รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (Solar Rooftop) 1,998.99 kWp

Installation of Solar Panels (Solar Rooftop) 1,998.99 kWp

โดย

นางสาวชนิสรา	ฉายอรุณ	6304200013
นายตะวันชัช	สุขสมัคร์	6304200014

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2565

หัวข้อโครงงาน การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (Solar Rooftop) 1,998.99 kWp
Installation of Solar Panels (Solar Rooftop) 1,998.99 kWp

รายชื่อผู้จัดทำ นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ 6304200013
นายตะวันชัช สุขสมัคร์ 6304200014

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

.....พนักงานที่ปรึกษา
(นางสาวหทัยพร บัวภา)

.....กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 28 เดือน มิถุนายน พ.ศ.2566

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

ตามที่คณะผู้จัดทำ นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ และ นายตะวันชัช สุขสมัคร์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันจันทร์ที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2566 ถึงวันศุกร์ที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2566 ในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกร และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง

"การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (Solar Rooftop) 1,998.99 kWp"

บัดนี้การปฏิบัติสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว คณะผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ

นายตะวันชัช สุขสมัคร์

นักศึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

สแกนด้วย CamScanner

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษากับสถานประกอบการในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรรม ตั้งแต่วันจันทร์ที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันศุกร์ที่ 8 กันยายน 2566 ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากบริษัท ฟ้าสยาม อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด ที่ให้โอกาสคณะผู้จัดทำเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษากรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณณัฐพฤทธิ ลิ่มสถาพร (Project Director)
2. คุณหทัยพร บัวภา (พนักงานที่ปรึกษา)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ (อาจารย์ที่ปรึกษา)

รวมทั้งเจ้าหน้าที่โครงการสหกิจศึกษามหาวิทยาลัยสยามคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า กรรมการสอบ และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อบริษัทฟ้าสยาม และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของบริษัทเพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงงานต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของผู้สนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดคณะผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ
นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ
นายตะวันชัช สุขสมัคร์
วันที่ 28 มิถุนายน 2566

ชื่อโครงงาน : การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (Solar Rooftop) 1,998.99 kWp
หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต
จัดทำโดย : นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ 6304200013
: นายตะวันชัช สุขสมัคร์ 6304200014
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา :3/2565

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการถอดแบบและติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซล่าเซลล์แบบออนกริด 1,998.99 kWp ซึ่งได้ทำการศึกษาและปฏิบัติจริงโดยระบบที่นำเสนอนี้ถูกเชื่อมต่อไปยังกริดของการไฟฟ้าและไม่ต้องการแบตเตอร์รี่ในการเก็บพลังงาน การติดตั้งใช้แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 665 Wp จำนวน 3,006 แผ่น ในส่วนแรกของรายงานนี้เป็นการอธิบายหลักการทำงานของส่วนประกอบที่ต้องการใช้งานสำหรับระบบ เช่น อินเวอร์เตอร์ สายไฟสำหรับแผงโซล่าเซลล์ แผงโซล่าเซลล์และขั้วต่อสำหรับแผงโซล่าเซลล์ ส่วนที่สองของรายงานนำเสนอการถอดแบบ ได้แก่ การคำนวณหาจำนวนแผ่นโซล่าเซลล์ การคำนวณความต้องการกำลังไฟฟ้า การคำนวณค่าพิกัดกำลังของอินเวอร์เตอร์ และการคำนวณหาอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งตลอดจนการจัดทำรายการวัสดุอุปกรณ์และการทำรีพรอทรายงาน ได้ถูกนำมาเสนอในรายงานสหกิจศึกษาอย่างสมบูรณ์และผลจากการปฏิบัติงานจริงทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้งานจริงได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : โซล่าเซลล์ / อินเวอร์เตอร์ / แบตเตอรี่

Project Title : Installation of Solar Panels for Solar Rooftop 1,998.99 kWp
Credits : 5 Units
By : Ms. Chanisara Chayarun 6304200013
: Mr. Tawanchat Suksamak 6304200014
Advisor : Asst. Prof. Wipavan Narksarp
Degree : Bachelor of Engineering
Major : Electrical Engineering
Faculty : Engineering
Semester / Academic Year : 3/2022

Abstract

This cooperative education project presented practical experience in dismantling and installing a 1,998.99 kWp on-grid photovoltaic system. The electric grid does not require batteries to store energy. This installation used 3,006 panels of 665 Wp monocrystalline solar panels. The first part of this report describes the operation principle of the components required for the system such as inverters, wires for solar panels, solar panel connectors, and connectors for solar panels The second part of the report presents a breakdown of the calculation of the number of solar cells, calculation of electricity demand, calculation of the power rating of the inverter and the calculation of equipment required for installation. The preparation of a list of materials has been fully shown in the cooperative education report. The results from real practice make it possible to apply the knowledge gained in the real world appropriately.

Keywords: solar cell, Inverter, battery

Approved by
.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานสหกิจศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานสหกิจศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนำ	3
2.2 โซล่าเซลล์ (Solar Cell)	3
2.3 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	15
2.4 สายไฟของระบบโซล่าเซลล์	19
2.5 อุปกรณ์จับยึดแผงโซล่าเซลล์ (Solar Mounting)	23
2.6 รางรับแผงโซล่าเซลล์ (Rail)	23
2.7 L-Fleet (Support Rail)	24
2.8 Roofting Screw	25
2.9 ตัวจับริมแผงโซล่าเซลล์ (End - Clamp)	25
2.10 ตัวกดระหว่างแผง (Mid – Clamp)	26
2.11 กราวด์รองแผงโซล่าเซลล์ (Ground Plate)	26
2.12 ตัวต่อราง (Join Rail)	27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.13 MC4 Solar Connector 27
2.14 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (ตู้ ACS) 28
2.15 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (ตู้ CB BOX) 29
2.16 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก Main Distribution Board (MDB) 29
2.17 ตู้ Zero Export 30
2.18 Current Transformer (CT) วัดกระแสไฟฟ้า 31
2.19 Potential Transformer (PT) หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 34
2.20 กราวด์มะเฟือง 35

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 36
3.2 สถานที่ออกปฏิบัติงาน 37
3.3 ลักษณะการควบคุมงานติดตั้งโซล่าเซลล์ 38
3.4 รูปแบบการจัดการขององค์กรและการบริหารขององค์กร 38
3.5 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 38
3.6 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 38
3.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 39
3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 39
3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 41

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 ภาพรวมของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซล่าเซลล์แบบออนกริด 47
4.2 การคำนวณ 48
4.3 ขั้นตอนการติดตั้ง 52
4.4 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ 55
4.5 การต่อสายจากแผงโซล่าเซลล์เข้าตู้ Inverter 57
4.6 การวัดกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า 59
4.7 การตอกแท่งหลักดิน (กราวด์มะเฟือง) 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.8 ขั้นตอนการตรวจสอบ 61

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 63

5.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ 63

5.3 ข้อเสนอแนะ 63

5.4 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 64

5.5 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 64

5.6 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 64

5.7 ข้อเสนอแนะ 65

บรรณานุกรม 66

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 68

ภาคผนวก ข การนิเทศงานสหกิจศึกษา 83

ภาคผนวก ค การสอบโครงงานสหกิจศึกษา 86

ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 89

ประวัติผู้จัดทำ 91

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ภาพแสดงการทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์ (Solar Cell)	4
รูปที่ 2.2 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลลแบบออนกริด (On – Grid)	5
รูปที่ 2.3 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลลแบบออฟกริด (Off – Grid)	6
รูปที่ 2.4 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลลแบบไฮบริด ที่ใช้พลังงานทดแทน	7
รูปที่ 2.5 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลลแบบไฮบริด (Hi – Grid)	8
รูปที่ 2.6 การตั้งแผงโซล่าเซลล์เอียงทำมุม 15 องศา	9
รูปที่ 2.7 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศเหนือ	9
รูปที่ 2.8 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศใต้	10
รูปที่ 2.9 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศตะวันออก	10
รูปที่ 2.10 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศตะวันตก	11
รูปที่ 2.11 แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์	12
รูปที่ 2.12 แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์	13
รูปที่ 2.13 แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง	14
รูปที่ 2.14 เครื่องอินเวอร์เตอร์	15
รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์	16
รูปที่ 2.16 อินเวอร์เตอร์กริตไทน์	17
รูปที่ 2.17 อินเวอร์เตอร์ Micro - Grid	17
รูปที่ 2.18 อินเวอร์เตอร์ Micro - Grid	18
รูปที่ 2.19 อินเวอร์เตอร์ Modified sine wave	18
รูปที่ 2.20 สายไฟกระแสตรง DC	20
รูปที่ 2.21 สายไฟฟ้า THW	21
รูปที่ 2.22 สายไฟฟ้า VAF	21
รูปที่ 2.23 สายไฟฟ้า VAF - GRD	22
รูปที่ 2.24 สายไฟฟ้า VCT	22
รูปที่ 2.25 อุปกรณ์จับยึดแผงโซล่าเซลล์	23

รูปที่ 2.26 รางรับแผงโซล่าเซลล์ (Rail) 24
รูปที่ 2.27 L – Fleet 24
รูปที่ 2.28 Roofting screw 25
รุปที่ 2.29 End - Clamp 25
รูปที่ 2.30 Mid - Clamp 26
รูปที่ 2.31 กราวด์รองแผงโซล่าเซลล์ (Ground Plate) 26
รูปที่ 2.32 Join Rail 27
รูปที่ 2.33 MC4 Solar Connector 28
รูปที่ 2.34 ตู้ ACS 28
รูปที่ 2.35 ตู้ CB BOX 29
รูปที่ 2.36 ตู้ MDB 30
รูปที่ 2.37 ตู้ Zero Export 30
รูปที่ 2.38 ภาพของการติดตั้งตู้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคาร 31
รูปที่ 2.39 แสดงโครงสร้างของ CT (Current Transformer) 32
รูปที่ 2.40 Q50 Series (CT แบบแกนคล้องสาย Clam – On) 33
รูปที่ 2.41 DP Series (CT แบบแกนแยก Split Core) 33
รูปที่ 2.42 MSQ Series (แบบแกนคล้องสาย Fixed Core) 34
รูปที่ 2.43 ลักษณะหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า PT (Potential Transformer) 34
รูปที่ 2.44 แสดงโครงสร้างของ PT (Potential Transformer) 35
รูปที่ 2.45 กราวด์มะเฟือง 35
รูปที่ 3.1 บริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด 36
รูปที่ 3.2 เครื่องทางการค้าของบริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด 37
รูปที่ 3.3 สถานที่ปฏิบัติงาน 37
รูปที่ 3.4 ปากกามาร์กเกอร์ (Marker Pen) 41
รูปที่ 3.5 คีมย้ำ MC4 41
รูปที่ 3.6 คีมตัดสายไฟ 41
รูปที่ 3.7 หกเหลี่ยม (Hexagon) 42
รูปที่ 3.8 ตลับเมตร (Tape Measure) 42
รูปที่ 3.9 สว่านไร้สาย (Cordless Drill) 42

รูปที่ 3.10 ประแจทอร์ค (Torque Wrench) 43
รุปที่ 3.11 คลิปแอมป์ (Clip Amp) 43
รูปที่ 3.12 เครื่องต๊าปเกลียว (Threading machine) 43
รูปที่ 3.13 หินเจียร (Grinding stone) 44
รูปที่ 3.14 เครื่องวัดลำดับเฟส (Phase Sequencer) 44
รูปที่ 3.15 มัลติมิเตอร์ (Multimeter) 44
รูปที่ 3.16 คีมย้ำหางปลาไฮดรอลิค 45
รูปที่ 3.17 ถุงมือกันไฟฟ้า 45
รูปที่ 4.1 Group string ของอาคาร A และอาคาร C 46
รูปที่ 4.2 Group string ของอาคาร A และอาคาร B 47
รูปที่ 4.3 รูปแบบการทำงานของระบบออนกริด (ON GRID) 48
รูปที่ 4.4 Name Plate ของแผงโซล่าเซลล์ 49
รูปที่ 4.5 การติดตั้ง L – Feet 52
รูปที่ 4.6 การติดตั้งรางอลูมิเนียม (Rail) ยึดเข้ากับ L - Feet 53
รูปที่ 4.7 การติดตั้ง Walkway 53
รูปที่ 4.8 การติดตั้ง Perfarated Tray 54
รูปที่ 4.9 ติดตั้งห้อง Inverter 54
รูปที่ 4.10 การวางแผงโซล่าเซลล์เตรียมก่อนติดตั้ง 55
รูปที่ 4.11 ต่อสายแผงโซล่าเซลล์เข้าด้วยกัน 55
รูปที่ 4.12 จับยึดแผงโซล่าเซลล์ 56
รูปที่ 4.13 ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์แล้วเสร็จ 56
รูปที่ 4.14 ต่อสายไฟ DC ของแต่ละสตริงเข้าตู้ Inverter 57
รูปที่ 4.15 ต่อสายจากอินเวอร์เตอร์ไปยังตู้ ACS 57
รูปที่ 4.16 ต่อจากสายตู้ ACS ไปยังตู้ CB BOX 58
รูปที่ 4.17 ต่อสายจากตู้ CB BOX ไปยังตู้ MDB 58
รูปที่ 4.18 เข้าสาย PT หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 59
รูปที่ 4.19 ติดตั้งคล้อง CT และ PT 59
รูปที่ 4.20 การตอกแท่งหลักดิน (กราวด์มะเฟือง) 60
รูปที่ 4.21 การเดินท่อกราวด์ลงหลักดิน 60

รูปที่ 4.22 Insulation AC Cable 61
รูปที่ 4.23 Insulation DC Cable 61
รูปที่ 4.24 ตรวจเช็คค่ากำลังไฟฟ้าจากแผงของแต่ละอินเวอร์เตอร์ 62

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 3.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินการโครงงาน 40

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเนื่องด้วยสภาพแวดล้อมและสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันทำให้พลังงานทางเลือกเป็นช่องทางที่หน้าสนใจ เพราะนอกจากจะช่วยลดปัญหาโลกร้อนจากการใช้พลังงานต่างๆ ที่มากเกินไป การเลือกใช้พลังงานทางเลือกยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในระยะยาวและพลังงานแสงอาทิตย์นั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยการขนส่งเชื้อเพลิงหรือการส่งกำลังไฟฟ้า เพราะสามารถทำการผลิตได้โดยหน่วยผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก ในการทำความร้อน และความเย็นการใช้แสงแดดโดยตรง กำจัดปัญหาของเรื่องการขนส่งเชื้อเพลิง และส่งกำลังไฟฟ้าในระยะทางไกลๆได้ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ ที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ และสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตร และได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีเป็นจำนวนมาก และมีสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงง่ายๆ ปัญหาความไม่แน่นอนของผลผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีไม่มากนัก เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์นี้สามารถเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยแผงโซล่าเซลล์จะผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ เปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) เมื่อแผ่นโซล่าเซลล์ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้า เข้าไปที่อินเวอร์เตอร์ เพื่อทำการเปลี่ยนผลิตงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternative Current : AC) ก่อนที่จะไปเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟของทางการไฟฟ้าเพื่อผลิตใช้เองลดค่าใช้ไฟฟ้าหรือประหยัดค่าไฟฟ้าได้มาขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานสหกิจศึกษา

1.2.1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของ Solar Rooftop แบบ On Grid

1.2.2. เพื่อศึกษาหลักการของระบบผลิตไฟฟ้าจาก Solar Cell แบบ On Grid

1.2.3. เพื่อศึกษาวัสดุ – อุปกรณ์ต่างๆในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.2.4. เพื่ออ่านแบบและถอดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.2.5. เพื่อสั่งซื้อและประมาณราคาของวัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.3 ขอบเขตของโครงงานสหกิจศึกษา

1.3.1. ติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ (Solar Rooftop) แบบ On Grid ขนาด 1998.99 KWp

1.3.2. ใช้แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Cells) ขนาด 665 W จำนวน 3,006 แผ่น

1.3.3. อุปกรณ์เสริมอินเวอร์เตอร์ขนาด 125 KW

1.3.4. ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของ Solar Rooftop แบบ On Grid

1.3.5. ศึกษาหลักการของระบบผลิตไฟฟ้าจาก Solar Cell แบบ On Grid

1.3.6. ศึกษาวัสดุ – อุปกรณ์ต่างๆในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.3.7. ศึกษาการอ่านแบบและถอดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.3.8. ศึกษาดำเนินการประมาณราคาของวัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. มีความรู้ความสามารถในการแยกชนิดของแผ่นโซล่าเซลล์แต่ละแบบได้

1.4.2. มีความรู้ความสามารถในการอ่านแบบและถอดอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.4.3. มีความรู้ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบผลิตงานไฟฟ้าโดยใช้ Solar Cell แบบ On Grid

1.4.4. มีความรู้ความสามารถในการประมาณราคาของวัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง Solar Rooftop แบบ On Grid

1.4.5. ประหยัดพลังงาน ได้พลังงานที่สะอาดและไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่อาจเกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้า

1.4.6. ได้รู้จักระบบ Solar Rooftop แบบ On Grid และ Solar Rooftop แบบอื่นๆ

บทที่ 2

ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

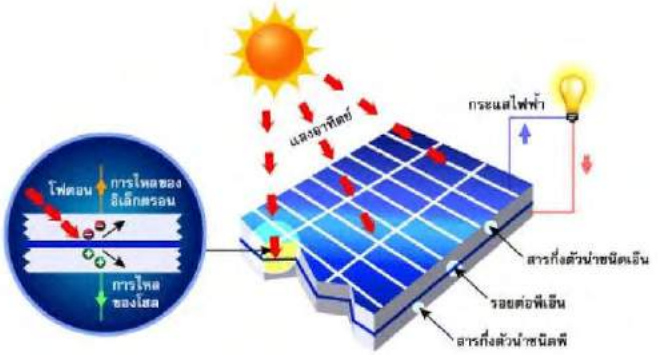
ในงานออกแบบและติดตั้งระบบพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซล่าเซลล์ระบบ ON Grid หรือแบบที่ต้องการเชื่อมต่อเข้ากับไลน์ของการไฟฟ้า ผู้ทำการออกแบบและติดตั้งต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในระบบเป็นอย่างดี ดังนั้นในบทนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่โซล่าเซลล์ อินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์ในการติดตั้งโซล่าเซลล์ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตลอดจนบำรุงรักษาโซล่าเซลล์

2.2 โซล่าเซลล์ (Solar Cell)

ความรู้เบื้องต้นโซล่าเซลล์

โซล่าเซลล์ (Solar Cell) หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ และที่หลายๆคนรู้จักในชื่อ เซลล์โฟโตโวลตาอิก Photovoltaic cell เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีถูกนำมาใช้กันอย่างแพรหลายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ ที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยพลังงานกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์นั้นเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือ DC ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

หลักการทำงานของโซล่าเซลล์จะเป็นกระบวนการเปลี่ยนจากพลังงานแสงให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยใช้แสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานไปกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน โดยพลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำให้เกิดอิเล็กตรอนหรือการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าดังกล่าวที่สามารนำไปใช้งานได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

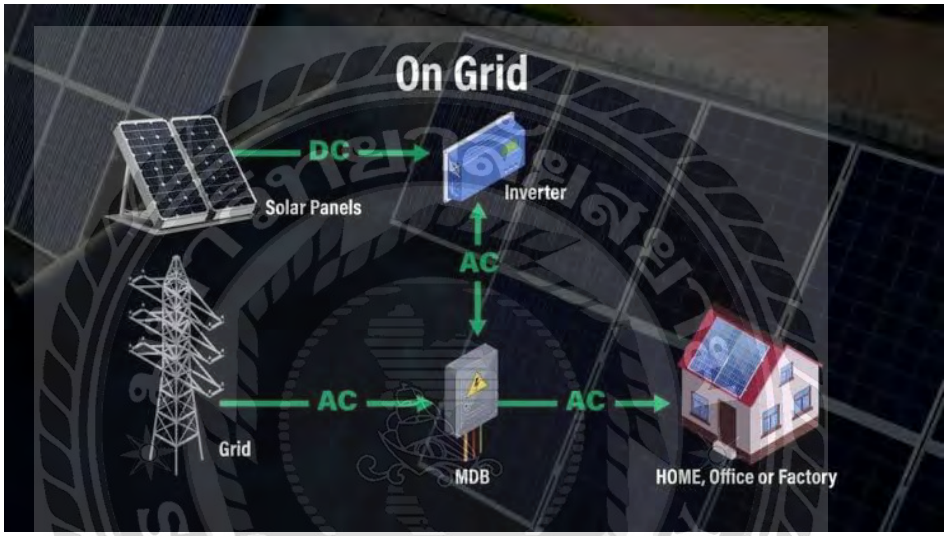
2.2.1 การติดโซล่าเซลล์ (Solar Cell) มี 3 ระบบ

ระบบออนกริด (On Grid) เป็นระบบโซล่าเซลล์ที่ต่อเข้ากับระบบสายส่งจากการไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าระบบนี้จะใช้แผงโซล่าเซลล์สำหรับการกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นจะจ่ายไฟให้กับกริดไทอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะแปลงไฟฟ้ากระแสตรง DC เป็นกระแสสลับ AC และจะต่อเข้ากับไฟบ้านเพื่อใช้งานร่วมกันต่อไป ระบบออนกริดเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการช่วยประหยัดพลังงานโดยใช้แผงโซล่าเซลล์ที่ใช้รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งระบบนี้เหมาะกับใช้งานในตอนกลางวันเท่านั้น เช่น บ้านที่มีการใช้งานใน ตอนกลางวัน อาคารสำนักงานที่ทำงานในตอนกลางวัน วัด โรงเรียน มหาลัย ออฟฟิต โรงงาน หรือห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

ส่วนข้อดีและข้อเสียของระบบออนกริด (On Grid) ข้อดี คือ จะมีแหล่งจ่ายไฟทั้งสองทาง ทางหนึ่งจากการไฟฟ้าและอีกทางหนึ่งจากแผงโซล่าเซลล์ ระบบไฟที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ จะแปลงไฟ โดยอินเวอร์เตอร์ และสามารถต่อไฟร่วมกับระบบไฟจากการไฟฟ้าได้ ไม่ต้องทำระบบไฟสลับก็สามารถใช้ กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดโดยระบบนี้ไม่ต้องสำรองแบตเตอร์รี่ สามารถลดค่าไฟฟ้าหรือเรียกได้ว่าฟรี ค่าใช้จ่ายเนื่องจากผลิตไฟฟ้าได้เองในตอนกลางวันใช้ไฟฟ้าฟรี

ข้อเสีย คือ กรณีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ถึงแม้ว่าระบบโซล่าเซลล์ยังจ่ายไฟปกติก็ตามแต่

กริดไทอินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงาน โดยไม่จ่ายไฟเข้าสายส่งเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าซึ่งกำลัง ซ่อมระบบสายไฟฟ้าตามท้องถนน การใช้ระบบนี้จะใช้ในพื้นที่ ที่มีการไฟฟ้าเข้าถึงใช้เพื่อช่วยลดค่าไฟฟ้าซึ่งทางผู้ที่ต้องการติดตั้ง ต้องมีพื้นที่สำหรับรองรับแผงโซล่าเซลล์ และรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในตอน กลางวัน โดยดูจากหน่วยการใช้ไฟฟ้า ที่เสียค่าไฟฟ้าแต่ละเดือน เพื่อออกแบบกำลังการผลิต หาขนาดกริดไทอินเวอร์เตอร์ และจำนวนแผงโซล่าเซลล์ หลักการทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์แบบออนกริดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

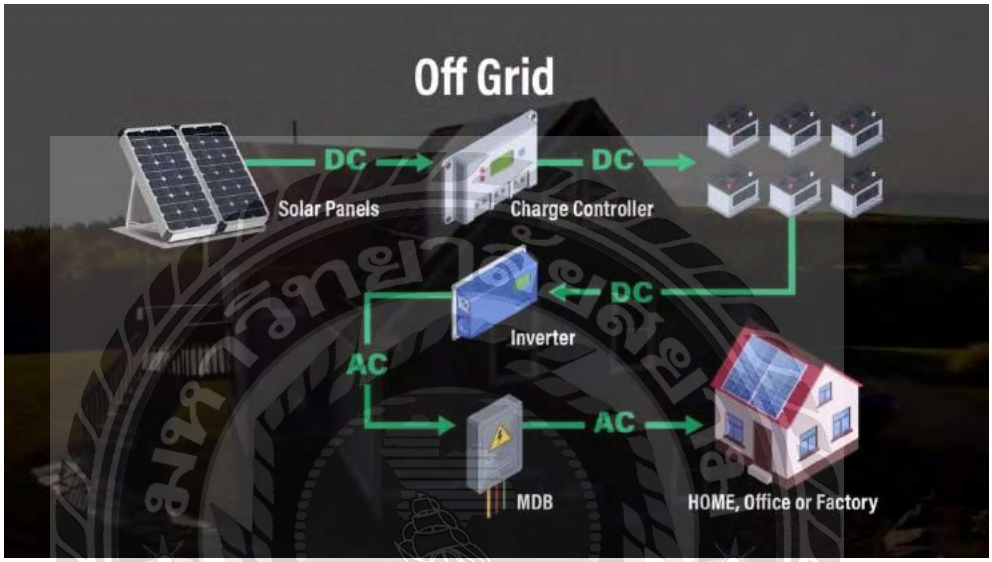


รูปที่ 2.2 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์แบบออนกริด (On – Grid)

ระบบออฟกริด (Off – Grid) เป็นระบบที่ไม่เชื่อมต่อกับการไฟฟ้า ไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกเก็บในแบตเตอร์รี่ และนำมาใช้งานเมื่อเราเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยปริมาณความจุของแบตเตอร์รี่ขึ้นอยู่กับจำนวนลูกของแบตเตอร์รี่ จะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการใช้พลังงานของบ้านแต่ละหลังมีรายจ่ายค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้การไฟฟ้าเป็นรายเดือน

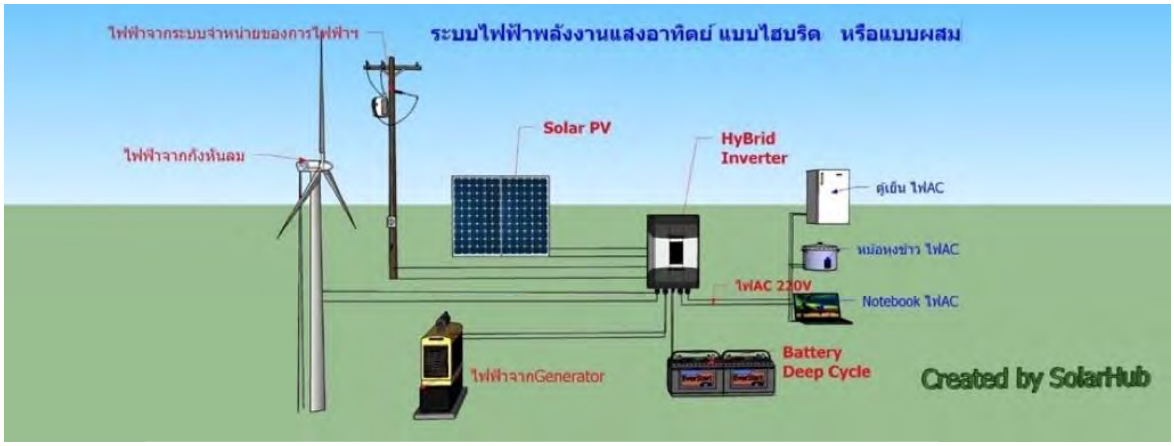
ส่วนข้อดีและข้อเสียของระบบออฟกริด (Off - Grid) ข้อดี คือ ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้ไฟฟ้าฉุกเฉินคับขันในยามไฟตกหรือดับเราสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่ชาร์จในแบตเตอร์รี่มาใช้งานได้ การติดตั้งระบบนี้จะใช้อุปกรณ์เกรดต่ำราคาไม่แพงหาซื้อได้ง่าย ติดตั้งเองได้ไม่ต้องทำเรื่องขออนุญาต

ข้อเสีย คือ เนื่องจากไม่ได้ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าจึงไม่สามารถขายไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์ของเราได้ และหากแบตเตอร์รี่เต็มแล้วและไม่ใช้ไฟฟ้าในตอนกลางวัน ไฟฟ้าที่ผลิตได้ก็จะสูญเปล่า จุดคืนทุนไม่แน่นอนเนื่องจากจะต้องเปลี่ยนแบตเตอร์รี่ทุกๆ 5-10 ปี หลักการทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์แบบออฟกริดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์แบบออฟกริด (Off – Grid)

ระบบไฮบริด (Hi – Brid) เป็นระบบที่นำเอาระบบออนกริดและระบบออฟกริด มารวมกัน คือจะมีระบบแบตเตอร์รี่มาสำรองพลังงาน ใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์และสำหรับกรณีที่เมื่อมีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกะแสไฟฟ้าได้หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งาน ระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอร์รี่เพื่อนำมาใช้งานได้ต่อไป พอถึงเวลากลางคืนที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ไม่ได้ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่มาใช้ก่อนหากยังไม่เพียงพอระบบก็จไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายมาชดเชยอีกทีหนึ่ง และความหมายอีกอย่างหนึ่งของระบบไฮบริดก็น่าจะหมายรวมถึงการนำเอาแหล่งผลิตพลังงานอย่างอื่นมาเป็นแหล่งจ่ายพลังงานทดแทนอีกด้วย เช่น พลังงานลม พลังงานชีวมวล และพลังงานจากการนำเครื่องยนต์มาปั่นไฟ เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในกรณีที่ไม่สามารถผลิตงานไฟฟ้าได้จากแผงโซล่าเซลล์ได้ ดังรูปที่ 2.4



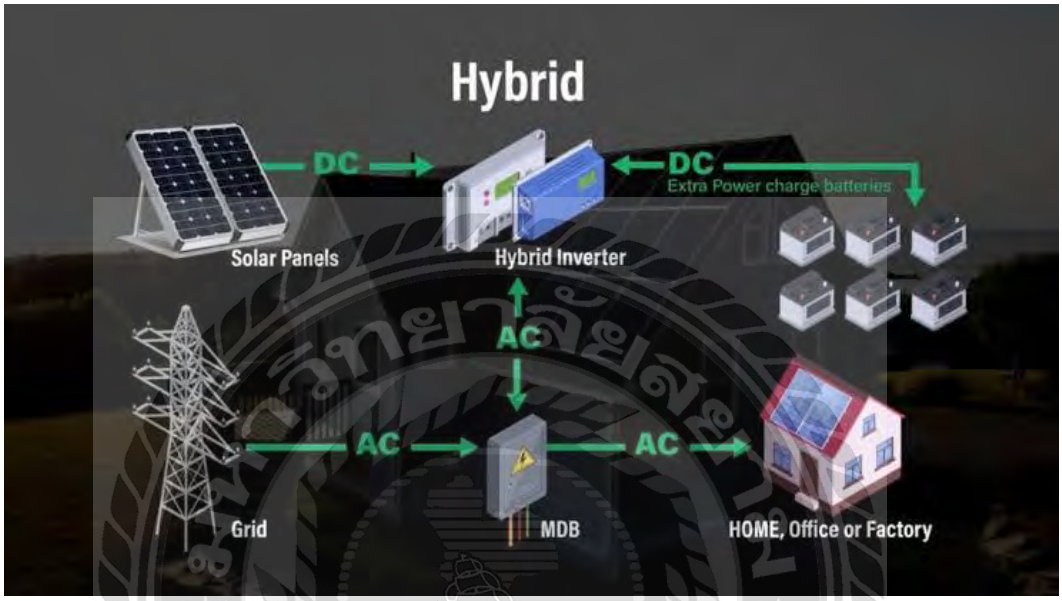
รูปที่ 2.4 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์แบบไฮบริด (Hybrid) ที่ใช้พลังงานลมจากกังหันลมมาใช้เป็นพลังงานทดแทน

การทำงานของระบบโซล่าเซลล์ไฮบริดในช่วง เวลากลางวัน เมื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ก็จะนำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มาจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าของเรา แต่หากกระแสไฟฟ้าที่เราผลิตได้ไม่เพียงพอก็สามารถไปดึงไฟจากแบตเตอร์รี่ หรือการไฟฟ้ามาใช้งานได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งเราสามารถตั้งค่าได้ที่ไฮบริดอินเวอร์เตอร์ หรือหากเราผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์มามากกว่าที่เราใช้งานในระบบก็นำกระแสไฟฟ้านี้ไปชาร์จแบตเตอร์รี่เพื่อสำรองไฟฟ้าใช้งานต่อไป

การทำงานของระบบโซล่าเซล์ไฮบริดในช่วง เวลากลางคืน ที่เราไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ได้ แต่เราสามารถดึงไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่มาใช้งานก่อนจนหมดแล้วค่อยนำไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้ามาใช้งานต่อ ซึ่งจะทำให้เราประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้หรือบางท่านอาจกลัวว่าแบตเตอร์รี่จะเสื่อมเร็วเกินไป ก็สามารถตั้งค่าให้ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเป็นอันดับแรกก่อนหากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าขัดข้องจึงไปนำไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่มาใช้งานได้

ส่วนข้อดีและข้อเสียของระบบไฮบริด ข้อดี คือ ช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ จะป้อนเข้ามาโหลดใช้งานได้เลยก่อนที่จะเข้าไปชาร์จในแบตเตอร์รี่ เมื่อโหลดที่ใช้งานมีน้อยลงจนกระแสไฟฟ้าจากแผงโซล่าเหลือก็จะค่อยชาร์จเข้าเก็บในแบตเตอร์รี่ ซึ่งวิธีนี้ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอร์รี่ได้อีกด้วย

ข้อเสีย คือ ส่วนประกอบ อุปกรณ์และระบบมีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้ใช้เงินลงทุนและมีค่าซ่อมบำรุงที่สูงขึ้น แบตเตอร์รี่มีราคาสูงและอายุการใช้งานสั้นกว่าแผงโซล่าเซลล์หากต้องการลงทุนเพื่อลดค่าไฟจะทำให้เวลาคืนทุนช้าลง



รูปที่ 2.5 การทำงานเบื้องต้นของโซล่าเซลล์แบบไฮบริด

หลักทิศทางการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ผู้ติดตั้งต้องศึกษาข้อมูลแต่ละพื้นที่เพื่อกำหนดทิศทางและมุมองศาให้ดีก่อนการติดตั้งโดยปกติการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์จะเป็นลักษณะวงรีแคบๆและหมุนรอบตัวเองไปด้วย คิดเป็นเวลา หมนุรอบตัวเองหนึ่งรอบเท่ากับหนึ่งวัน โดยจะมีมุมหมุนเอียงที่ คงที่ 23.45 องศาจึงเป็นผลให้แสงแดดแรงในช่วงฤดูร้อนมากกว่าฤดูหนาว และส่งผลให้ฤดูร้อนมีเวลากลางวันยาวกว่าฤดูหนาวนั่นเอง ซึ่งประเทศไทยตั้งอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร เมื่อพระอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกจากนั้นจึงอ้อมผ่านทิศใต้ก่อนจะตกดินทางทิศตะวันตก ดังนั้นการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ที่ดีควรหันไปทางทิศใต้ โดยเอียงทำมุมกับดวงอาทิตย์ประมาณ 15 องศา จึงจะได้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้ามากที่สุดได้ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 การตั้งแผงโซล่าเซลล์เอียงทำมุม 15 องศา

ทิศเหนือ เนื่องจากดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกโดยอ้อมไปทางทิศใต้ ทำให้ทิศเหนือของประเทศไทยเป็นทิศที่ได้รับ**แสงแดดน้อย**ที่สุด หากจะติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เอาไว้ใช้ในบ้านขอแนะนำให้หลีกเลี่ยงการติดแผงโซล่าเซลล์ที่หันหน้าไปทางทิศเหนือดังรูป 2.7

รูปที่ 2.7 การตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศเหนือ

ทิศใต้ เป็น **ทิศที่ดีที่สุด** ในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ถ้าเลือกได้ควรหันแผงโซล่าเซลล์เข้าหาทิศใต้โดยทำมุมองศาดังต่อไปนี้ กรุงเทพ = เอียงแผงประมาณ 13.5 องศา เกือบเป็นแนวนอน เชียงใหม่ = เอียงแผงโซล่าเซลล์ประมาณ 18.4 องศา โดยยกแผงให้สูงเชิดขึ้นมาดังรูป 2.8

รูปที่ 2.8 การตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศใต้

ทิศตะวันออก ได้รับแสงแดดอยู่ในระดับคือได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงเช้า – เที่ยง ซึ่งถ้าจะติดตั้งโซล่าเซลล์จะทำงานได้ไม่เต็มที่ 100% ซึ่งจะส่งผลกับระยะเวลาของการให้แสงสว่างในตอนกลางคืน จะสั้นกว่าหันหน้าแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศใต้ดังรูป 2.9

รูปที่ 2.9 การตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศตะวันออก

ทิศตะวันตก จะได้รับแสงแดดอยู่ในระดับ **พอใช้** และส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแผงโซล่าเซลล์ เช่นเดียวกับทิศตะวันออกดังรูป 2.10

รูปที่ 2.10 การตั้งแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศตะวันตก

2.2.2 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์ แผงโซล่าเซลล์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด แต่ละชนิดความแตกต่างข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป คือ

(1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)

(2) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)

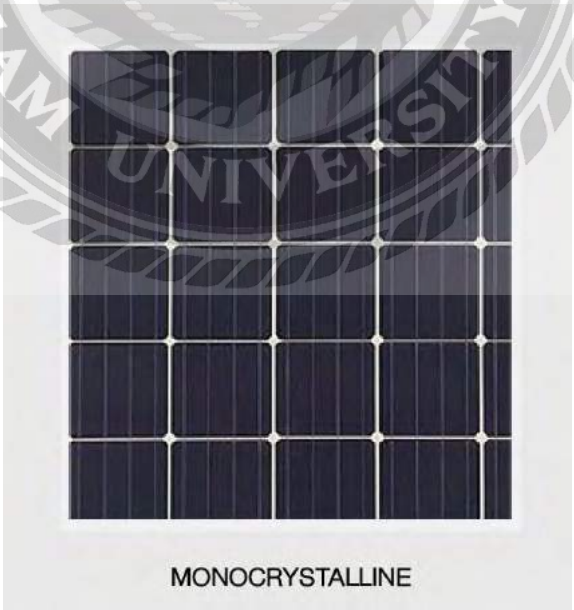
(3) แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)

2.2.2.1 แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) แผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตุค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้มแผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตุค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้มแผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ นั้นเป็นชนิดที่ทำ

มาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการ กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์

ข้อดี : แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์มีประสิทธิภาพสูงสุดเพราะผลิตมาจากซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20% มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุดเพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่สูงสุดเพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่าของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุดโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไปและผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดโพลีคริสตัลไลน์เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย : แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วยแผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่าและถ้าหากแผงโซล่าเซลล์มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผงอาจทำให้วงจรหรือ Inverter ไหม้ได้เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

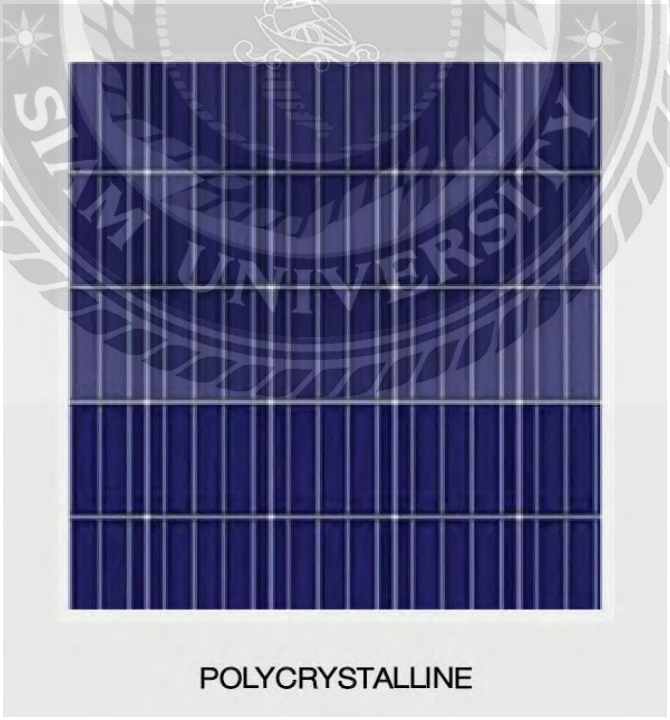


รูปที่ 2.11 แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

2.2.2.2 แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอนโดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิตสามารถที่จะนำเอาซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก

ข้อดี : แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อนจึงใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งานในที่อุณหภูมิสูงดีกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อยและมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์

ข้อเสีย : แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นดินต่ำกว่าและมีสีน้ำเงินทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงามเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์และชนิด Thin film ที่มีสีเข้มเข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า



รูปที่ 2.12 แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์

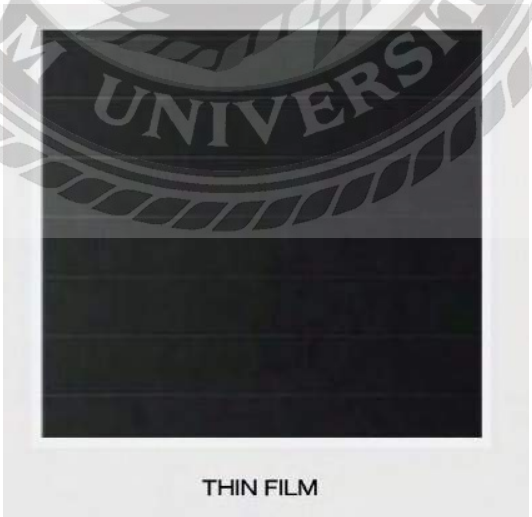
2.2.2.2 แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)

(แผงโซล่าเซลล์ อะมอร์ฟัส เป็นหนึ่งในหลายชนิด ของแบบฟิล์มบาง)

หลักการโดยทั่วไปของการผลิต โซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่ว่านี้ก็มีด้วยกันหลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ อะมอร์ฟัส Amorphous silicon (a-Si),Cadmium telluride (CdTe),Copper indium gallium selenide (CIS/CIGS) และ Organic photovoltaic cells (OPC) ด้านประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้ แผงโซล่าเซลล์ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

ข้อดี : แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบางมีราคาถูกกว่าเพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่าชนิดผลึกซิลิคอน ในที่อากาศร้อนมากๆแผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบางมีผลกระทบน้อยกว่า ไม่มีปัญหาเรื่องเมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้

ข้อเสีย : แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มมีประสิทธิภาพต่ำ สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆเช่น สายไฟ ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้านเพราะพื้นที่จำกัดและการรับประกันสั้นกว่าชนิดผลึกซิลิคอน



รูปที่ 2.13 แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์นี้ ส่วนสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบระบบ และการจัดหาอุปกรณ์เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหายต่ออุปกรณ์ที่จะต้องนำมาต่อรวมกันเพื่อสร้างระบบการผลิตไฟฟ้า จากโซล่าเซลล์มีส่วนสำคัญดังนี้

กำลังไฟฟ้าสูงสุดของโซล่าเซลล์	Peak Power (P max)	มีหน่วยเป็น	วัตต์ (W)
แรงดันไฟฟ้าในขณะที่ต่อกับโหลด	Operating Voltage (Vmp)	มีหน่วยเป็น	โวลต์ (V)
กระแสไฟฟ้าในขณะที่ต่อโหลด	Operating Current (Imp)	มีหน่วยเป็น	แอมป์ (A)
แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด	Open Circuit Voltage (Voc)	มีหน่วยเป็น	โวลต์ (V)
กระแสไฟฟ้าลัดวงจร	Short Circuit Current (Isc)	มีหน่วยเป็น	แอมป์ (A)

2.3 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

แผงโซล่าเซลล์จะผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาในรูปแบบของไฟฟ้ากระแสตรงแต่เครื่องใช้ไฟฟ้าในที่อยู่อาศัยส่วนมากนั้น จะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นหลัก ดังนั้นการที่จะทำให้ไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์ให้ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปได้ก็ต้องมีตัวแปลงกระแสไฟฟ้านั่นคืออินเวอร์เตอร์ ลักษณะของเครื่องอินเวอร์เตอร์จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.14 เครื่องอินเวอร์เตอร์

2.3.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ในระบบอินเวอร์เตอร์นั้นจะมีโครงสร้างภายในด้วยกัน 3 อย่าง คือ

- ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) : แปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC Power supply (50 Hz) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage)
- ชุดอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) : แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage)ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแรงดันและความถี่ได้
- ชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) : ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์และชุดอินเวอร์เตอร์

หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์นั้นจะเริ่มจาก วงจรคอนเวอร์เตอร์จะแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง หลังจากนั้นวงจรอินเวอร์เตอร์จะแปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ ที่สามารถปรับแรงดันและความถี่ได้โดยมีวงจรควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ และวงจรอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3 – Phase Induction moter นิยมใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จ่ายไฟสำรองเพื่อแก้ปัญหาไฟเกิน ไฟตก ไฟดับ และคลื่นรบกวนเพื่อป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

2.3.2 ประเภทของอินเวอร์เตอร์

2.3.2.1 อินเวอร์เตอร์กริตไทน์ (Grid – Tied)

รับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ หรือไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ แล้วแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ และช่วยรักษาระดับแรงดันไฟให้มีความเสถียร

รูปที่ 2.16 อินเวอร์เตอร์กริตไทน์

2.3.2.2 อินเวอร์เตอร์ Micro - Grid

มีลักษณะการทำงานคล้ายกับแบบ Grid-Tied แต่ต่างกันที่สามารถแปลงกระแสไฟได้ 1 อัน ต่อ 1 แผงโซล่าเซลล์ ทำให้ช่วยลดการใช้สายไฟ AC ได้

รูปที่ 2.17 อินเวอร์เตอร์ Micro – Grid

สามารถจ่ายไฟออกมาเหมือนกับไฟบ้าน รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นส่วนประกอบ เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ ตู้เย็น แต่ข้อเสียคือราคาสูง

รูปที่ 2.18 อินเวอร์เตอร์ Micro – Grid

2.3.2.3 อินเวอร์เตอร์ Modified Sine Wave

ไม่สามารถใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภท แต่ข้อดีคือราคาถูก ทำให้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย แต่ปัจจุบันอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าหลากหลายชนิด รวมไปถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าทีมีมอเตอร์แปรงถ่านเป็นส่วนประกอบ เช่น พัดลม สว่าน เครื่องเจียร เป็นต้น

รูปที่ 2.19 อินเวอร์เตอร์ Modified Sine Wave

2.3.3 อินเวอร์เตอร์ตามระบบที่ติดตั้ง

โดยทั่วไปอินเวอร์เตอร์จะแบ่งแยกตามระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ซึ่งมีอยู่สองแบบใหญ่ๆด้วยกัน ได้แก่

2.3.3.1 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้กับระบบสแตนอโลน (Stand – Alone System)

อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบสแตนอโลนหรือระบบอิสระที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับการไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์แบบนี้จะมีหลักการทำงานเบื้องต้นที่กล่าวไปคือ รับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์หรือไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอร์รี่ (เวลากลางคืนจากพลังงานที่ชาร์จไว้โดยแผงโซล่าเซลล์ในเวลากลางวัน) แล้วแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ จ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับต่อไป

2.3.3.2 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ระบบออนกริด (On – Grid System)

อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบออนกริดหรือระบบที่ทำงานสัมพันธ์กับการไฟฟ้ามีชื่อเรียกอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้โดยทั่วไปว่า กริดไทน์อินเวอร์เตอร์ (Gtid – Tied Inverter) ลักษณะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ระบบนี้จะเหมือนกับอินเวอร์เตอร์โดยปกติทั่วไปแต่จะต้องมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากการไฟฟ้าป้อนให้กับอินเวอร์เตอร์อีกทางหนึ่งด้วย ตัวอินเวอร์เตอร์แบบนี้ถึงจะทำงาน ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์จะถูกใช้ไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆภายในบ้าน (สำหรับระบบออนกริดแบบลดภาระค่าไฟฟ้า) หรืออาจจะแปลงไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ป้อนตรงให้กับสายส่งเพื่อขายไฟให้กับการไฟฟ้าตามโครงการ VSPP ได้

2.4 สายไฟของระบบโซล่าเซลล์

การติดตั้งระบบโซล่าเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์จะต้องมีการเลือกสายไฟฟ้าโซล่าเซลล์ จึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานนั้น หลักที่ต้องดูคือพิกัดการทนกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ ก็คือถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้ากินกระแสไฟฟ้ามาก เราก็ต้องเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าใหญ่ ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้ากินกระแสน้อยเราก็จะใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กลงมา

การเลือกใช้ขนาดสายไฟกระแสตรง DC ที่ใช้สำหรับโซล่าเซลล์ Solar Cable PV1-F

เป็นสายไฟโซล่าเซลล์ที่ถูกออกแบบมาสำหรับระบบโซล่าเซลล์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยเฉพาะสายไฟชนิดนี้ทำด้วยทองแดงเคลือบดีบุก ที่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ มีการหุ้มฉนวนสองชั้น ภายในสาย PV1-F จะประกอบด้วยสายเส้นเล็กๆจำนวนมาก เพื่อให้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

ไหลผ่านได้ดีที่ผิวของตัวนำไฟฟ้า การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ต้องใช้สายไฟโซล่าเซลล์โดยเฉพาะ ที่ต้องมีความสามารถในการทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส ซึ่งสายไฟโซล่าเซลล์จะเรียกว่า PV / PV1-F ภายในสายไฟโซล่าเซลล์ PV1-F ประกอบด้วยสายเส้นเล็กๆจำนวนมากเพราะไฟฟ้าระบบกระแสตรงจะวิ่งที่ขอบของสายไฟเส้นเล็กๆมีค่าความสูญเสียการไฟฟ้าน้อยกว่าที่ใช้สายไฟโซล่าเซลล์เส้นใหญ่ๆเพียงเส้นเดียว และสายยังเคลือบด้วยดีบุกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนหรือตระใคร่เมื่อเกิดความชื้น

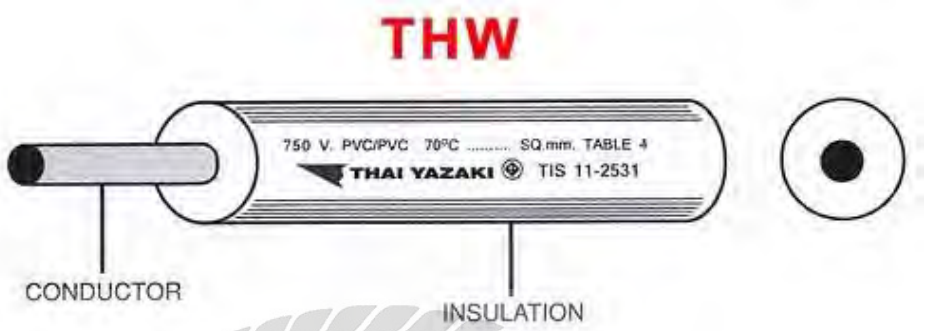
รูปที่ 2.20 สายไฟกระแสตรง DC

ขนาดสายไฟโซล่าเซลล์กระแสสลับ AC

ในการเลือกสายไฟฟ้ากระแสสลับที่เรานำมาใช้งานในบ้านให้เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยของเราควรจะดูที่โหลดการใช้งานหรือกระแสไฟฟ้าแอมแปร์ที่ไฟฟ้าไหลผ่าน และควรต้องเผื่อค่าความปลอดภัยอย่างน้อย 25 % เพื่อป้องกันการเกิดไฟไหม้หรือที่เรียกว่าไฟลัดวงจร ในความจริงแล้วจะเกิดการใช้สายไฟโซล่าเซลล์ที่เล็กเกินไปจึงทำให้สายไฟนั้นร้อนจนเกินไป ส่งผลให้เกิดไฟลุกขึ้นมา

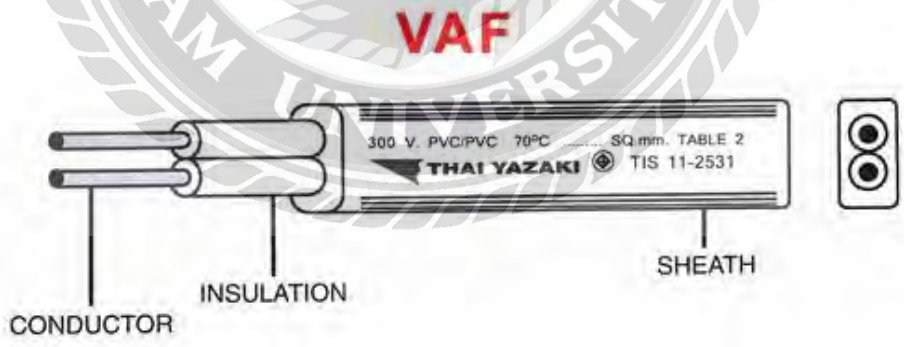
สายไฟ THW เป็นสายไฟโซล่าเซลล์ที่สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้มากถึง 750 โวลต์ (แล้วแต่ขนาด) มีการหุ้มฉนวนพีวีซี 1 ชั้น และเป็นสายเพียงเส้นเดียว การติดตั้งต้องร้อยเข้าไปในท่อร้อยสายไฟฟ้าอีก

ทีหนึ่ง ไม่ควรติดตั้งนอกอาคารหรือฝังใต้ดิน โดยไม่ให้สายสัมผัสกับดินหรืออากาศโดยตรงจะต้องร้อยเข้าไปในท่อไฟฟ้าก่อนเท่านั้น

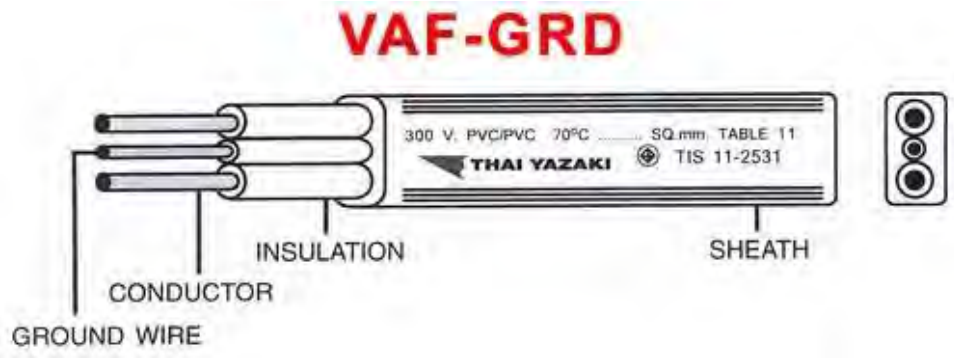


รูปที่ 2.21 สายไฟฟ้า THW

สายไฟฟ้า VAF เป็นสายไฟโซล่าเซลล์ที่สามารถทนแรงดันไฟฟ้า 300 โวลต์ โดยจะเป็นสายที่มีเส้นมี 2 เส้น หรือ 3 เส้นในสายเส้นเดียว และหุ้มด้วยฉนวนพีวีซี 2 ชั้น สายไฟชนิดนี้เหมาะสำหรับการติดตั้งภายในอาคารเท่านั้น ไม่ควรนำไปติดตั้งนอกอาคารหรือฝังใต้ดินเด็ดขาด



รูปที่ 2.22 สายไฟฟ้า VAF



รูปที่ 2.23 สายไฟฟ้า VAF – GRD

สายไฟฟ้า VCT เป็นสายไฟโซล่าเซลล์ที่สามารถฝังใต้ดินหรือติดตั้งภายนอกตัวอาคารได้ เช่น สายไฟของโคมไฟฟ้าในสวนหน้าบ้าน หรือสายไฟฟ้าที่จ่ายไปยังปั๊มน้ำเพื่อรดน้ำต้นไม้ สายไฟชนิดนี้เป็นสายอ่อนที่มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น และฉนวนชั้นนอกสามารถทนต่อสภาพอากาศต่อแรงสั่นสะเทือนได้ดี และสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้มากถึง 750 โวลต์

รูปที่ 2.24 สายไฟฟ้า VCT

2.5 อุปกรณ์จับยึดแผงโซล่าเซลล์ (Solar Mounting)

Solar Mounting หรืออุปกรณ์จับยึดแผงโซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจับยึดแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นที่จะต้องใช้ในงานติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ เพื่อให้แผงโซล่าเซลล์ที่ทำการติดตั้งมีความแข็งแรงคงทนไม่ปลิวหายไปตามลมเมื่อเกิดลมแรง ซึ่งเป็นการติดตั้งบนหลังคากระเบื้องเมทัลชีท รวมไปถึงงานติดตั้งบนดาดฟ้าและพื้นดิน

วัสดุที่นิยมนำมาสร้าง Solar Mounting ส่วนใหญ่จะทำมาจากอลูมิเนียม และเหล็กชุบกันสนิม (Hot Dip Galvanize) เนื่องจากเป็นวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดสนิมอีกทั้งยังมีน้ำหนักเบา ไม่ก่อให้เกิดการเพิ่มน้ำหนักให้กับโครงหลังคา ซึ่งการยึดจับแผงโซล่าเซลล์นั้น มีอยู่ด้วยกันอยู่ 2 แบบดังนี้ 1.แบบสกรูยึด 2.แบบคลิปล็อค

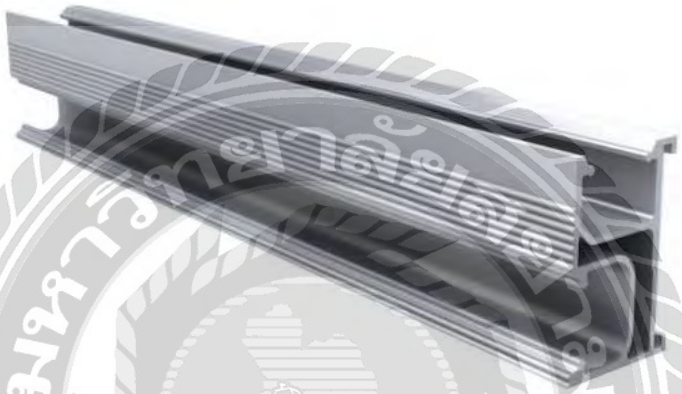
รูปที่ 2.25 อุปกรณ์จับยึดแผงโซล่าเซลล์

องค์ประกอบของ Solar Mounting

2.6 รางรับแผงโซล่าเซลล์ (Rail)

เป็นตัวรางซึ่งจะมีความยาวราวๆ 4 เมตรกว่าๆ (ควรเลือกซื้ออุปกรณ์จับยึดชิ้นอื่นๆให้ตรงยี่ห้อกับ Rail เพื่อความเข้ากันได้) รางอลูมิเนียมของ Sunnergy เป็นรางที่ออกแบบสำหรับการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์โดยเฉพาะ จึงมีความแข็งแรง ทนทาน เหนียว สามารถรองรับน้ำหนักของแผงโซล่าเซลล์ได้ตลอดอายุการใช้งาน สามารถต้านแรงลม และที่สำคัญไปยิ่งกว่านั้น รางอลูมิเนียมที่ถูก

ออกแบบมาใช้สำหรับติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ Sunnergy Solar Mounting จะมีน้ำหนักเบา เหมาะเป็นอย่างยิ่งสำหรับการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนหลังคาแต่ละแบบ ไม่ว่าจะเป็นหลังคากระเบื้องซีแพค กระเบื้องลอนคู่ หลังคาเมทัลชีท ทำให้น้ำหนักที่เพิ่มมาไม่มากบนหลังคา เพราะน้ำหนักของโครงสร้างอลูมิเนียมจะน้อยกว่าการใช้โครงสร้างแบบโครงเหล็ก นอกจากนี้รางโครงสร้างอลูมิเนียมจะสามารถนำไปใช้ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนดาดฟ้า หรือบนพื้นดินก็ได้เช่นกัน เพราะใช้งานง่าย เสร็จงานเร็ว ลดระยะเวลาในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์



รูปที่ 2.26 รางรับแผงโซล่าเซลล์ (Rail)

2.7 L – Fleet (Support Rail)

.ใช้สำหรับจับยึด Rail ส่วนอีกด้านหนึ่งใช้กรูยึดกับแปหลังคา

รูปที่ 2.27 L-Fleet

2.8 Roofting Screw

สกรูยึดแผ่นเมทัลชีสกับแปหลังคา

รูปที่ 2.28 Roofting Screw

2.9 ตัวจับริมแผงโซล่าเซลล์ (End – Clamp Assembly)

เป็นตัวล็อคปิดท้ายแผงโซล่าเซลล์ที่อยู่ด้านข้าง ยึดติดกับรางอลูมิเนียมในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ เรียกง่ายๆว่าเป็นตัวยึดแผ่นโซล่าเซลล์ตัวแรกและตัวสุดท้าย มีส่วนให้แต่ละแถวที่วางแผงโซล่าเซลล์สามารถวางบน Rail ได้โดยไม่ไหลลื่นออก

รูปที่ 2.29 End – Clamp

2.10 ตัวกดระหว่างแผง (Mid – Clamp Assembly)

ตัวกดระหว่างแผงโซล่าเซลล์ให้แน่นขึ้น เป็นตัวล็อคแผงโซล่าเซลล์เป็นล็อคจับยึดระหว่างแผงโซล่าเซลล์แต่ละแผ่นกับรางอลูมิเนียม

รูปที่ 2.30 Mid – Clamp

2.11 กราวด์รองแผงโซล่าเซลล์ (Ground Plate)

เป็นแผ่นโลหะบางสำหรับจิกกับ Rail เพื่อให้โครงแผงโซล่าเซลล์กับ Rail เชื่อมถึงกัน (เพื่อเชื่อมต่อลงกราวน์ระบบ) โดยใช้วางสอดเข้าไปตอนที่ยึด Mid – Clamp

รูปที่ 2.31 กราวด์รองแผงโซล่าเซลล์ (Ground Plate)

2.12 ตัวต่อราง (Join Rail)

หากทำการวางแผงโซล่าเซลล์เป็นแถวยาวมากกว่าความยาวของ Rail (ประมาณ 4 เมตร) Join Rail จะมีหน้าที่ทำการเชื่อมต่อระหว่าง Rail ให้ต่อกัน

รูปที่ 2.32 Join Rail

2.13 MC4 Solar Connector

MC4 Solar Connector ขั้วต่อ คอนเนคเตอร์สำหรับโซล่าเซลล์นิยมใช้สำหรับการเชื่อมสายไฟของแผงโซล่าเซลล์เข้าด้วยกัน ขั้วของ MC4 จะมี 2 ขั้ว ขั้วที่เป็นเต้าเสียบ (Plug) และขั้วที่เป็นเต้ารับ (Socket) เต้าเสียบและเต้ารับนั้นจะถูกวางไว้ภายในวัสดุหุ้มที่เป็นพลาสติกที่จะเป็นเพสตรงกันข้ามกัน โดยเต้าเสียบจะไปใส่อยู่ในวัสดุหุ้มรูปทรงกระบอกที่คล้ายกับ Connector ตัวเมียแต่เรียกว่าตัวผู้ส่วนเต้ารับที่ใส่ในหัววัดรูปสี่เหลี่ยมที่มีหน้าตาคล้ายกับ Connector ตัวผู้แต่เรียกว่าตัวเมีย และสำหรับ Connector ตัวเมียนั้นจะมีนิ้วพลาสติก 2 อันที่ต้องกดไปยังหัวตรงกลางเล็กน้อย ทำเพื่อที่จะแทรกเข้าไปอยู่ในร้านหน้าของ Connector ตัวผู้ เมื่อดันขั้วของตัวผู้และตัวเมียเข้าด้วยกันแล้ว นิ้วพลาสติกจะเข้าไปอยู่พอดีกับรอยตัดทั้ง 2 ข้างของ Connector ตัวผู้ทำให้ Connector ทั้งคู่เข้าล็อคกัน และเมื่อมีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันแล้วก็จะมีแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นของวงจรสำหรับซีลที่เหมาะสมกับหัวขั้วต่อ MC4 นั้นจำเป็นต้องใช้สายเคเบิลที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ถูกต้อง และโดยปกติแล้วจะเลือกใช้สายที่มีฉนวนกันความร้อน และสามารถป้องกันแสง UV ได้ ขั้วต่อ MC4 นั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกลางแจ้งจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบเป็นอย่างดี มีการใช้วัสดุที่ทนต่อสภาพอากาศ และทนแสงแดดจากสภาวะภายนอกได้อย่างดีคือ สามารถทนต่ออุณหภูมิที่ต่ำสุดตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียสจนสูงถึง 85 องศาเซลเซียส และยังสามารถทนทานต่อรังสี UV ในระยะยาวได้ มีความ

ต้านทานของตัวขั้วที่คงที่ และสามารถรองรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 20 A แรงดันไฟฟ้า 600 V ขึ้นอยู่กับตัวนำที่ใช้ ลักษณะของ MC4 Solar Connector จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.29

รูปที่ 2.33 MC4 Solar Connector

ตู้คอนโทรลที่ใช้ในการประกอบงาน

2.14 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (ตู้ ACS)

เป็นตัวรวมกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์ กล่องรวมสาย เป็นจุดรวมสายไฟฟ้า DC ที่มาจากแผงโซล่าเซลล์จากหลายๆสตริง

รูปที่ 2.34 ตู้ ACS

2.15 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (ตู้ CB BOX)

เป็นตัวรวมกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์ กล่องรวมสาย เป็นจุดรวมสายไฟฟ้า DC ที่มาจากแผงโซล่าเซลล์จากหลายๆสตริง เพื่อส่งกระแสไฟฟ้าที่รวมได้ไปแปลงกระแสไฟที่ Inverter ซึ่ง Combiner box นี้ยังมีเบรกเกอร์เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน และมี Surge Protection Device (SPD) ทำหน้าที่ป้องกันระบบเวลาไฟฟ้ามีสูงเกินไปเช่น เกิดฟ้าผ่า

รูปที่ 2.35 ตู้ CB BOX

2.16 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก Main Distribution Board (MDB)

Main Distribution Board (MDB) หรือตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก รับไฟฟ้ามาจากหม้อแปลงไฟฟ้า ของการไฟฟ้าซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อหรือขนานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ เข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

รูปที่ 2.36 ตู้ MDB

2.17 ตู้ Zero Export

หรือตัวหรี่ของอินเวอร์เตอร์ จึงเป็นอุปกรณ์ที่แก้ไขปัญหา (Relay Protection ตรวจจับกระแสไหลย้อนกลับ แล้วสั่งตัดที่เมนเบรกเกอร์ของ MDB ระบบโซล่าเซลล์) ทางผู้ผลิตอินเวอร์เตอร์จึงได้ผลิตอุปกรณ์ ตรวจวัดการใช้งานของโหลดรวมภายในโรงงานลูกค้า ซึ่งแต่ละแบรนด์อาจเรียกชื่อต่างกัน แต่สรุปคือฟังก์ชั่น Zero Export ย้อนกลับต้องเป็นศูนย์หรือตัวหรี่กำลังการผลิตของอินเวอร์เตอร์ให้เป็นไปตามสภาวะการใช้ไฟฟ้า ของโหลดรวมภายในโรงงานในช่วงขณะเวลานั้นๆ

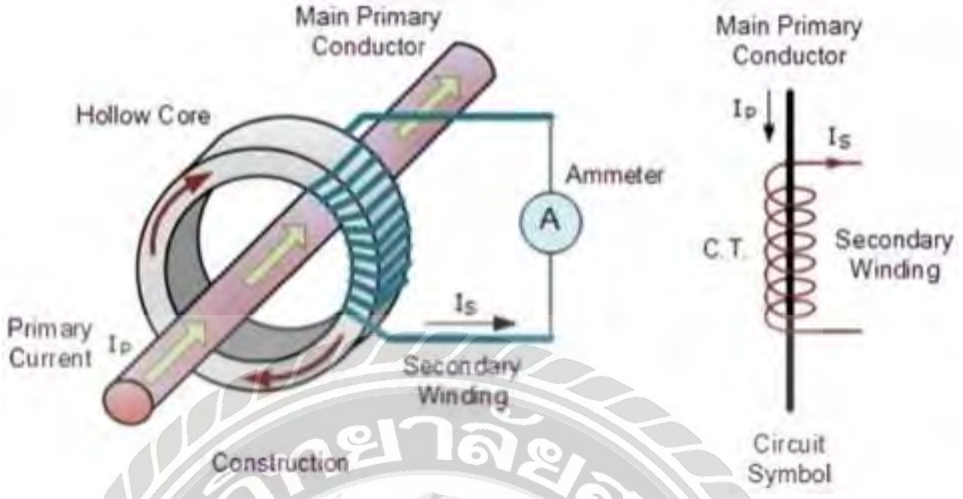
รูปที่ 2.37 ตู้ Zero Export

ภาพของการติดตั้งตู้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคาร แสดงได้ดังรูป 2.38

2.18 Current Transformer (CT) วัดกระกระแสไฟฟ้า

หรือหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (ซีที) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการลดทอนกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้เป็นกระแสไฟฟ้าที่มีค่าต่ำเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เมื่อต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่าพิสัย (Range) ของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้านั้น เช่น แอมป์มิเตอร์ (Ammeter) ที่ใช้งานทั่วไปจะสามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้โดยตรงที่ 5A เท่านั้น หากในกรณีที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่มากกว่า 5A จำเป็นต้องต่อผ่าน CT โดย CT (Current Transformer) จะทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าด้านอินพุต (Input Current) และลดทอนกระแสไฟฟ้าตามอัตราส่วนของ CT แต่ละรุ่นโดยให้เหลือกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 5A เช่น กระแสไฟฟ้าทางด้านอินพุตหรือทางด้านปฐมภูมิ (Primary) 100A เมื่อต่อผ่าน CT

แล้วกระแสไฟฟ้าทางด้านเอ้าต์พุตหรือทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะลดลงเหลือเพียง 5A ตามอัตราส่วนของ CT แล้วนำไปต่อร่วมกับแอมป์มิเตอร์เพื่อวัดและแสดงค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.39 แสดงโครงสร้างของ CT (Current Transformer)

จากรูป 2.34 โครงสร้างของ CT (Current Transformer) หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ด้านบนจะเห็นว่าขดลวดทางด้านปฐมภูมิ (Primary Winding) มีสายไฟหรือบัสบาร์ผ่านแกนของ CT เพียงเส้นเดียว หมายความว่า CT วัดกระแสไฟฟ้าจะใช้งานกับโหลดได้หนึ่งตัวตัวต่อ 1 เฟส ในส่วนของขดลวดด้านทุติยภูมิ (Secondary Winding) จะมีการพันขดลวดที่แกน Hollow Core จำนวนรอบของขดลวดมากกว่า โดยแกนวงกลมของหม้อแปลงวัดกระแสไฟฟ้าทำมาจากเหล็กซึ่งเป็นวัสดุที่มีความสูญเสียต่ำ ซึ่งมีความสำคัญต่อความแม่นยำของตัว CT ในการทำงานของ CT จะอาศัยหลักการวัดกระแสไฟฟ้าทางด้านอินพุต (Input Current) และลดทอนกระแสไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุต (Output Current) แบบสัดส่วน (Ratio) เพื่อไปต่อร่วมกับ Ampmeter

ในการเลือกใช้ CT ควรเลือกให้เหมาะสมกับหน้างานที่จะนำไปใช้ เนื่องจาก CT มีหลายแบบดังนี้ CT (Current Transformer) แบบแกนคล้องสาย (Clamp-On) เหมาะสำหรับงานที่เราต้องการพกพาไปวัดค่ากระแสไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆ , CT (Current Transformer) แบบแกนแยก (Split Core) เหมาะสำหรับติดตั้งในตู้คอนโทรล ง่ายในการติดตั้ง ไม่จำเป็นต้องถอดสายหรือถอดบัสบาร์ เมื่อมีการติดตั้ง CT หรือเปลี่ยนตัว CT ใหม่ , CT (Current Transformer) แบบแกนคล้องสาย เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งในตู้คอนโทรลทั่วไป

รูปที่ 2.40 Q50 Series (CT แบบแกนคล้องสาย Clam-On)

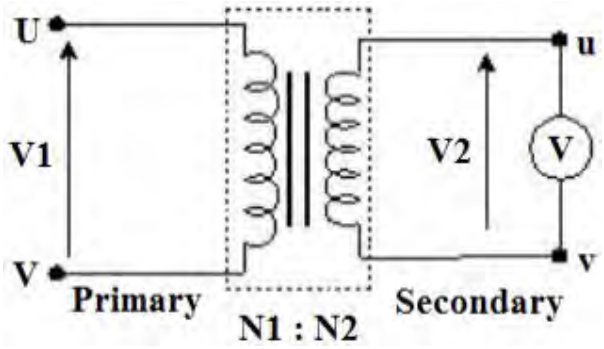
รูปที่ 2.41 DP Series (CT แบบแกนแยก Split Core)

รูปที่ 2.42 MSQ Series (แบบแกนคล้องสาย Fixed Core)

2.19 Potential Transformer (PT) หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (พีที) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ใช้ในการลดค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำลง เป็นแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานจริงเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัดนั้นมีค่าสูงกว่าพิสัย (Range) ของเครื่องวัด เช่น โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) เป็นต้น โดยอัตราส่วนของด้านแรงดันสูง (High Voltage) คือด้าน Primary จะมีขนาดมาตรฐานเท่ากับแรงดันของสายเมน เช่น 220V, 440V, 2200V เป็นต้น ซึ่งด้าน Primary และด้านแรงดันต่ำ (Low Voltage) คือด้าน Secondary โดยทั่วไปมักจะมีขนาดแรงดัน เช่น 110V, 220V,380V เป็นต้น โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.38

รูปที่ 2.43 ลักษณะหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า PT (Potential Transformer)

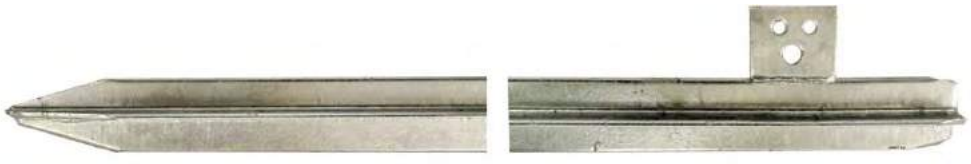


รูปที่ 2.44 แสดงโครงสร้างของ PT (Potential Transformer)

จากรูป 2.40 โครงสร้างของ PT (Potential Transformer) หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าจะมีโครงสร้างที่เหมือนกันกับหม้อแปลงไฟฟ้าโดยทั่วไป โดยประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) พันอยู่รอบแกนเหล็ก หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า (PT) คือ จะอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของขดลวดทั้งสองที่พันอยู่บนแกนเหล็กเดียวกัน โดยจะแปลงแรงดันไฟฟ้าสูงทางด้านขดลวดปฐมภูมิ (Primary) ให้มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าต่ำลงที่ทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) เพื่อให้เหมาะสมกับพิสัย (Range) ของโวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานในการวัดแรงดันไฟฟ้าอีกด้วย ซึ่งหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าจะมีอัตราส่วนของหม้อแปลง (Transformer Ratio 11000/110V)

2.20 กราวด์มะเฟือง

กราวด์มะเฟือง กราวด์ร็อดสี่แฉกชุบกัลป์วาไนท์ คุณภาพดีห่อหุ้มอย่างแนบสนิทกับแกนเหล็ก ใช้สำหรับเป็นหลักดินวัสดุแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานยาวนานทำหน้าที่เช่นเดียวกับหลักดิน คือเป็นโลหะตัวนำไฟฟ้ามีหน้าที่ถ่ายเทประจุไฟฟ้าให้กระจายลงสู่พื้นดิน โดยมีกระแสไฟฟ้ารั่วก็จะเดินทางจากสายดินมาสู่หลักดินแล้วถ่ายเทลงสู่พื้นดินกราวด์มะเฟืองเหมาะกับงานเป็นไฟฟ้าแรงสูง



รูปที่ 2.45 กราวด์มะเฟือง

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

รูปที่ 3.1 บริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด

3.1.1 ชื่อสถานประกอบการ

บริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด

Titan Green Energy CO.,LTD.

3.1.2 ที่ตั้ง

38 ถนน เฉลิมพระเกียรติ ร.9 ซอย 19 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

3.1.3 ช่องทางการติดต่อ

มือถือ : 084 256 9569

E-mail : Nuttapruet.lim@outlook.com

Facebook : Titan Green Energy

Line : @Titan

Website : www.Titan-greenenergy.c

3.1.4 เวลาทำการ

เปิดทำการทุกวันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 08.00 น. – 17.00 น. (ปิดทำการวันเสาร์และวันอาทิตย์)

3.1.5 เครื่องหมายการค้า

รูปที่ 3.2 เครื่องทางการค้าของบริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด

3.2 สถานที่ออกปฏิบัติงาน

ที่อยู่ 59 หมู่ 1 ตำบลคลองเจ็ด อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

รูปที่ 3.3 สถานที่ปฏิบัติงาน

3.3 ลักษณะการควบคุมงานติดตั้งโซล่าเซลล์

- การวางแผนแผ่นโซล่าเซลล์ตามจำนวนที่ออกแบบไว้
- ติดตั้งโครงสร้างตามที่วางแผนตามแบบงานที่กำหนด

3.4 รูปแบบการจัดการขององค์กรและการบริหารขององค์กร

การบริหารขององค์กร ประกอบด้วย

- Project Director
- Purchasing Manager
- Project Manager
- Project Engineer
- Site Engineer
- Project Coordinator
- Safety Officer

3.5 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ รหัสประจำตัว 6304200013

ตำแหน่ง Project Coordinator ลักษณะงาน ถอดแบบถอดอุปกรณ์ที่ต้องใช้หน้างานเพื่อทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ จัดทำเอกสาร (Daily Report) ตรวจสอบและควบคุมหน้างานติดตั้งระบบโซล่าเซลล์

นายตะวันชัช สุขสมัคร์ รหัสประจำตัว 6304200014

ตำแหน่ง Site Engineer ควบคุมช่างดูแลหน้างานการทำงานติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ถอดแบบถอดอุปกรณ์ที่ต้องใช้หน้างาน

3.6 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา คุณหทัยพร บัวภา

ตำแหน่งงาน Project Engineer

3.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันจันทร์ที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันศุกร์ที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2566

3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.8.1 ศึกษารายละเอียดการปฏิบัติงานในสถานที่ฝึกงาน

3.8.2 ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

3.8.3 ศึกษาวิธีการปฏิบัติงาน

3.8.4 ศึกษารายละเอียดและข้อกำหนดของโครงการ

3.8.5 ศึกษารายละเอียดของชนิดแผงโซล่าเซลล์

3.8.6 ศึกษาวัสดุและอุปกรณ์ในการใช้ทำโครงสร้างต่างๆ

3.8.7 ศึกษาการถอดแบบถอดอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องใช้หน้างาน

3.8.8 ติดตั้งโครงสร้างของแผงโซล่าเซลล์ตามแบบที่ตั้งไว้

3.8.9 ตรวจสอบการทำงานของโซล่าเซลล์ที่ติดตั้ง

3.8.10 จัดทำรายงาน

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินการโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ.2566					
	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
1.ตั้งหัวข้อโครงงาน						
2.รวบรวมข้อมูลของโครงงาน						
3.เริ่มเขียนโครงงาน						
4.ตรวจสอบโครงงาน						
5.การนำเสนอโครงงาน						
6.โครงงานเสร็จเรียบร้อย						

แผนงานที่ตั้งไว้

งานที่ปฏิบัติขึ้นจริง

3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

3.9.1 ปากกามาร์กเกอร์ (Marker Pen)

รูปที่ 3.4 ปากกามาร์กเกอร์ (Marker Pen)

3.9.2 คีมย้ำ MC4

รูปที่ 3.5 คีมย้ำ MC4

3.9.3 คีมตัดสายไฟ

รูปที่ 3.6 คีมตัดสายไฟ

3.9.4 หกเหลี่ยม (Hexagon)

รูปที่ 3.7 หกเหลี่ยม (Hexagon)

3.9.5 ตลับเมตร (Tape Measure)

รูปที่ 3.8 ตลับเมตร (Tape Measure)

3.9.6 สว่านไร้สาย (Cordless Drill)

รูปที่ 3.9 สว่านไร้สาย (Cordless Drill)

3.9.7 ประแจทอร์ค (Torque Wrench)

รูปที่ 3.10 ประแจทอร์ค (Torque Wrench)

3.9.8 คลิปแอมป์ (Clip Amp)

รูปที่ 3.11 คลิปแอมป์ (Clip Amp)

3.9.9 เครื่องต๊าปเกลียว (Threading machine)

รูปที่ 3.12 เครื่องต๊าปเกลียว (Threading machine)

3.9.10 หินเจียร (Grinding stone)

รูปที่ 3.13 หินเจียร (Grinding stone)

3.9.11 เครื่องวัดลำดับเฟส (Phase Sequencer)

รูปที่ 3.14 เครื่องวัดลำดับเฟส (Phase Sequencer)

3.9.12 มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

รูปที่ 3.15 มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

3.9.13 คีมย้ำหางปลาไฮดรอลิค

รูปที่ 3.16 คีมย้ำหางปลาไฮดรอลิค

3.9.14 ถุงมือกันไฟฟ้า

รูปที่ 3.17 ถุงมือกันไฟฟ้า

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานตามโครงงานสหกิจศึกษามีขั้นตอนดังนี้ บริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด มีลักษณะการประกอบการ การให้บริการหลักคือการติดตั้งโครงสร้างและระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โซล่าเซลล์แบบออนกริด ตามที่วางแผนตามแบบงานที่กำหนด โดยมีโมเดลแบบการติดตั้งให้ตามขนาดค่ากำลังไฟฟ้า

เนื่องจากทางบริษัท ฟ้าสยาม อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด มีความต้องการที่จะลดค่าใช้ในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในตอนกลางวันที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าตอนกลางคืนจึงต้องการที่จะติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โซล่าเซลล์แบบออนกริด โดยมีการกำหนดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่จะใช้อยู่ที่ขนาด 1,998.99 kWp ติดตั้งบนหลังคาของตัวอาคารและกำหนดพื้นที่การติดตั้ง

จึงเลือกใช้โมเดลแบบการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์โดยจะเลือกใช้แผงขนาด 665 W จำนวนทั้งหมด 3,006 แผ่น แบ่งการติดตั้งทั้งหมด 2 มิเตอร์ มิเตอร์ 1 เป็นทางฝั่งของอาคาร A ครึ่งหนึ่งและเป็นทางฝั่งอาคาร C ใช้อินเวอร์เตอร์ทั้งหมด 7 อินเวอร์เตอร์แบ่งการติดตั้งออกเป็นอินเวอร์เตอร์ละ 12 สตริง แสดงได้ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 Group String ของอาคาร A และอาคาร

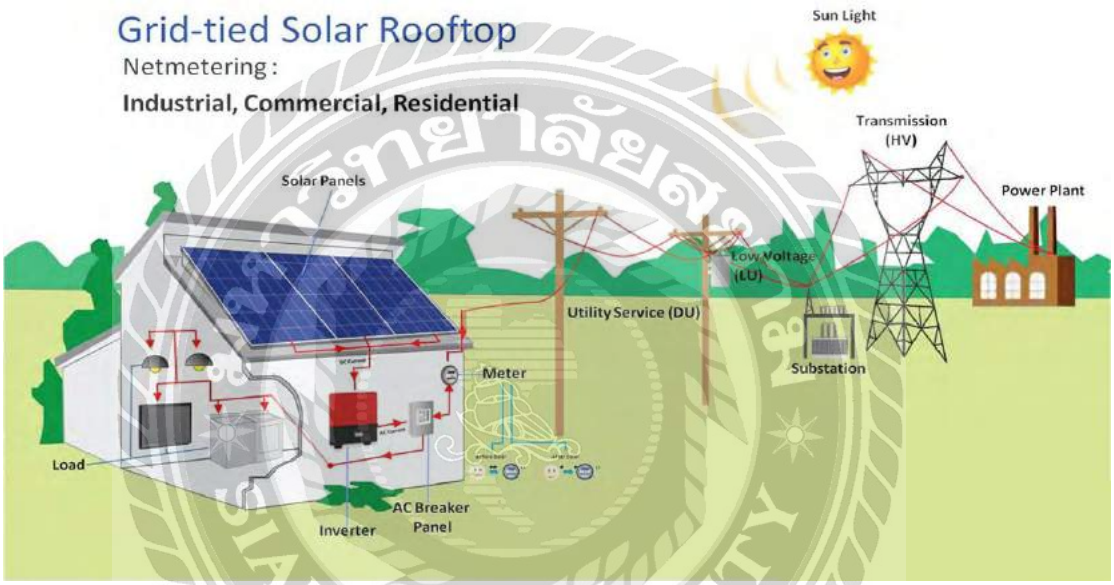
และอีกฝั่งจะเป็นของมิเตอร์ 2 เป็นทางฝั่งของอาคาร A อีกครึ่งหนึ่งที่เหลือจากฝั่งมิเตอร์ 1 และเป็นทางฝั่งอาคาร B ใช้อินเวอร์เตอร์ทั้งหมด 7 อินเวอร์เตอร์แบ่งการติดตั้งออกเป็นอินเวอร์เตอร์ละ12 สตริง แสดงได้ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 Group String ของอาคาร A และอาคาร B

4.1 ภาพรวมของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โซล่าเซลล์แบบออนกริด

ระบบออนกริด (ON GRID) เป็นการนำพลังงานไฟฟ้าจากระบบโซล่าเซลล์และไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานร่วมกัน เพื่อช่วยให้สามารถใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลา และลดค่าไฟฟ้าได้อีกด้วย โดยมีการทำงานของระบบแยกเป็นสองฝั่ง คือ ไฟฟ้าที่ผลิตเองจากโซล่าเซลล์ โดยใช้ แผงโซล่าเซลล์ ที่เราติดตั้งไว้ภายในบ้าน ทำหน้าที่เปลี่ยนแสงแดดไปเป็นพลังงานไฟฟ้า กระแสตรง (+/-) และ อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าแบบตรง ที่เราผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ ไปเป็นกระแสไฟฟ้าแบบสลับ เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้านได้ไฟฟ้าที่ได้จากการไฟฟ้า คือ ไฟฟ้าที่เราซื้อจากการไฟฟ้าใช้อยู่แล้ว สามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้เลย โดยโซล่าเซลล์ระบบออนกริด จะมีวิธีการทำงาน คือ ในวันที่มีแสงแดด แผงโซล่าเซลล์เปลี่ยนแสงแดดไปเป็นกระแสไฟฟ้าแบบตรง (+/-) จากนั้นนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ไปผ่านตู้ อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เพื่อทำการแปลงกระแสไฟฟ้าแบบตรง ให้กลายเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ แล้วจึงนำกระแสไฟฟ้าแบบสลับที่ได้ ไปใช้

งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น นำไปใช้จ่ายให้กับเครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ เครื่องซักผ้า และระบบการส่องสว่างต่าง ๆ ภายในบ้าน เป็นต้น และถ้าหากกระแสไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้เพียงพอพอ ระบบก็จะทำการดึงไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้โดยอัตโนมัติ หากโซล่าเซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เยอะอาจจะไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้า และหากไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอ ระบบก็ยังสามารถนำไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้แทนได้เลยทันที ทำให้มั่นใจว่ามีไฟฟ้าใช้อยู่ตลอดเวลา และอาจไม่ต้องค่าไฟฟ้าในบางเดือน



รูปที่ 4.3 รูปแบบการทำงานของระบบออนกริด (ON GRID)

4.2 การคำนวณ

4.2.1 การคำนวณจำนวนแผงโซล่าเซลล์

การคำนวณปริมาณและขนาดการใช้แผงโซล่าเซลล์ ว่าใช้แผ่นโซล่าเซลล์ที่มีขนาดการผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากเท่าไหร่และใช้จำนวนกี่แผ่นโดยในโครงงานนี้แผงโซล่าเซลล์ที่เลือกใช้เป็นแผงชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ แสดงไว้บน Name Plate ดังที่แสดงใน รูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 Name Plate ของแผงโซล่าเซลล์

รายละเอียดต่างๆ ของแผงโซล่าเซลล์ตาม Name Plate มีความหมายดังนี้

Maximum Power (Pmax)	=	ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด 665W ± 3%
Maximum Power Voltage (Vmp)	=	ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 38.0 V
Maximum Power Current (Imp)	=	กระแสที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด 17.51 A
Open Circuit Voltage (Voc)	=	แรงดันเปิดวงจร 45.9 V ± 3%
Short Circuit Current (Isc)	=	ค่ากระแสลัดวงจร 18.57 A ± 4%
Maximum Series Fuse	=	30 A
Power Selection	=	0 ~ + 5 W
Maximum System Voltage	=	IEC1500V

จากข้อมูลความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของ บริษัท ฟ้าสยาม อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด คือ 1,998.99 kWp และกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซล่าเซลล์ที่เลือกใช้ผลิตได้ต่อแผงเท่ากับ 665W สามารถคำนวณหาจำนวนแผงโซล่าเซลล์ที่ต้องใช้ทั้งหมดได้ดังนี้

$$\text{จำนวนแผง} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้}}{\text{กำลังไฟฟ้า } STC \text{ ต่อหนึ่งแผง}}$$

$$= \frac{1{,}998.99}{665}$$

$$= 3{,}006$$

ใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 665W จำนวนทั้งหมด = 3,006 แผง

4.2.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าขณะทำงานจริง (ต่อ 1 แผงโซล่าเซลล์)

การผลิตไฟฟ้าจริงของแผง = $P_{Max} \times (f_{Temp} \times f_{Dirt} \times f_{Mis} \times f_{Inv})$

$= 665W \times (0.89 \times 0.93 \times 0.95 \times 0.90)$

$= 470.61\ W$

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีดังนี้

ก.) อุณหภูมิ (Temperature) เป็นปัจจัยที่ส่งผลสำคัญส่งผลสำคัญกับประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า อุณหภูมิของแผงที่สูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า(แรงดันไฟฟ้า) ลดลง โดยทั่วไปผลกระทบด้านความร้อนของแผงพลังงานแสงอาทิตนี้ส่งผลให้ประสิทธิภาพลดลงเหมือนประมาณ 89% ของค่า STC ที่ระบุไว้ที่ฉลาก ($f_{Temp} = 0.89$)

ข.) ฝุ่นผง หรือความสกปรกที่หน้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Dust or Dirt) เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งจะมีฝุ่นผงละอองจำนวนมากบนผิวหน้าแผง ซึ่งทำให้แสงถูกลดทอนลงและการผลิตพลังงานไฟฟ้าก็จะลดลงตาม โดยทั่วไปผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นผงและความสกปรกนี้จะทำให้ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 93% ของค่า STC ที่ระบุไว้ที่ฉลาก ($f_{Dirt} = 0.93$)

ค.) การต่อขยายเพิ่ม พิกัดพลังงานแสงอาทิตย์ และ การสูญเสียในสายไฟ จากการทดสอบประสิทธิภาพของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต่อรวมกันเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับแผงเดี่ยวที่มีพิกัดสูงที่เท่ากัน พบว่า ประสิทธิภาพของแผงที่ต่อรวมกันมีค่า

น้อยกว่าแผงเดี่ยว นอกจากนี้ ค่าความต้านทานรวมของสายไฟมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าด้วยโดยทั่วไปการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากการต่อแผงร่วมกันและในสายไฟทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลง 95% ของค่า STC ที่ระบุไว้ที่ฉลาก (f_{Mis} = 0.95)

ง.) การแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตามที่พักอาศัยส่วนใหญ่เป็นพลังงานกระแสสลับ(AC)จึงต้องผ่านเครื่องแปลงกระแสไฟหรือเรียกว่าเครื่อง อินเวอร์เตอร์ (Inverter) การแปลงกระแสไฟฟ้านี้ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งเช่นกันโดยทั่วไปจะมีการสูญเสียพลังงานส่วนนี้และทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ90%ของค่า STC ที่ระบุไว้ที่ฉลาก (f_{Inv} = 0.90)

4.2.3 การคำนวณหาค่าหน่วยไฟฟ้าที่แผงพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตได้ (กรณีไม่มีสำรองไฟฟ้า)

- พื้นที่ที่ต้องใช้ในการติดตั้ง = จำนวนแผงที่ใช้ติดตั้ง × ขนาดพื้นที่ของแผง 1 แผง

  = 3,006 แผง × 2.38 ตารางเมตร

  = 7,154.28 ตารางเมตร

- พื้นที่หลังคาที่ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด $= \frac{\text{พื้นที่ติดตั้ง} \times \text{ค่าพลังงานไฟฟ้า } STC}{\text{พื้นที่ } PV\ 1 \text{ แผง}}$

  $= \frac{7{,}154.28 \text{ ตารางเมตร} \times 665\ W}{2.38 \text{ ตารางเมตร}}$

  = 1,998,990 W

  = 1,998.99 kW

- จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ $= \frac{\text{พื้นที่ติดตั้ง}}{\text{พื้นที่ } PV\ 1 \text{ แผง}}$

  $= \frac{7{,}154.28 \text{ ตารางเมตร}}{2.38 \text{ ตารางเมตร}}$

  = 3,006 แผง

- พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จริง = $P_{Max} \times (f_{Temp} \times f_{Dirt} \times f_{Mis} \times f_{Inv})$

  = 1,998.99kW × (0.89 × 0.93 × 0.95 × 0.90)

  = 1,414.65 kW

- ชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้า 09.00 – 15.00 คิดเป็น 6 ชั่วโมง

- จึงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ = พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ × ชั่วโมงการผลิต

  = 1,414.65 kW × 6hr/day

  = 8,487.9 kWh/day (หน่วย/วัน)

สรุป หลังคาบริษัทนี้สามารถติดตั้งแผงได้จำนวน 3,006 แผง เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้จริง 1,414.65 kW และสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 8,487 หน่วยต่อวัน

4.3 ขั้นตอนการติดตั้ง

4.3.1 การติดตั้งอุปกรณ์เม้าติ้ง

รูปที่ 4.5 การติดตั้ง L-Feet ยึดหลังคา

รูปที่ 4.6 การติดตั้งรางอลูมิเนียม (Rail) ยึดเข้ากับ L-Feet

รูปที่ 4.7 การติดตั้ง Walkway

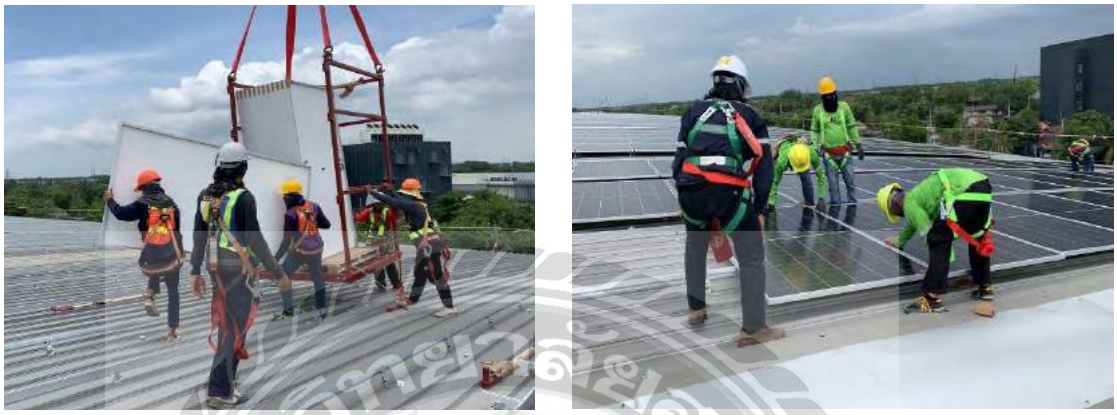
รูปที่ 4.8 การติดตั้ง Perfarated Tray

4.3.2 การติดตั้งห้อง Inverter

รูปที่ 4.9 ติดตั้งห้อง Inverter

4.4 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ อันดับแรกต้องนำแผงโซล่าเซลล์มาวางบนรางอลูมิเนียม เพื่อเตรียมที่จะต่อสายก่อนจะยึดแผงโซล่าเซลล์กับรางอลูมิเนียม แสดงได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การวางแผนโซล่าเซลล์เตรียมก่อนติดตั้ง

จากนั้นทำการต่อสายที่อยู่ใต้แผงโซล่าเซลล์แต่ละแผ่นเข้าด้วยกันตามแบบ Group String ของแต่ละอาคาร แสดงได้ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ต่อสายแผงโซล่าเซลล์เข้าด้วยกัน

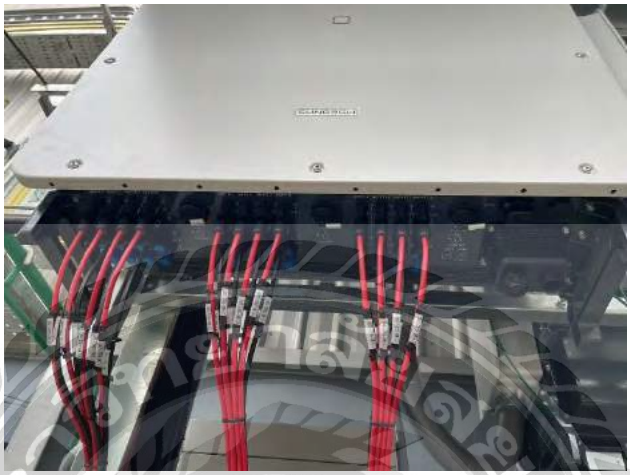
เมื่อต่อสายแต่ละแผ่นเข้ากันเสร็จแล้วจะทำการยึดแผงโซล่าเซลล์เข้ากับรางอลูมิเนียม แสดงได้ดังรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13

รูปที่ 4.12 จับยึดแผงโซล่าเซลล์

รูปที่ 4.13 ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์แล้วเสร็จ

4.5 การต่อสายจากแผงโซล่าเซลล์เข้าตู้ Inverter

นำสายจากแผงโซล่าเซลล์โดยจะแยกเป็นขั้วบวกขั้วลบของแต่ละสตริงต่อเข้าที่ตู้ Inverter เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 4.14 ต่อสายไฟ DC ของแต่ละสตริงเข้าตู้ Inverter

รูปที่ 4.15 ต่อสายจากอินเวอร์เตอร์ไปยังตู้ ACS

รูปที่ 4.16 ต่อสายจากตู้ ACS ไปยังตู้ CB BOX

รูปที่ 4.17 ต่อสายจากตู้ CB BOX ไปยังตู้ MDB

4.6 การวัดกระเสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

เป็นการคล้องเข้ากับสายส่งที่มาจากการไฟฟ้าเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ โดยมีตู้ Zero Export ตรวจจับกระแสไหลย้อนกลับ

รูปที่ 4.18 เข้าสาย PT หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 4.19 ติดตั้งคล้อง CT และ PT

4.7 การตอกแท่งหลักดิน (กราวด์ร็อดมะเฟือง)

คือกราวด์ร็อดสี่แฉกชุบกัลป์วาไนท์ คุณภาพดีห่อหุ้มอย่างแนบสนิทกับแกนเหล็ก ใช้สำหรับเป็นหลักดินวัสดุแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานยาวนานทำหน้าที่เช่นเดียวกับหลักดินคือเป็นโลหะตัวนำไฟฟ้ามีหน้าที่ถ่ายเทประจุไฟฟ้าให้กระจายลงสู่พื้นดิน โดยมีกระแสไฟฟ้ารั่วก็จะเดินทางจากสายดินมาสู่หลักดินแล้วถ่ายเทลงสู่พื้นดินกราวด์มะเฟืองเหมาะกับงานเป็นไฟฟ้าแรงสูง

รูปที่ 4.20 การตอกแท่งหลักดิน (กราวด์ร็อดมะเฟือง)

รูปที่ 4.21 การเดินท่อกราวด์ลงหลักดิน

4.8 ขั้นตอนการตรวจสอบ

การ Insulation สายไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบว่าสายไฟฟ้าแต่ละเส้นในขณะที่ทำการลากสายมายังห้องอินเวอร์เตอร์และตู้ต่างๆเกิดการบาดของสายหรือไม่ โดยค่าที่แสดงขึ้นในกรณีที่สายไม่ได้เกิดการบาดคือ 5.50 GΩ 528V

รูปที่ 4.22 Insulation AC Cable

รูปที่ 4.23 Insulation DC Cable

การตรวจเช็คค่ากำลังไฟฟ้าจากแผงของแต่ละอินเวอร์เตอร์แต่ละสตริงว่ากำลังไฟฟ้ามาครบทุกสตริงไหม ถ้าเช็คแล้วค่าขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 684V ทุกสตริงแสดงว่าใช้งานได้ไม่มีปัญหา

รูปที่ 4.24 ตรวจเช็คค่ากำลังไฟฟ้าจากแผงของแต่ละอินเวอร์เตอร์

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาในโครงการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ 1,998.99 kWp ให้เป็นไปตามแบบที่วางแผนในแบบงานที่ออกแบบไว้ การปฏิบัติงานสามารถลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีจากการให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยงที่คอยกำกับดูแล

5.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงงาน

5.2.1 ขาดทักษะความรู้เกี่ยวกับโซล่าเซลล์ การติดตั้งเผง ชนิดของแผง ทำให้ต้องใช้เวลาศึกษาเพิ่มเติม

5.2.2 ขาดทักษะและความชำนาญในการติดตั้งโครงสร้างและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งโครงสร้างของโซล่าเซลล์

5.2.3 ขาดความรู้ในการถอดแบบถอดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งโซล่าเซลล์

5.2.4 ขาดทักษะความรู้ในการตรวจสอบตู้อินเวอร์เตอร์และการดำเนินงานต่างๆ

5.2.5 ขาดทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 สอบถามพนักงานที่มีทักษะ และความชำนาญของการตรวจสอบการติดตั้งของอินเวอร์เตอร์

5.3.2 สอบถามพนักงานที่มีทักษะและความชำนาญเกี่ยวกับโซล่าเซลล์และการติดตั้งโครงสร้างของแผงโซล่าเซลล์

5.3.3 สอบถามพี่เลี้ยงวิธีการถอดแบบ ถอดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งโซล่าเซลล์

5.3.4 ให้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทำการตรวจสอบความถูกต้องรายละเอียดของการทำงานต่างๆ อีกครั้ง

5.4 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในหัวข้อโครงการเรื่อง การติดตั้งโซล่าเซลล์ 1,998.99 kWp ครั้งนี้เห็นได้ว่าสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์มาทดแทนได้จริง อีกทั้งยังเป็นพลังงานสะอาดช่วยลดค่าใช้จ่ายและประหยัดค่าไฟฟ้าได้จริง จากวัตถุประสงค์ของโครงงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ จึงรู้ได้ว่าการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์แบบออนกริดเหมาะสำหรับโรงงาน หรือ ห้างสรรพสินค้าที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากในเวลากลางวันจึงจะคุ้มค่าในเรื่องของการประหยัดค่าใช้จ่ายและได้เรียนรู้เสริมสร้างประสบการณ์ทำงานอย่างเป็นทีมในองค์กร และแนวทางขั้นตอนการปฏิบัติงานติดตั้งระบบโซล่าเซลล์รวมถึงยังได้รู้จักการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้างานที่จะเกิดขึ้นในเรื่องต่างๆ

5.5 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.5.1 ได้มีการร่วมงานเป็นทีมมีมนุษย์สัมพันธ์ต่อเพื่อนร่วมงานที่ดี

5.5.2 ได้ทราบถึงการทำงานจริง และปัญหาที่พบและเกิดขึ้นจริงในสถานที่ทำงาน

5.5.3 ได้เสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์

5.5.4 ได้รู้จักกฎระเบียบ ความปลอดภัยต่างๆ

5.5.5 ได้เรียนรู้การวางแผน กำหนดขอบเขตการทำงาน จัดลำดับความสำคัญ

5.5.6 ได้พบเห็นอุปกรณ์ และเครื่องจักรต่างๆ และเรียนรู้การใช้งานที่นอกเหนือจากการศึกษาในห้องเรียน

5.5.7 สามารถนำทักษะและประสบการณ์ที่ได้รับนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

5.5.8 สร้างวินัยในการปฏิบัติงาน และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และการตรงต่อเวลา

5.6 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.6.1 อุปกรณ์และเครื่องมือไม่พอต่อการปฏิบัติงาน ทำให้การทำงานเกิดความล่าช้า

5.6.2 สภาพอากาศมีฝนตกบางวันจึงไม่สามารถปฏิบัติงานบนหลังคาได้จึงอาจทำให้การปฏิบัติงานล่าช้าได้

5.7 ข้อเสนอแนะ

5.7.1 ควรจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อมหรือให้ได้มากที่สุดในการปฏิบัติงาน

5.7.2 ใช้อุปกรณ์เครื่องมือให้ถูกกับลักษณะงานเพื่อลดความเสี่ยงให้เกิดการเสียหาย

5.7.3 มีการตรวจเช็คอุปกรณ์เป็นระยะเพื่อยืดอายุการใช้งานให้กับอุปกรณ์

5.7.4 ต้องมีความรู้ความเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ก่อนเข้าปฏิบัติงานติดตั้ง

5.7.5 ผู้ควบคุมงาน มีความซื่อตรงรอบคอบต่อหน้าที่ และจรรยาบรรในวิชาชีพ

5.7.6 ควรมีระบบการสื่อสารที่เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน

บรรณานุกรม

บริษัท ไททัน กรีน เอ็นเนอร์จี้ จำกัด. (ม.ป.ป.). *พลังงานสะอาด*. https://www.shorturl.asia/60x9W

บ้านและสวน. (ม.ป.ป.). *โซล่าเซลล์*. https://www.shorturl.asia/4lGDg

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2556). *มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556*. https://www.shorturl.asia/EOWim

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2565). *มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า พ.ศ. 2565*. https://www.shorturl.asia/tSea2

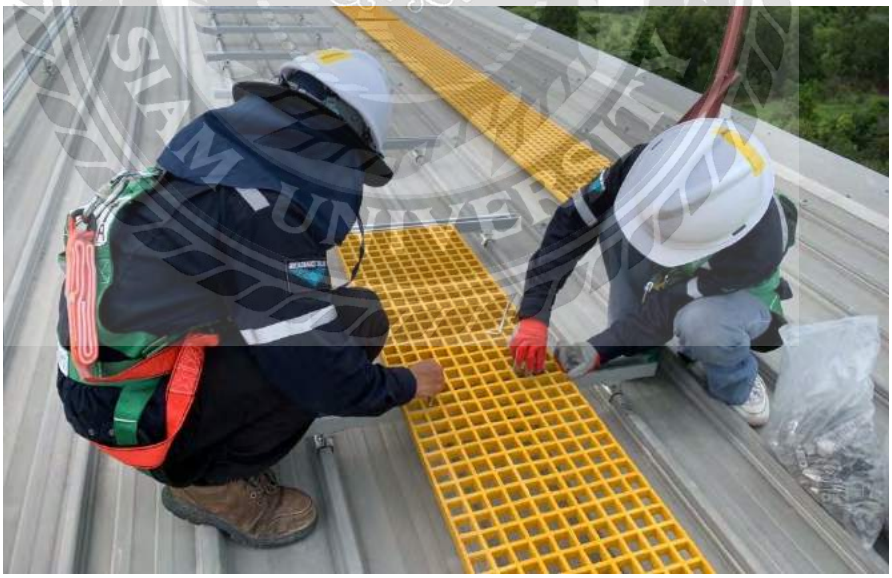
Airmarts. (ม.ป.ป.). *พิกัดของสายไฟและการเลือกใช้ที่เหมาะสม*. https://www.shorturl.asia/9otqw

ภาคผนวก

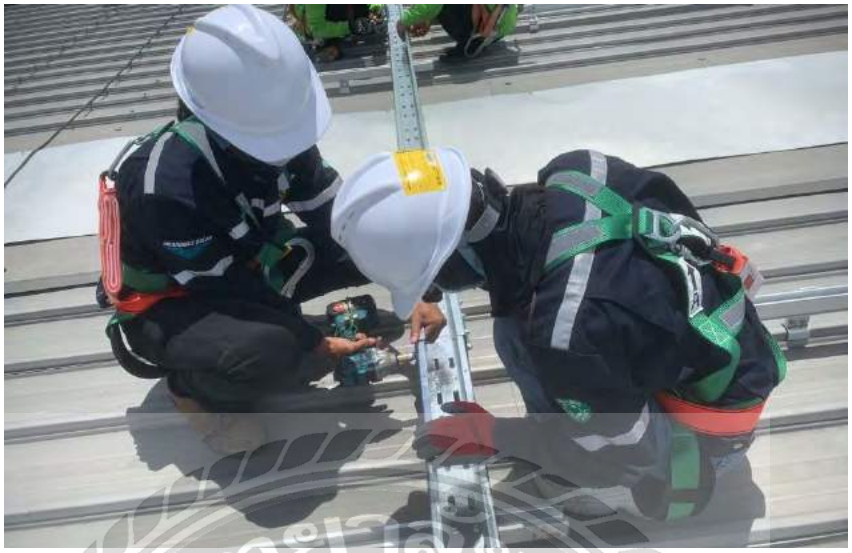
ภาคผนวก ก

(การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา)

รูปที่ 1 การติดตั้งรางอลูมิเนียม (Rail)



รูปที่ 2 การติดตั้ง Walkway



รูปที่ 3 ติดตั้ง Perforated Tray

รูปที่ 4 ติดตั้งตู้ ACS Panel

รูปที่ 5 ติดตั้งตู้ CB BOX Panel

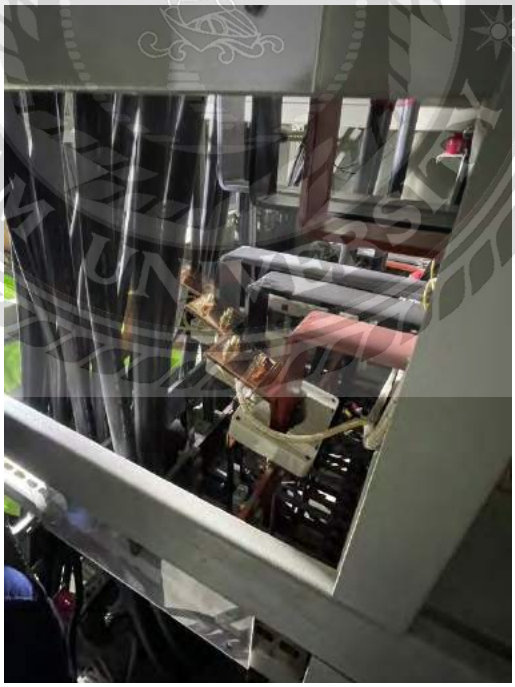
รูปที่ 6 ติดตั้ง Inverter

รูปที่ 7 DC Cable Wiring

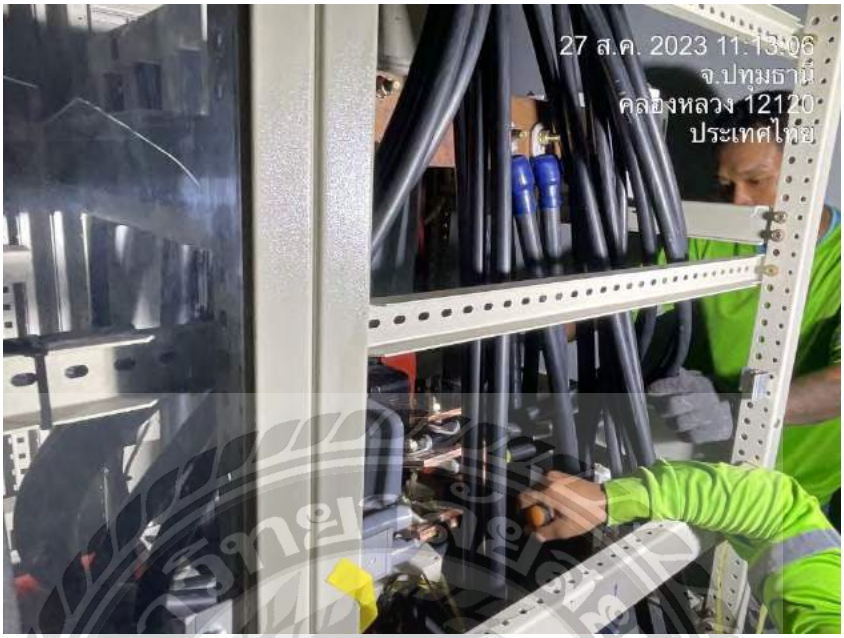
รูปที่ 8 AC Cable Wiring

รูปที่ 9 เดินสายไฟ AC เข้าตู้

รูปที่ 10 Insulation AC Cable



รูปที่ 11 Modify Busbar ตู้ MDB



รูปที่ 12 ทำการดับไฟและเข้าสายที่ตู้ MDB

รูปที่ 13 ติดตั้งคล้อง CT,PT ไฟฟ้าแรงสูง

รูปที่ 14 ขึ้นแผงโซล่าเซลล์

รูปที่ 15 จัดแผ่นโซล่าเซลล์

รูปที่ 16 ปลั๊กหัว MC4

รูปที่ 17 Torque น็อตจับยึดแผงโซล่าเซลล์

รูปที่ 18 เข้าสายไฟของตู้ Inverter

รูปที่ 19 Insulation DC Cable

รูปที่ 20 เข้าสายไฟ DC ที่ Inverter ของแต่ละสตริง

รูปที่ 21 มาร์คสายไฟทั้งของ DC และ AC

รูปที่ 22 เดินท่อ IMC

รูปที่ 23 เดินสาย Ground

รูปที่ 24 ภาพการติดตั้งแล้วเสร็จ Solar Rooftop 1,998.99 kWp.

ภาคผนวก ข

(การนิเทศงานสหกิจศึกษา)

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

1. ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎ์
2. ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์
3. อาจารย์ จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ รหัสนักศึกษา 6304200013

นายตะวันชัช สุขสมัคร์ รหัสนักศึกษา 6304200014

นิเทศงานสหกิจศึกษา ผ่าน Program Zoom เนื่องจากทาง Site งานไม่สะดวกในการให้เข้านิเทศสหกิจ

รูปที่ 25 การนิเทศงานสหกิจผ่าน Program Zoom

ภาคผนวก ค

(การสอบโครงงานสหกิจศึกษา)

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา สอบวันที่ 25 พฤษจิกายน 2566 อาคาร 8 ห้อง 8 - 205

รูปที่ 26 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก ง

(การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์)

Plagiarism Checking Report

Created on 2023-11-06 15:41:08 at 15:41 PM

View Full Document

Print Report

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3446017	Nov 6, 2023 at 15:37 PM	Chanissara.Cha@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	ไฟล์รวม ไม่มีลายน้ำ.pdf	Completed	0.77%

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

ประวัติคณะผู้จัดทำ

ชื่อ – นามสกุล นางสาวชนิสรา ฉายอรุณ

รหัสนักศึกษา 6304200013

ที่อยู่ 52 หมู่ 10 ต.หนองรี อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี 71220

การศึกษา 2560 – 2562 จบประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จ.กาญจนบุรี

2562 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม

ชื่อ – นามสกุล นายตะวันชัช สุขสมัคร

รหัสนักศึกษา 6304200014

ที่อยู่ ทรายทอง 4 ซอย 3 39 ต.สุไหงโก-ลก อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส 96120

การศึกษา 2560 – 2562 จบประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จากวิทยาลัยเทคโนโลยีสงขลา จ.สงขลา

2562 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม