือกตามชื่อที่เราตั้งไว้และทำตาม

ขั้นตอนดังรูปภาพ

3.7.6.5.5 กดเลือกที่ WLAN

3.7.6.5.6 การเซตค่า wifi

3.7.6.5.7 การให้เครื่อง Inverter ส่งข้อมูลเข้าสู่

3.7.6.6 ติดตั้งอินเวอร์เตอร์

3.7.6.7 ติดตั้ง Sunny Webbox

3.7.7 ติดตั้งในส่วนตู้เมนและ Circuit Breaker

3.7.7.1 คึงร้อยสาย AC: 2*CV 2.5 sq.mm จาก DC/AC Control cabinet ไปยัง

เคำรับ

3.7.8 งานทดลองการทำงานจริง (Trail/Commissioning)

ตารางที่ 3.1 ฝั่งเวลาในการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้อ	พ.ศ. 2561									
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1	การเรียนรู้ทฤษฎี										
2	การออกสหกิจ										
3	การค้นคว้าหาข้อมูล										
4	การจัดทำโครงงาน										
5	การส่งเล่มสหกิจ										



เวลาที่วางแผน



เวลาที่ดำเนินการ

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

3.8.1 เหล็ก อลูมิเนียม

3.8.2 แคลมป์ล็อกแผง

3.8.3 เทปพันสายไฟ

3.8.4 ไขควงแบน-แฉก

3.8.5 สว่านไฟฟ้า

3.8.6 เชือกแลมป์

3.8.7 คีมตัด คีมจับ คีมปอกสายไฟฟ้า

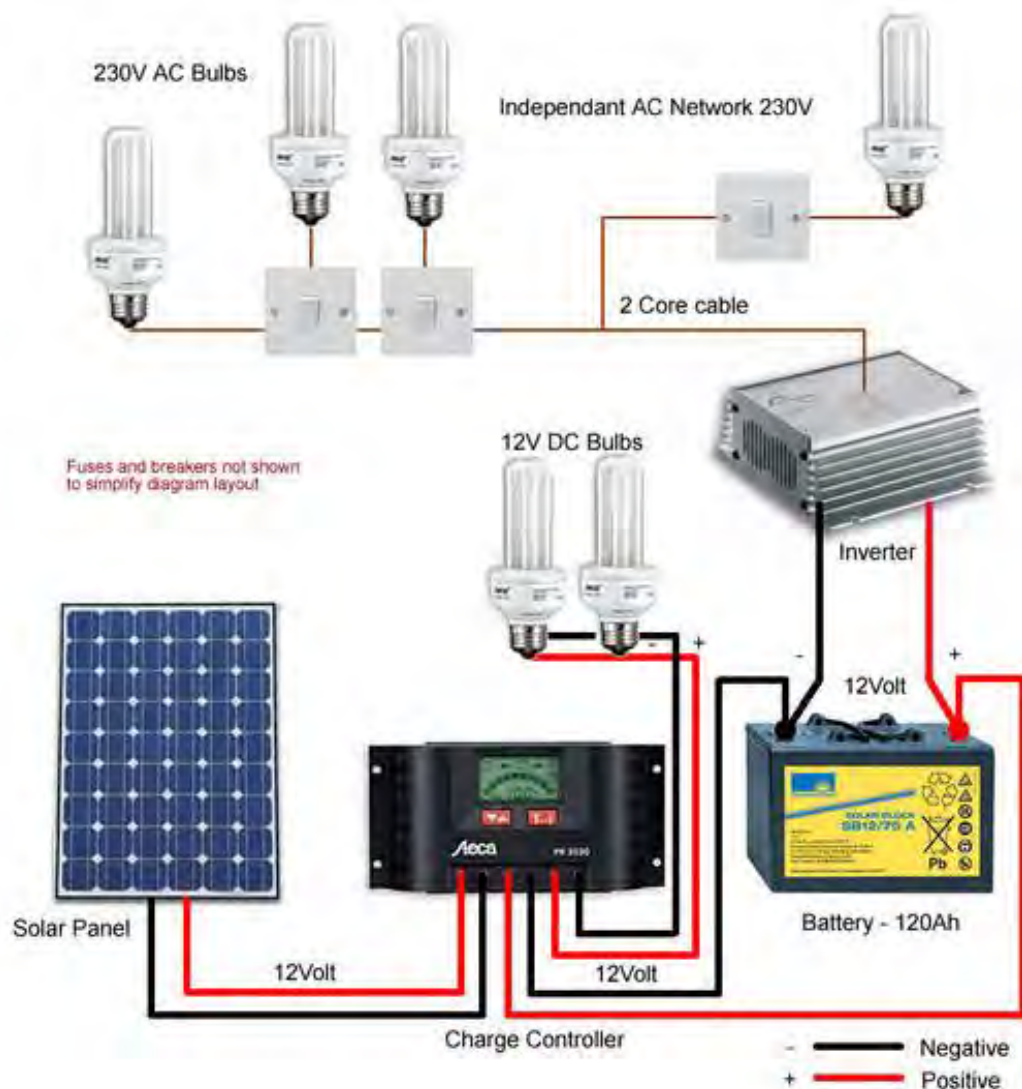
3.8.8 เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติตามโครงการ

4.1 การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด

ระบบที่ทำการออกแบบและติดตั้งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นระบบโซลาร์เซลล์ที่ใช้ชาร์จคอนโทรลเลอร์และมีแบตเตอรี่เก็บพลังงานให้สามารถใช้ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน และจะต้องแปลงพลังงานงานจาก DC เป็นพลังงาน AC โดยใช้อินเวอร์เตอร์ที่ต่อกับโหลด AC ในการออกแบบแต่ละงานขึ้นอยู่กับโหลดที่ต้องการใช้ของบ้านลูกค้า ซึ่งจะทำให้รู้ว่าจะต้องใช้ชาร์จคอนโทรลเลอร์แบบใดและใช้แผงโซลาร์เซลล์กับอินเวอร์เตอร์ขนาดเท่าไร



รูปที่ 4.1 ระบบโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด

4.1.1 การออกแบบระบบ โซลาร์เซลล์ (PVs) ที่ผลิตไฟฟ้าแล้วจ่ายเข้าสายส่งโดยตรง (ไม่มีการติดตั้งระบบสำรองไฟ)

การคำนวณระบบนี้จะคำนวณจากพื้นที่ที่ใช้สำหรับติดตั้งเป็นหลัก โดยมีหลักการคำนวณดังนี้ สมมติว่า หลังคาบ้านมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 60 ตารางเมตร ต้องการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ จากผู้ขายรายหนึ่งซึ่งมีข้อมูลการผลิตดังนี้ มีค่า STC เท่ากับ 275 วัตต์ต่อแผงโซลาร์เซลล์ โดยพื้นที่ของแผงโซลาร์เซลล์ 1 แผง อยู่ที่ 1.65 ตารางเมตร แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดที่ 12 V จะสามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าจ่ายเข้าสายส่งที่ได้เท่าไร

วิธีทำ

$$\text{จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้} = 60/1.65$$

$$= 36 \text{ แผง}$$

$$\text{พื้นที่บนหลังคาสามารถผลิตกำลังไฟได้สูงสุด} = \text{จำนวนแผง} \times \text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากแผง}$$

$$= 36 \times 275$$

$$= 9,900 \text{ วัตต์}$$

$$\text{กำลังไฟที่สามารถผลิตได้จริง}$$

$$= \text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้} \times f_{\text{temp}} \times f_{\text{dirt}} \times f_{\text{mis}} \times f_{\text{inv}}$$

$$= 9,900 \times 0.89 \times 0.93 \times 0.95 \times 0.90$$

$$= 7006 \text{ W หรือ } 7.006 \text{ kW}$$

ชั่วโมงการผลิตไฟฟ้าของระบบ PVs อยู่ในช่วง 9 โมงเช้าถึงบ่าย 3 โมง คิดเป็น 6 ชั่วโมง

$$\text{ระบบ PVs สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้} = \text{กำลังไฟฟ้าผลิตได้จริง (kW)} \times \text{ชั่วโมงการผลิตไฟฟ้า}$$

$$= 7.006 \text{ kW} \times 6 \text{ hr/day}$$

$$= 42 \text{ kWh (หน่วย)/day}$$

สรุปได้ว่า หลังคาบ้านแห่งนี้สามารถติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 36 แผง เพื่อผลิตกำลังไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้จริง 7.06 kW และ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ให้แก่โหลดประมาณ 42 หน่วยต่อวัน

4.1.2 การออกแบบระบบ PVs ที่ผลิตไฟฟ้าแล้วใช้ภายในบ้าน (มีการติดตั้งระบบสำรองไฟ)

การคำนวณระบบแบบนี้จะคำนวณจากการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านเป็นหลัก โดยมีหลักการคำนวณดังนี้

สมมติว่า หลังคาบ้านมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 60 ตารางเมตร ต้องการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จากผู้ขายรายหนึ่งซึ่งมีข้อมูลการผลิตดังนี้ มีค่า STC เท่ากับ 275 วัตต์ต่อแผงโซลาร์เซลล์ โดยพื้นที่ของแผงโซลาร์เซลล์ 1 แผงอยู่ที่ 1.65 ตารางเมตร แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดที่ 12 V จะสามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่จำนวนเท่าไร เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้ภายในบ้านอย่างเหมาะสม โดยรายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหลังนี้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

อุปกรณ์ (หน่วย)	จำนวน	เวลาการใช้งาน ต่อวัน (hrs/day)	สัดส่วนการทำงาน ของอุปกรณ์
หลอดไฟขนาด 36 W (หลอด)	5	8	100
หลอดไฟขนาด 18 W (หลอด)	2	6	100
TV LED 40 นิ้ว 150 W (เครื่อง)	1	6	100
ไมโครเวฟ 800 W (เครื่อง)	1	0.2	100
Laptop 120 W (เครื่อง)	2	4	100
ตู้เย็น 6 คิว 100 W (ตู้)	1	24	40
หม้อหุงข้าว 500 W (หม้อ)	1	0.25	90
พัดลมตั้งพื้น 55 W (ตัว)	2	10	100

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวัน = ผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์แต่ละชนิด

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ = กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ × สัดส่วนการใช้พลังงาน × จำนวน × ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน

ฉะนั้นสามารถหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวันได้ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวัน

อุปกรณ์ (หน่วย)	จำนวน	เวลาการใช้งาน ต่อวัน (hrs/day)	สัดส่วนการ ทำงาน ของอุปกรณ์ (%)	พลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ต่อ วัน (kWh/day)
หลอดไฟขนาด 36 W (หลอด)	5	8	100	1.44
หลอดไฟขนาด 18 W (หลอด)	2	6	100	0.43
TV LED 40 นิ้ว 150 W (เครื่อง)	1	6	100	0.9
ไมโครเวฟ 800 W (เครื่อง)	1	0.2	100	0.16
Laptop 120 W (เครื่อง)	2	4	100	0.96
ตู้เย็น 6 คิว 100 W (ตู้)	1	24	40	0.96
หม้อหุงข้าว 500 W (หม้อ)	1	0.25	90	0.11
พัดลมตั้งพื้น 55 W (ตัว)	2	10	100	1.10
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ในแต่ละวัน				6.06

เมื่อคำนวณพลังงานที่ใช้ได้ในแต่ละวันแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้จริง โดยการออกแบบที่เหมาะสมควรให้แผงโซลาร์เซลล์ทำงานในช่วง 9 ชั่วโมง 30 นาที ในแต่ละวัน (6 ชั่วโมงต่อวัน) ฉะนั้นสามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าจริงที่แผงโซลาร์เซลล์ทำได้จาก

จำนวนแผง PV สำหรับติดตั้ง = กำลังไฟฟ้าที่แผง PV ผลิตได้สูงสุด/กำลังไฟฟ้า STC ต่อหนึ่ง
แผง PVs

$$= 6060 \text{ W} / 275 \text{ W แผง}$$

$$= 22.036 \text{ แผง ประมาณ 23 แผง (ให้ประมาณเพิ่มขึ้นเสมอ)}$$

พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้ง

$$= \text{จำนวนแผง PV ที่จะติดตั้ง} \times \text{พื้นที่ของแผง PV 1 แผง}$$

$$= 23 \times 1.65 \text{ ตารางเมตรต่อแผง}$$

$$= 37.95 \text{ ตารางเมตร หรือประมาณ 38 ตารางเมตร}$$

ต่อไปนี้เป็นกรคำนวณแบตเตอรี่เพื่อใช้สำรองพลังงานไฟฟ้าในยามฉุกเฉินหรือวันที่ฟ้าปิด โดยทั่วไปจะมีการเก็บไฟสำรองไว้ใช้ในเวลากลางคืนประมาณ 1 – 3 วัน ซึ่งจะคำนวณการเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองไว้ใช้ได้จนถึง 3 วัน ซึ่งแบตเตอรี่ที่ใช้เก็บพลังงานไฟฟ้าหนึ่งลูกมีขนาด 24 V

$$\begin{aligned} \text{ขนาดแบตเตอรี่ (Ah)} &= \text{พลังงานที่ต้องการใช้ 3 วัน/แรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่} \times 0.8 \\ &\quad (\text{ค่าการใช้งานของแบตเตอรี่}) \\ &= \frac{6060 \times 3}{12} \text{ V} = 757.5 \text{ Ah หรือขนาด 1000Ah} \end{aligned}$$

4.2 ขั้นตอนการวางแผน

4.2.1 โซล่าที่เลือกใช้

โซล่าเซลล์ที่เลือกใช้คือแผงโซล่าเซลล์แบบโพลีเอทิลีน 260W - 275W สามารถให้พลังงานสูงสุดที่ 275W เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในตารางที่ 4.3 กับตาราง ที่ 4.2 ตารางพลังงานที่ใช้แต่ละวัน แผงโซล่าเซลล์ชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับการใช้งานที่สุด



รูปที่ 4.2 แผงโซล่าเซลล์

ตารางที่ 4.3 Name Page

แม็กซ์ไฟ	260	265	270	275
ความทนทานต่อไฟฟ้า	0 ถึง + 6W (± 3%)			
แรงดันที่ pmax (VMP)	31.1	31.4	31.7	32.0
ปัจจุบันที่ pmax (Imp)	8.37	8.44	8.52	8.61
แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Voc)	38.1	38.6	38.8	39.1
กระแสลัดวงจร (Isc)	8.98	9.03	9.09	9.15
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดของระบบ (VDC)	1000V (IEC) 600v (UL)			
ประสิทธิภาพของเซลล์	17.9	18.2	18.5	18.8
ประสิทธิภาพโมดูล	16.0	16.3	16.6	16.9
หมายเลขไดโอดไดโอด (ชิ้น)	3			
ฟิวส์ Max.series (A)	15A			
สัมประสิทธิ์อุณหภูมิ pmax	-0.395% / °C			
สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเสียงเรียก	-0.317% / °C			
ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ isc	0.0377% / °C			
อุณหภูมิของเซลล์ปฏิบัติการที่กำหนด	45 ± 2 °C			
* เงื่อนไข STC (1000W / m²; 1.5AM และอุณหภูมิเซลล์ 25 °C)				

4.2.2 แบตเตอรี่ที่เลือกใช้

แบตเตอรี่ที่เลือกใช้คือ POWERSTAR 12V 100Ah Sealed Lead Acid Rechargeable Deep Cycle Battery ซึ่งในแบตเตอรี่ที่ใช้เก็บพลังงานหนึ่งลูกมีขนาด 12 V 100 Ah เมื่อเปรียบกับการคำนวณแล้วจะต้องใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้



รูปที่ 4.3 แบตเตอรี่

4.2.3 ชาร์จคอนโทรลที่เลือกใช้

ชาร์จคอนโทรลที่เลือกใช้คือ SLC-GP Series Available in 20A 30A 12-24V ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต่อระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ทำงานโดยการปลดโหลด ถ้าพบว่าแบตเตอรี่อยู่ต่ำกว่าในระดับที่ตั้งไว้เพื่อป้องกันการเสื่อมเร็วของแบตเตอรี่ แต่ถ้าค่าแรงดันเพิ่มขึ้นตัวชาร์จก็จะทำการต่อโหลดใหม่และตัวชาร์จจะชาร์จรักษาระดับแรงดันในแบตเตอรี่ให้คงที่อยู่เสมอ



รูปที่ 4.4 ชาร์จคอนโทรล

4.2.4 อินเวอร์เตอร์ที่เราเลือกใช้

อินเวอร์เตอร์ที่เราเลือกใช้ การเลือกใช้อินเวอร์เตอร์จะต้องคำนึงถึงเรื่องของ PDC ที่ตัวอินเวอร์เตอร์นั้นจะรับได้ โดยใช้หลักการคำนวณ

PDC	3710	W	IDCmax	16.1	A	VDCmin	230	V
	VDCstart	260	V					
VDC.r	370	V	VDCmax	600	V	Vmpp	230-500V	

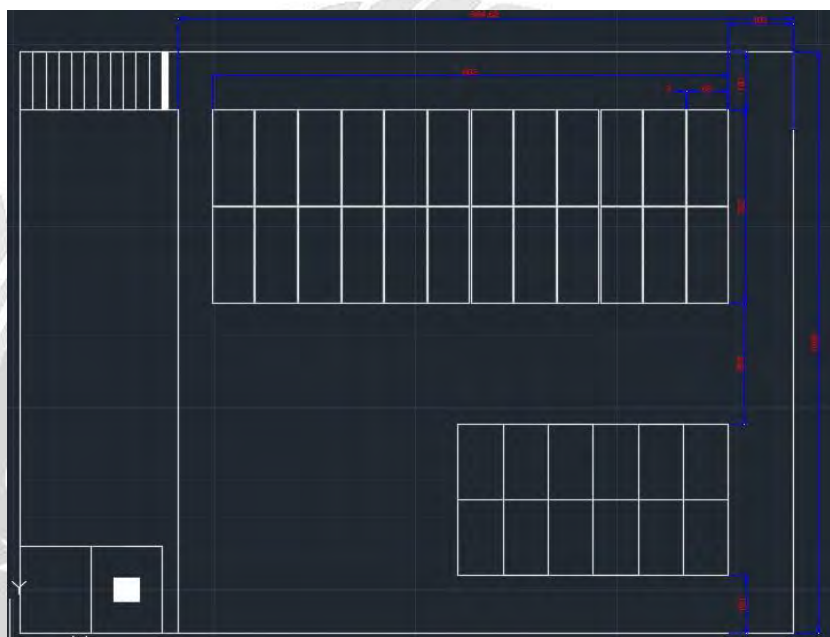


รูปที่ 4.5 อินเวอร์เตอร์

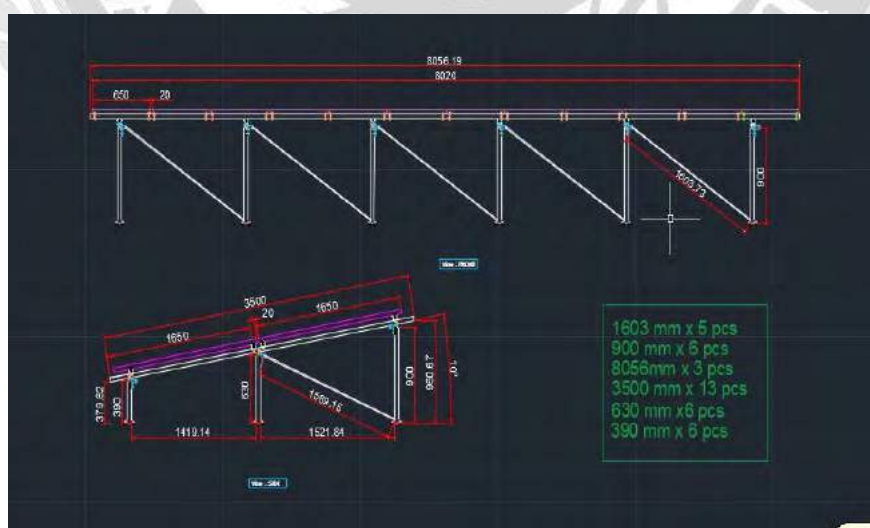
4.3 การออกแบบการวางแผง

4.3.1 แบบโดยใช้โปรแกรม AutoCad เพื่อการติดตั้ง

การออกแบบในการวางแผงโซลาร์เซลล์ต้องคำนึงถึงพื้นที่ ที่จะทำการติดตั้งโซลาร์เซลล์ ว่ามีพื้นที่ที่จะวางแผงแบบไหน ความสูงของตัวโครงสร้างรวมถึงองศาและทิศทางที่เราจะทำการวางแผงว่าควรหันไปทิศทางไหน แผงโซลาร์เซลล์จึงจะสามารถรับแสงและทำงานได้อย่างเต็มที่



รูปที่ 4.6 การออกแบบการวางแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 4.7 การออกแบบโครงสร้าง

4.4 การจัดทำ BOM (Bill Of Materials)

เมื่อออกแบบตามขั้นตอนและก่อนที่เราจะสั่งซื้อวัสดุ จะต้องจัดทำรายการสั่งซื้อวัสดุ หรือ BOM เพื่อแก้ไขปัญหาการซื้อวัสดุเกินหรือผิดพลาด แสดงได้ดังตารางที่ 4.4

Part Number		Description	Qty	Price	Total
300-0001		Reddot Rack High Strengthen Rail 4200 mm	270	580	156,600.00
300-0002		Reddot Rack High Strengthen Rail 3200 mm	444	443	196,692.00
303-0001		Rail joiner	408	24	9,792.00
302-0003		*** Universal End Clamp ***	200	24	4,800.00
301-0001		Universal Mid Clamp with earthing washer	2076	31	64,356.00
314-0001		Kilp lok 700 bracket	1792	69	123,648.00
305-0001		Earthing Lug 4-6mm Core	332	24	7,968.00
319-0001		T-Head Rail Connector with Nut	1792	10	17,920.00
304-0002		L-bracket (M10 hole)	1792	18	32,256.00
Note :					
Condition :			Sub total		฿ 614,032.00
- 100% deposit when issue PO			Discount		
			Sub total after discount		฿ 614,032.00
			Vat 7%		฿ 42,982.24
			Total amount		฿ 657,014.24
			Price/watt		฿ 1.97

ตารางที่ 4.4 Bill Of Materials

4.5 ติดตั้งโครง Support

4.5.1 ประกอบ Mounting หรือโครง Support

การประกอบโครงสร้าง Support จะต้องประกอบตามแบบที่เราได้วาดไว้ให้ตรงตามแบบ การประกอบชิ้นส่วนแต่ละจุดจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะว่าถ้าหากผิดที่จุดใดจุดหนึ่งจะ ก่อให้เกิดปัญหาต่อชิ้นงานและโครงสร้างต่าง ๆ ได้ สิ่งที่เราจะต้องคำนึงถึงก็คือรายละเอียดของ แบบที่เราได้ทำการวาดไว้ และลงมือทำตามแบบ



รูปที่ 4.9 การประกอบโครงสร้าง

4.5.2 วาง Marking ตำแหน่งยึด Bracket กับดาดฟ้า

การยึด Bracket กับดาดฟ้าก่อนที่จะทำการยึด Bracket กับดาดฟ้า จะต้องหาดำแหน่งในการวางให้ได้ก่อน เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญถ้าหากวางตำแหน่งยึด Bracket ผิดตั้งแต่แรกก็จะทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานและอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานได้ ดังนั้นต้องได้ตำแหน่งของการยึด Bracket ก่อน จึงจะทำการเจาะและยึดติดกับดาดฟ้าได้



รูปที่ 4.10 วาง Marking ตำแหน่งยึด Bracket กับดาดฟ้า

4.5.3 ยึดเสา Support กับ Bracket กับดาดฟ้า

การยึดเสา Support คือการยึดตัวเสา Support ให้ติดกับ Bracket ที่ทำการยึดไว้กับดาดฟ้า และขั้นตอนนี้ จะต้องคำนึงถึงองศาเป็นหลัก เพราะตัวเสา Support ต้องตั้งฉากกับพื้น 90°



รูปที่ 4.11 ยึดเสา Support

4.5.4 วางคานยึดเสา Support

วางคานยึดเสา Support เป็นการวางคานและยึดคานเข้ากับตัวเสา Support เพื่อรองรับตัวแปรร Aluminium



รูปที่ 4.12 การวางคาน

4.5.5 วางแปรง Aluminium Profile

วางแปรง Aluminium คือการวางแปรง Aluminium เข้ากับคานที่ได้วางไว้ โดยการใช้ผู้นวดในการยึดเพื่อให้ได้ความแข็งแรง โดยก่อนทำการยึดตัวแปรง Aluminium จะต้องเว้นระยะห่างในการวางแปรงให้เท่ากับแผงโซลาร์เซลล์ 1 แผง เพราะระยะในการวางจะต้องขึ้นอยู่กับระยะในการยึดตัวแผงโซลาร์เซลล์กับแปรง Aluminium และรองรับแผงโซลาร์เซลล์โดยการยึดตัวแผงโซลาร์เซลล์ให้ติดกับแปรงที่รองรับอยู่



รูปที่ 4.13 วางแปรง Aluminium Profile

4.6 การติดตั้งและเดินสายไฟ

4.6.1 ติดตั้งกล่อง Array Junction Box กับเสา Support

ติดตั้งกล่อง Array Junction Box กับเสา Support ดังแสดงในรูปที่ 4.14 เพื่อการแยกสายของโซล่าเซลล์ ว่ามีกี่ชุดและติดตั้งไว้เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมแซมทำให้ กล่อง Array Junction Box มีความสำคัญในการเดินสายไฟมากและตรวจสอบเช็คความผิดปกติของแผงโซล่าเซลล์เป็นอย่างมาก



รูปที่ 4.14 ติดตั้งกล่อง Array Junction Box

4.6.2 ดึงร้อยสาย DC: Solar cable 6 sq.mm ไปยัง Array Junction Box

ต่อสายเข้ากับ Circuit Breaker ที่มีเบตเตอร์เชื่อมอยู่อีกด้านหนึ่งและต่อเข้ากับโซล่าชาร์จคอนโทรลดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 การดึงร้อยสาย DC:Solar

4.6.3 ดึงร้อยสาย DC: 2xCV 6 sq.mm พร้อมสายดิน จาก Array Junction Box



รูปที่ 4.16 การดึงร้อยสาย DC: 2xCV 6 sq.mm พร้อมสายดิน

4.6.4 ดึงร้อยสายสัญญาณจาก Sunny Sensor ไปยัง Sunny Webbox

การต่อ sensor ต่าง ๆ เข้ากับ panel ที่ Sensor Box กำหนดและการต่อสาย Solar (RJ45) เข้ากับ slot ช่อง Out เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Datamanager 2.0 แสดงได้ดังรูปที่ 4.17

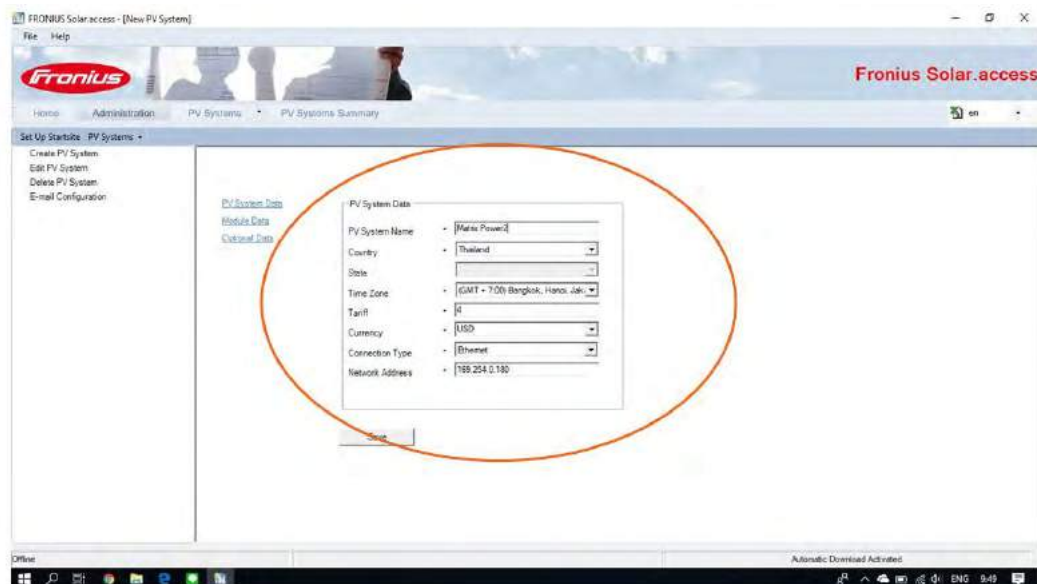


รูปที่ 4.17 การดึงร้อยสายสัญญาณจาก Sunny Sensor

4.6.4 ขั้นตอนการเซตค่าDatamanager2.0

4.6.4.1 เปิดโปรแกรม Fronius Solar.access

4.6.4.2 กดเลือกที่ Administration และเลือกที่ Create PV System

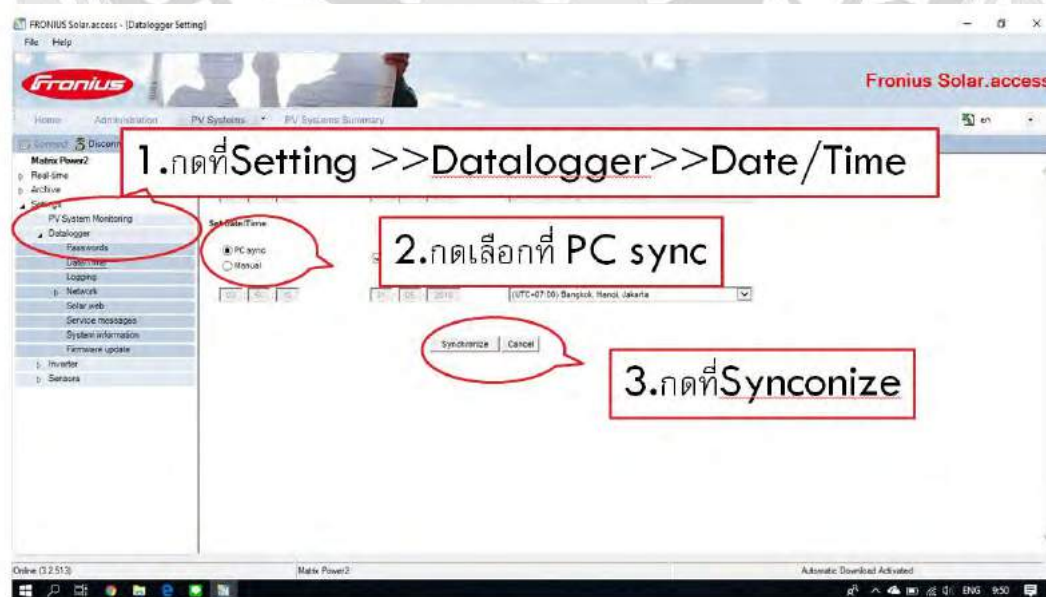


รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการเซตค่าDatamanager2.0 (1)

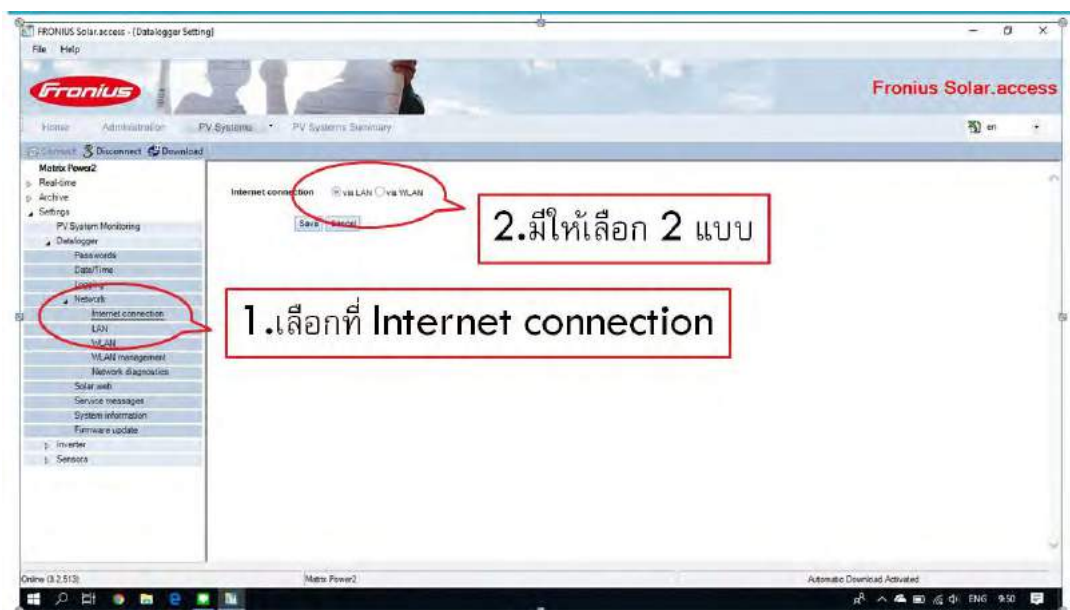
4.6.4.3 กรอกรค่าให้ครบ ตามช่องที่กำหนด

4.6.4.4 เลือกที่ PV System และเลือกตามชื่อที่เราตั้งไว้และทำตามขั้นตอน

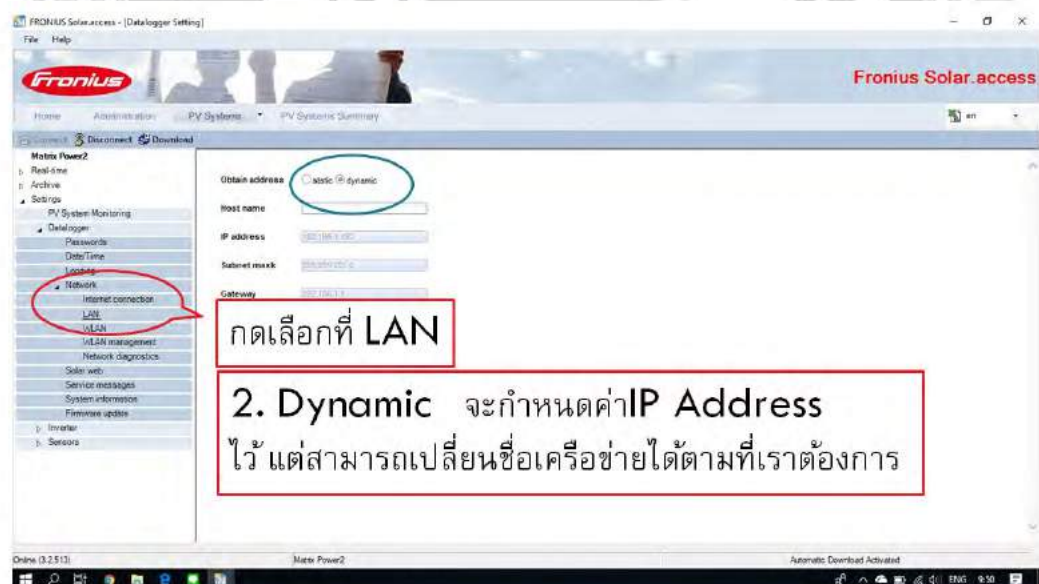
ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการเซตค่าDatamanager2.0 (2)



รูปที่ 4.20 ขั้นตอนการเซตค่าDatamanager2.0 (3)



รูปที่ 4.21 ขั้นตอนการเซตค่าDatamanager2.0 (4)

4.6.4.5 กดเลือกที่ WLAN

4.6.4.6 การเซทค่า wifi

การเซทค่า wifi ให้ Inverter เชื่อมต่อกับสัญญาณ wifi โดยดับเบิลคลิก ชื่อสัญญาณที่เราต้องการเชื่อมต่อในช่อง ssid หลังจากนั้นให้ใส่รหัสผ่าน wifi จากนั้นกด Save ชื่อ wifi ที่เลือกจะปรากฏในหัวข้อ Configured Networks จากนั้นให้สังเกตช่อง Status ถ้าขึ้นว่า "Connected" เสร็จสิ้น

4.6.4.7 การให้เครื่อง Inverter ส่งข้อมูลเข้าสู่ website ของระบบ

โดยเราสามารถเลือกให้อัพเดทข้อมูลได้แบบที่เราต้องการจากนั้นกด "Save" การลงทะเบียนระบบ Solar ให้กดด้านบน "Solar.web.registration"

By continuing to use this site, you agree to the use of cookies. More information

Yes, I agree to the use of cookies.

Product registration

RESET SAVE

General

PV system name

Matrix Power2

Data sources for PV system

240.68374

Address

Country

Contacts

E-mail

PV System Name : ให้ตั้งชื่อระบบ

Data source for PV System: ให้กรอกIP Address ของData Logger

จากนั้นกด "Save"

รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการเซทค่าDatamanager2.0 (5)

4.6.6 ติดตั้งอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 4.23 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์

4.6.7 ติดตั้ง Sunny Webbox

การติดตั้ง Datamanager 2.0 ให้ติดตั้งใน Slot ใดก็ได้ไม่ต้องถอด ENS ออก จากนั้นให้โยก switch ไปที่ Position A แล้วต่อสาย Lan เพื่อ Set ค่า โดยต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยให้โปรแกรม Fronius Solar Access หรือใช้ IE โดยกรอก IP Address: 169.254.0.180



รูปที่ 4.24 การติดตั้ง Sunny Webbox

4.7 ติดตั้งในส่วนตู้เมนและ Circuit Breaker



รูปที่ 4.25 Circuit Breaker

4.7.1 ดึงร้อยสาย AC: 2*CV 2.5 sq.mm จาก DC/AC Control cabinet ไปยังตู้รับ



รูปที่ 4.26 ดึงร้อยสาย AC: 2*CV 2.5 sq.mm

4.8 งานทดลองการทำงานจริง (Trail/Commissioning)

ก่อนที่เราทำการทดลองจริงจะต้องมีการตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ที่ได้ทำการติดตั้งไว้ก่อนจึงจะสามารถกดสวิทช์ออนไลน์เวอร์เตอร์ได้



รูปที่ 4.27 การทดลองการทำงานจริง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

5.1.1 การดำเนินงานโครงการ

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท นิเพาเวอร์ ซิสเต็มส์ นำเสนอ การออกแบบและติดตั้งโซล่าเซลล์ระบบ Off-Grid ได้ดำเนินงานด้านการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ การออกแบบในการวางแผนโซล่าเซลล์ การติดตั้ง และตรวจสอบการทำงานให้ได้มาตรฐานของไฟฟ้าการปฏิบัติงานสามารถลุล่วงได้เป็นอย่างดีจากการให้ความช่วยเหลือและแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยงที่คอยกำกับดูแล

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ

- ขาดทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ
- ขาดทักษะความชำนาญในการติดตั้ง และตรวจสอบระบบการจ่ายรับ-จ่ายไฟฟ้าของโซล่าเซลล์
- ขาดข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานทางด้านการติดตั้ง
- ขาดข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบและวางแผนโซล่าเซลล์

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

- สอบถามจากพนักงานที่มีข้อมูลในการดำเนินงานและมีทักษะที่จะตรวจสอบงานได้อย่างถูกต้อง
- ให้ผู้ที่มีความชำนาญตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานต่าง ๆ อีกครั้ง

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- ได้เรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานตามหน่วยงานจริง
- ได้เรียนรู้การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี
- ได้เรียนรู้การเตรียมความพร้อมก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงาน
- ได้เรียนรู้การวางตัวในการทำงานภายในบริษัท
- ได้รู้จักการทำงานเป็นทีมภายในบริษัท

5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- เกิดสื่อสารผิดพลาดในการทำงานเป็นทีม
- อุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละครั้ง
- การทำงานผิดพลาดและต้องแก้ไขซ้ำในจุดเดิม

5.3.3 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีระบบการสื่อสารที่เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน
- ควรมีอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการใช้งานเพื่อไม่ให้งานเสร็จล่าช้า



บรรณานุกรม

โซล่าเซลล์ไทยแลนด์96. (ม.ป.ป.). วิธีการเลือกซื้อแผงโซล่าเซลล์ (Solar Cell) และอุปกรณ์

เข้าถึงได้จาก <http://solarcellthailand96.com/design-calculator/buy-solar-cell/>

โซล่าเซลล์ไทยแลนด์96. (ม.ป.ป.). วิธีการคำนวณและออกแบบระบบโซล่าเซลล์ สูตรคำนวณ

แบตเตอรี่แบบบ้าน ๆ เข้าใจง่าย ๆ. เข้าถึงได้จาก <http://solarcellthailand96.com/design-calculator/easy-formula/>

บ้านจอมยุทธ. (ม.ป.ป.). เซลล์แสงอาทิตย์. เข้าถึงได้จาก https://www.baanjommyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/01.html

บริษัท AEC EXPORT. (ม.ป.ป.). การทำงานของระบบโซล่าเซลล์. เข้าถึงได้จาก

<http://www.aecexport.com/solar-cell/how-to-solar-cell-process/>

Solar Smile Knowledge. (ม.ป.ป.). ผลงานแสงอาทิตย์. เข้าถึงได้จาก <http://solar>

[smileknowledge.com /](http://smileknowledge.com/)

Solar Smile Knowledge. (ม.ป.ป.). โซล่าเซลล์. เข้าถึงได้จาก <https://solarsmileknowledge.com/solar-cell/>



ภาคผนวก ก

(ความเป็นมาของมาตรฐาน ISO 9001:2000 ISO 50001)



มาตรฐาน ISO 9001: 2000 เป็นมาตรฐานสากลที่องค์กรธุรกิจทั่วโลกให้ความสำคัญ เพื่อความเป็นเลิศทางด้านคุณภาพและควมมีประสิทธิภาพของการดำเนินงานภายในองค์กร

ความเป็นมาของมาตรฐาน ISO 9001:2000

ISO มาจากคำว่า (International Standardization and Organization) มีชื่อว่าองค์การมาตรฐานสากล หรือองค์การระหว่างประเทศ ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ.1946 มีสำนักงานอยู่ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ มีวัตถุประสงค์คล้าย ๆ กับองค์การการค้าอื่น ๆ ของโลก คือจัดระเบียบการค้าโลก ด้วยการสร้างมาตรฐานขึ้นมา ใครเข้าระบบกติกานี้ถึงจะอยู่ได้

ช่วงที่ ISO ก่อตั้งขึ้นเป็นช่วงสงครามโลกเพิ่งจะจบลงใหม่ ๆ ดังนั้นประเทศต่าง ๆ ก็ไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มากนัก ต่างคนต่างขายของโดยมีระบบมาตรฐานไม่เหมือนกัน จนกระทั่งในปี 2521 เยอรมนีเป็นตัวตั้งตัวตีให้ทั่วโลกมีมาตรฐานคุณภาพสินค้าเดียวกัน ส่วนองค์กรมาตรฐานโลกก็จัดตั้งระบบ ISO/TC176 ขึ้นต่อมาอีก 1 ปี อังกฤษพัฒนาระบบคุณภาพที่เรียกว่า BS5750 ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้สำเร็จจากนั้นในปี 2530 ISO จึงจัดวางระบบการบริหารเพื่อการประกันคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ผ่านระบบเอกสาร หรือที่เรียกว่า ISO 9000 เป็นมาตรฐานที่กำหนดใช้ในทุกประเทศทั่วโลก

ในปัจจุบันมาตรฐาน ISO 9001: 2000 จึงกลายเป็นเงื่อนไขหรือข้อกำหนดทางการค้าในการติดต่อธุรกิจระหว่างประเทศ รวมทั้งเป็นใบเบิกทางไปสู่การค้าในระดับสากล มาตรฐานที่ใช้ได้กับทุกองค์กร

ISO 9001: 2000 เน้นบทบาทของผู้บริหารระดับสูงที่จะต้องให้ความสำคัญกับความต้องการ ความคาดหวังของลูกค้า และผู้ที่เกี่ยวข้อง องค์กรทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม การผลิตหรือภาคบริการ ทั้งรัฐและ เอกชน สามารถนำระบบการบริหารงานคุณภาพ ISO ไปใช้ได้ และไม่มีขีดจำกัดว่าต้องใช้กับองค์กรขนาดใหญ่ที่การลงทุนสูงและบุคลากรจำนวนมากเท่านั้น แต่ยังใช้ได้กับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)

ประโยชน์ที่ได้รับภายในองค์กร

1. มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบยิ่งขึ้น
2. มีคุณภาพสินค้าที่ดีขึ้น
3. ช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากของเสียได้อย่างเป็นรูปธรรม
4. เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานดีขึ้น
5. มีระบบเอกสารที่ดีขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับภายนอกองค์กร

1. ลูกค้าเกิดความมั่นใจในสินค้าและบริการ
2. ก้าวสู่ตลาดต่างประเทศได้ง่าย
3. เพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า

4. สร้างความสัมพันธ์อันดีกับลูกค้า

5. เพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน

หลักการของการบริหารงานคุณภาพ (Quality Management Principle-QMP)

1. การให้ความสำคัญกับลูกค้า (Customer Focus)

2. ความเป็นผู้นำ (Leadership)

3. การมีส่วนร่วมของบุคลากร (Involvement of People)

4. การบริหารเชิงกระบวนการ (Process Approach)

5. การบริหารที่เป็นระบบ (System Approach)

6. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement)

7. การตัดสินใจบนพื้นฐานความเป็นจริง (Factual Approach to Decision Making)

8. ความสัมพันธ์กับผู้ขายเพื่อประโยชน์ร่วมกัน (Mutually Beneficial Supplier Relationship)

เหตุผลสำคัญที่ทั่วโลกยอมรับ ISO 9000

1. เป็นมาตรฐานที่ใช้กันทั่วโลก

2. คุณภาพเป็นสิ่งสำคัญในการแข่งขันของธุรกิจทั้งในปัจจุบันและอนาคต

3. มีความหลากหลายในการนำไปประยุกต์ใช้

4. การยอมรับของประเทศชั้นนำมากกว่า 130 ประเทศ

5. สามารถขึ้นทะเบียนใบรับรองได้ทั่วโลก

ธุรกิจที่ประยุกต์ใช้ ISO 9000

1. น้ำมัน ปิโตรเลียม ปิโตรเคมี แก๊สธรรมชาติ

2. ชิ้นส่วนรถยนต์

3. พลาสติก กระดาษ โลหะ

4. อิเลคทรอนิกส์ และไฟฟ้า

5. อาหาร และ Catering

6. เคมี และยาเวชภัณฑ์

7. บริการ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล การประกันภัย การขนส่ง

8. ก่อสร้าง

มาตรฐาน ISO 50001 นานาประเทศต่างให้ความสำคัญกับวิกฤตพลังงานกันมากขึ้น เนื่องจากต้นทุนพลังงานมีการปรับตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ และมีแนวโน้มว่าพลังงานจะหมดลง ทางองค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization : ISO) ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาด้านพลังงานและให้ความสำคัญในการจัดการพลังงาน จึงได้มีการจัดทำมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System) หรือ ISO 50001 ให้องค์กรต่าง ๆ ได้นำไปใช้ เพื่อที่จะช่วยควบคุมและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน รองรับกับวิกฤตด้านพลังงาน และลดการส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ISO 50001 คือ ระบบการจัดการพลังงานตามมาตรฐานสากล หรือเรียกอย่างย่อว่า EnMS ระบบแรกในโลกที่พัฒนาขึ้นจากมาตรฐานระดับชาติและภูมิภาคต่าง ๆ มีการประกาศใช้เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2011 (ISO 50001:2011) โดยองค์การระหว่างประเทศ ว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization หรือเรียกอย่างย่อว่า ISO) ซึ่งมาตรฐาน ISO 50001 มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมให้องค์กรดำเนินการปรับปรุงสมรรถนะพลังงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้เป็นกรอบในการบริหารจัดการพลังงานสำหรับธุรกิจการค้า โรงงานอุตสาหกรรม และองค์กรต่าง ๆ โดยมุ่งหวังในการลดการใช้พลังงานของโลกลงให้ได้ประมาณร้อยละ 60

ประโยชน์ ISO 50001 ต่อองค์กร

1. องค์กรมีการดำเนินการด้านการจัดการพลังงานที่เป็นรูปธรรม นำไปปฏิบัติได้จริง ทำให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
2. สนับสนุนให้เกิดการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ด้านประสิทธิภาพพลังงาน
3. เกิดการยอมรับในระดับสากล เป็นการเสริมภาพลักษณ์ให้กับองค์กรในด้าน CSR อีกทางหนึ่ง
4. องค์กรควบคุมผู้ส่งมอบที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่การผลิต เพื่อสนับสนุนให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5. องค์กรปรับปรุงการใช้ทรัพยากรด้านพลังงานให้คุ้มค่าต่อการลงทุน เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เกิดการลดต้นทุนด้านพลังงานอย่างยั่งยืน ส่งผลให้องค์กรสามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาด และเป็นการเพิ่มความสามารถในการผลิตกับบริการ
6. เกิดการตรวจวัดการใช้พลังงานหรือประสิทธิภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะเฝ้าติดตามหรือควบคุมให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสม
7. เกิดความตระหนักและมีส่วนร่วมในการควบคุมและอนุรักษ์พลังงานในงานทุกระดับ อันเป็นผลมาจากการมีกำหนดดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน เป้าหมายและแผนงานต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบ
8. เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานขององค์กร โดยบูรณาการเข้ากับระบบการจัดการ ISO 9001 กับ ISO 14001 ที่องค์กรทำอยู่เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับเกณฑ์มาตรฐานอื่น การวัด

การจัดทำระบบเอกสารและการรายงานผล การปรับปรุงด้านการพลังงานและการจัดการ โครงการ ที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ประโยชน์ ISO 50001 ต่อพนักงาน

1. เกิดการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบทั้งด้านข้อกำหนด ด้านเทคนิค และด้านจิตสำนึกอนุรักษ์พลังงาน
2. เพิ่มความรู้ความสามารถให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้องที่ต้องปฏิบัติตามระบบจัดการพลังงานที่กำหนดเอาไว้

ประโยชน์ ISO 50001 ต่อประเทศไทยและต่อโลก

1. เกิดกลไกในการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพิ่มเติมจากกลไกอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้ว
2. เกิดการควบคุมการลดใช้พลังงาน และการเปลี่ยนมาใช้พลังงานรูปแบบอื่น ๆ อย่างเป็นระบบ และยั่งยืนขององค์กร ส่งผลให้ประเทศลดการนำเข้าพลังงาน และเป็นการเพิ่มความมั่นคงทางพลังงานอีกทางหนึ่ง

ISO 50001:2011 กับหลักการ PCDA

วัตถุประสงค์การจัดทำ ISO 50001:2011 ในประเทศไทยก็คือ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการพลังงาน รวมถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดต้นทุนด้านพลังงาน และลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ โดยระบบ ISO 50001:2011 สามารถนำไปใช้ได้กับองค์กรทุกขนาด และสามารถบูรณาการให้เข้ากับระบบอื่น ๆ ได้ โดยต้องปฏิบัติตามอย่างต่อเนื่องตามหลักการ PCDA

1. การวางแผนพลังงาน (PLAN) : องค์กรดำเนินการทบทวนการใช้พลังงาน จัดทำดัชนีชี้วัดสมรรถนะขององค์กรในด้านพลังงาน และกำหนดแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้ได้ผลที่จะปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานให้เป็นไปตามนโยบายพลังงานขององค์กร โดยการวัดและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณการใช้พลังงาน
2. การปฏิบัติ (DO) : องค์กรนำแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ไปปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินการในด้านอื่น ๆ ที่จะทำให้ระบบการจัดการพลังงานมีความยั่งยืนดังนี้ ด้านการออกแบบและการจัดซื้อสำหรับกระบวนการ เครื่องจักรที่มีนัยสำคัญและมีผลกระทบต่อสมรรถนะพลังงาน รวมถึงการบริการด้านพลังงาน , ด้านการควบคุมการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา เฉพาะกระบวนการหรือเครื่องจักรที่มีนัยสำคัญและมีผลกระทบต่อสมรรถนะพลังงาน , ด้านระบบเอกสาร ซึ่งจะต้องดำเนินการจัดทำเอกสารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดและการควบคุมเอกสาร , ด้านการสื่อสารทั้งภายในและภายนอกองค์กร , ด้านพลังงานของคนในองค์กร , ด้านความสามารถ การฝึกอบรมและความตระหนัก
3. การตรวจสอบ (CHECK) : องค์กรเฝ้าติดตามและตรวจสอบการดำเนินการรวมถึงแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดแผนในการเฝ้าระวังและการตรวจติดตามตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะพลังงาน ซึ่งในการตรวจสอบยังรวมไปถึงการตรวจประเมินภายในระบบการจัด

การพลังงานที่จะต้องทำเป็นประจำทุกปี และหากพบข้อบกพร่องหรือแนวโน้มที่จะเกิดข้อบกพร่อง จะต้องดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขและปฏิบัติการป้องกันทันที

4. การทบทวน (ACT) : องค์กรดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะของ องค์กรด้านพลังงาน ซึ่งส่งผลให้ระบบมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยองค์กรจะต้องดำเนินการ ทบทวนโดยฝ่ายบริหารทุก ๆ ปี เพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบการจัดการพลังงานยังคงอยู่ และมีการ ปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง





ภาคผนวก ข

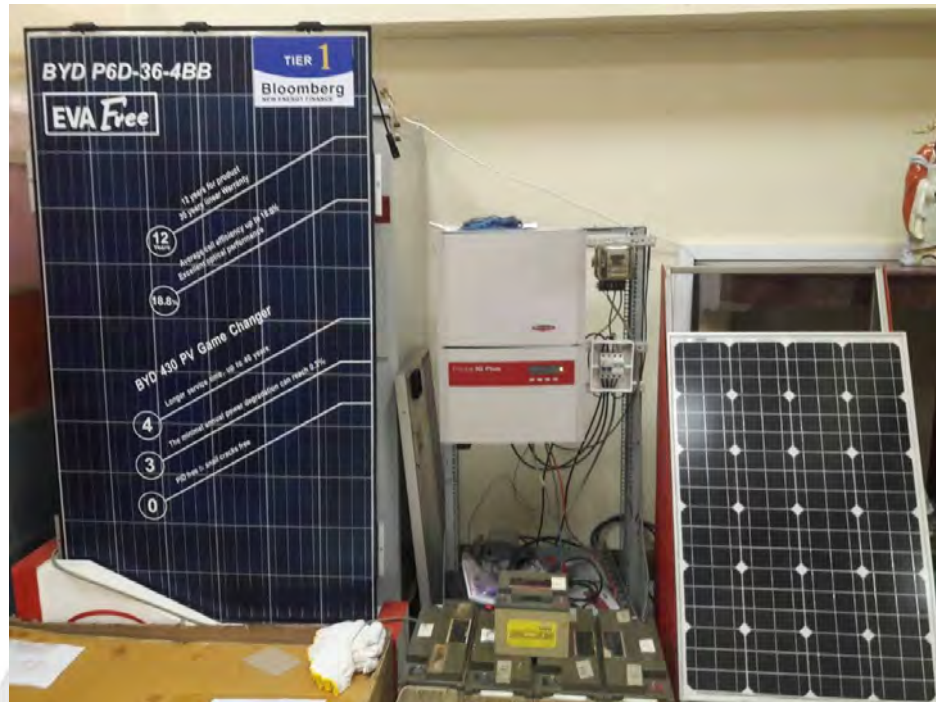
(การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา)



รูปที่ 1 สถานที่ประกอบกร



รูปที่ 2 อาจารย์ที่ปริกษตรวดงานที่สถานประกอบกร



รูปที่ 3 ระบบการทำงานแผงโซลาร์เซลล์



ภาคผนวก ค

(การนำเสนอโครงการ)



รูปที่ 4 การนำเสนอความเป็นมาของโซลาร์เซลล์



รูปที่ 5 การนำเสนอขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 5804200011
ชื่อ-นามสกุล : นางสาวอมรรัตน์ พินิจเวชการ
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่ : 19/2 ซ.วัดคูสิดาราม ถ.สมเด็จพระ
ปิ่นเกล้า แขวงอรุณอมรินทร์ เขต
บางกอกน้อย จังหวัด กรุงเทพมหานคร
ผลงาน : ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ off-Grid



รหัสนักศึกษา : 5804200022
ชื่อ-นามสกุล : นายเมธานันท์ อมรพัฒนานนท์
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่ : 93/11(22) ซ.พระรามที่ 2 ซอย 69
แยก 3 ถนนพระรามที่ 2 แขวงสามตำ
เขต บางขุนเทียน จังหวัด
กรุงเทพมหานคร
ผลงาน : ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ off-Grid