อภินันทนาการ

การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

DESIGNING A SOLAR CELL TO POWER A WATER PUMP

นายธนดล บรรเจิดกิจ รหัส 54363828

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 11 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน 1.5196295
เลขเรียกหนังสือ ปู
TA139 ก
2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2559

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธนดล บรรเจิดกิจ รหัส 54363828
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนัส นัฉฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธนดล บรรเจิดกิจ รหัส 54363828
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ระบบนี้ประกอบด้วย ปั๊มน้ำไดโว่ 12 โวลต์ ขนาด 144 วัตต์ เป็นตัวสูบน้ำ แผ่นโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ 24 โวลต์ ขนาด 300 วัตต์ เป็นตัวสร้างพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่รถยนต์ 12 โวลต์ ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 2 ลูก เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้า สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ขนาด 5 วัตต์ เป็นตัวลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์ และปั๊มน้ำฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์ ขนาด 10 วัตต์ เป็นตัวจ่ายน้ำให้กับสเปรย์พ่นหมอก โดยมีการออกแบบโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้ เพื่อทำการทดสอบว่ามุมใดมีประสิทธิภาพสูงสุด ทำการทดสอบหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้า และทำการหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำ

จากการทดสอบพบว่า มุมที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด คือ มุม 17 องศา การติดสเปรย์พ่นหมอก ทำให้ประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้า คือ อุณหภูมิแปรผกผันกับแรงดันไฟฟ้า การติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก สามารถช่วยลดอุณหภูมิให้กับแผ่นโซล่าเซลล์ได้ อัตราการไหลของปั๊มน้ำ คือ 1,800 ลิตรต่อชั่วโมง ในหนึ่งวันสามารถสูบได้ 4-5 ชั่วโมง

Project title	Designing a Solar Cell to Power a Water Pump
Name	Mr. Tanadol Banjerdkit ID. 54363828
Project advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2016

Abstract

This thesis is aimed to study, design and develop a solar cell system to power a water pump. The system features a 12-volt, 144-watt water pump, 24-volt, 300-watt poly crystal line solar cell, two 12-volt, 120-amp/hour car batteries to collect power; a 12-volt, 5-watt foggy sprayer to reduce the solar cell temperature and a 12-volt, 10-watt pump for car windshields to supply water to the foggy sprayer. The structure on which the solar cells stand is designed to be able to rotate to see what angle is the highest efficiency and to test the relationship between the temperature and voltage and find the water flow rate.

The experiments show that the angle of highest efficiency is 17 degrees. The foggy sprayer enhances the solar cell efficiency. In terms of the relationship between the temperature and voltage, it's apparent that the temperature fluctuates with the voltage. The foggy sprayer can reduce the temperature of the solar cells. The water flow rate from the water pump is 1,800 liters per hour. Each day, the pump can work 4-5 hours.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านตลอดไป

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนัส นัถฤทธิ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้ออกมาสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆตลอดระยะเวลาของการศึกษาเล่าเรียน ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงงานนี้และยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้มอบความรักความเมตตากรุณา และเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธนดล บรรเจิดกิจ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ 4
2.1.1 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 4
2.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ 6
2.1.2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ ยี่ห้อ Suntech 7
2.2 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ 8
2.2.1 ความเข้มของแสง 8
2.2.2 อุณหภูมิ 8
2.2.2.1 การลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ 9
2.2.3 มุม 10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 หลักการทำงานและการประยุกต์ใช้ไดโอด 11
2.3.1 หลักการทำงานของไดโอด 11
2.3.2 การใส่ไดโอดเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับไปที่เซลล์แสงอาทิตย์ 12
2.3.3 การใส่ไดโอดเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดีขึ้น 12
2.3.4 การเลือกใช้ไดโอด 13
2.3.5 การต่อวงจรไดโอดบริดจ์ 13
2.3.6 วงจรสมมูลของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ 14
2.4 สะพานไฟ 14
2.4.1 สะพานไฟตราช้างขนาด 30 แอมแปร์ 14
2.5 โวลต์มิเตอร์ 15
2.5.1 โวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์ 15
2.6 แอมมิเตอร์ 15
2.6.1 แอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์ 15
2.7 แบตเตอรี่ 16
2.7.1 แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์ 16
2.8 ปั๊มน้ำกระแสตรง 16
2.8.1 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มไดโว่ ขนาด 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPH 16
2.8.2 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ ขนาด 12 โวลต์ 17
2.9 สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ 18

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 20
3.1 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ 20
3.2 การตรวจสอบข้อมูลว่าจะต้องใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง 20
3.3 การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ 20
3.3.1 ส่วนของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ 21
3.3.1.1 ส่วนของฐานด้านล่าง 21
3.3.1.2 ส่วนของฐานด้านบน 23
3.3.1.3 ส่วนที่เชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.1.4 ส่วนที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบน ที่สามารถปรับระดับได้ 25

3.3.1.5 ส่วนที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม....28

3.3.2 ส่วนของระบบไฟฟ้า....29

3.3.2.1 ระบบจ่ายไฟ....31

3.3.2.2 ระบบควบคุม....34

3.3.2.3 โหลด....40

3.4 ตรวจสอบราคาและจัดซื้อบริภัณฑ์ไฟฟ้า....43

3.5 ติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ....43

3.6 ทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ....44

3.7 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง....44

3.8 สรุปผลและข้อเสนอแนะ....44

3.9 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์....44

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์....45

4.1 ผลการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ....45

4.1.1 ผลการทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้....45

4.1.1.1 ผลการทำฐานด้านล่าง....45

4.1.1.2 ผลการทำฐานด้านบน....47

4.1.1.3 ผลการเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน....48

4.1.1.4 ผลการทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบน....48

4.1.1.5 ผลการทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม....49

4.1.2 ผลการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์....50

4.1.2.1 ผลการต่อระบบจ่ายไฟ....50

4.1.2.2 ผลการต่อระบบควบคุม....52

4.1.2.3 ผลการต่อโหลด....54

4.2 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของระบบ....56

4.2.1 ผลการทดสอบระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้ง....56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.2 ผลการทดสอบปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้ง 57
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง ...57
4.3.1 ผลการหามุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด 57
4.3.2 ผลการวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์
..... 69
4.3.3 ผลอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ 80
4.3.4 ผลการการทดสอบประสิทธิภาพของปั๊มน้ำ 84

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 88
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 88
5.2 ปัญหาและการแก้ไข 89
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 89

เอกสารอ้างอิง 90

ภาคผนวก ก Data Sheet Suntech 300 w 91
ภาคผนวก ข Data Sheet Divo pump 3500-GPH 94

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 96

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 15 องศา 58

4.2 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 16 องศา 59

4.3 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 17 องศา.....60

4.4 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 18 องศา.....61

4.5 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 19 องศา.....63

4.6 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 20 องศา.....64

4.7 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 25 องศา.....65

4.8 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 30 องศา.....67

4.9 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 15 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 69

4.10 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 16 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 70

4.11 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 17 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 72

4.12 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 18 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 73

4.13 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 19 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 74

4.14 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 20 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 76

4.15 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 25 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 77

4.16 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 30 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ 78

4.17 อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก.....81

4.18 อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก.....82

4.19 การวัดอัตราการไหลของปั๊มน้ำเทียบกับถังน้ำ 5 ลิตร.....84

4.20 การวัดอัตราการไหลของปั๊มน้ำเทียบกับถังน้ำ 60 ลิตร.....86

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นตอนที่ 1 5
2.2 การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นตอนที่ 2 5
2.3 การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นตอนที่ 3 6
2.4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ 6
2.5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ ยี่ห้อ Suntech 7
2.6 การเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วเมื่อแผ่นโซล่าเซลล์มีอุณหภูมิสูงขึ้น 9
2.7 การลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์โดยใช้สเปรย์พ่นหมอก 9
2.8 มุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์ 10
2.9 หลักการทำงานของไดโอด 11
2.10 การต่อไดโอดระหว่างแผ่นโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่ 12
2.11 การต่อไดโอดระหว่างแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกัน 12
2.12 ไดโอดทรงกระบอกและสัญลักษณ์ 13
2.13 ไดโอดบริดจ์และวงจรสมมูล 13
2.14 การต่อวงจรบริดจ์ไดโอด 13
2.15 วงจรสมมูลของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ 14
2.16 สะพานไฟตราช้างขนาด 30 แอมแปร์ 14
2.17 โวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์ 15
2.18 แอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์ 15
2.19 แบตเตอรี่ยี่ห้อ 3K ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์ 16
2.20 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มไดโว่ ขนาด 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPH 16
2.21 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์ 17
2.22 สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ 18
3.1 ภาพรวมการออกแบบโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้ 21
3.2 การเชื่อมเหล็กเพื่อทำฐานด้านล่าง 22
3.3 การเชื่อมล้อทั้งสี่มุมของฐานด้านล่าง 22
3.4 การเชื่อมบานพับประตู 23
3.5 การทำที่จับเพื่อใช้เข็น 23
3.6 การเชื่อมเหล็กเพื่อทำฐานด้านบน 24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.7 การเชื่อมเหล็กคั่นเพื่อป้องกันแผ่นโซล่าเซลล์เคลื่อนที่ 24
3.8 การเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกันโดยใช้บานพับประตู 25
3.9 เหล็กกล่องขนาด 6 หุน และขนาด 6.5 หุน 25
3.10 การใช้สว่านขนาด 3 หุน เจาะรูเพื่อใส่น๊อตตัวเมียขนาด 2.5 หุน แล้วทำการเชื่อมติดกับเหล็ก 26
3.11 การทำตัวล็อค 26
3.12 การเชื่อมน๊อตที่ด้านหัวและท้าย 26
3.13 เชื่อมเหล็กค้ำเข้ากับฐานด้านล่างและฐานด้านบน 27
3.14 การวัดมุมและทำเครื่องหมายเมื่อได้มุมที่เราต้องการ 27
3.15 การวัดขนาดของแบตเตอรี่ 28
3.16 การตัดเหล็กขนาด 90,78 และ 17 เซนติเมตร 28
3.17 การเชื่อมเหล็กเพื่อทำเป็นช่องใส่แบตเตอรี่ และเสาเพื่อใช้ติดตั้งกล่องควบคุม 29
3.18 ภาพรวมของการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ 30
3.19 การตัดจุ๊ป และการปลอกสายไฟของแผ่นโซล่าเซลล์ 31
3.20 การเชื่อมสายโดยการบัดกรี 31
3.21 การพันเทปพันละลายและเทปพันสายไฟเมื่อบัดกรีสายเสร็จแล้ว 32
3.22 การใช้คัตเตอร์ทำลานตะกั่ว 32
3.23 การนำไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วมาต่อขนานกับแบตเตอรี่แต่ละลูก และนำแบตเตอรี่มาต่ออนุกรมกัน โดยใช้การบัดกรี 33
3.24 การต่อแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมแล้วขนานเข้ากับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ 33
3.25 การใช้สว่านเจาะรูเพื่อทำที่ใส่โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ด้านหน้ากล่อง 34
3.26 การใส่สะพานไปเข้าไปในกล่องควบคุม 35
3.27 การใส่ไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วแล้วเข้าไปในกล่องควบคุม 35
3.28 การต่อสายไฟเข้าด้านบนของสะพานไฟ 36
3.29 การต่อวงจรโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ 37
3.30 การใส่ฝาของสะพานไฟ และการตัดสายไฟที่ด้านออกของสะพานไฟ 37
3.31 การสังเกตไดโอดบริดจ์ 38
3.32 การบัดกรีสายไฟเข้าที่ขาที่ 1 ของไดโอดบริดจ์ 38
3.33 การบัดกรีขาที่ 1 กับขาที่ 3 ของไดโอดบริดจ์ 39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.34 การบัดกรีขาที่ 2 ของไดโอดบริดจ์ 39
3.35 ผลลัพธ์ของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ 40
3.36 การต่อแบตเตอรี่ลูกที่ 1 ขนานเข้ากับสะพานไฟ....41
3.37 การต่อสายไฟจากสะพานไฟไปยังปั๊มน้ำ 41
3.38 ภาพรวมการออกแบบวงจรไฟฟ้าของของสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ 42
3.39 ภาพรวมการติดตั้งสเปรย์หมอก 12 โวลต์....42
4.1 โครงเหล็กที่ไม่ได้ใช้แล้ว 46
4.2 เชื่อมล้อติดกับฐานด้านล่าง....46
4.3 การต่อเหล็กด้านหน้าของฐานด้านล่าง 47
4.4 ฐานด้านบนและฐานด้านล่าง....47
4.5 การเชื่อมโครงฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน....48
4.6 การทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ที่สามารถปรับระดับได้....49
4.7 การทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม 50
4.8 การต่อวงจรไฟฟ้าจากแผงเข้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ 51
4.9 การต่ออนุกรมแบตเตอรี่ 51
4.10 การต่อแบตเตอรี่เข้ากับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ 52
4.11 การต่ออนุกรมแบตเตอรี่ 53
4.12 การต่อวงจรไดโอดบริดจ์ 54
4.13 การต่อวงจรไฟฟ้าของปั๊มน้ำ 55
4.14 การติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์....55
4.15 ระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้ง 56
4.16 ปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้ง 57
4.17 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 15 องศา....58
4.18 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 16 องศา....60
4.19 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 17 องศา....61
4.20 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 18 องศา....62
4.21 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 19 องศา....63
4.22 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 20 องศา....65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.23 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 25 องศา 66
4.24 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 30 องศา 67
4.25 การวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ 68
4.26 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 15 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 70
4.27 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 16 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 71
4.28 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 17 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 72
4.29 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 18 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 74
4.30 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 19 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 75
4.31 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 20 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 76
4.32 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 25 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 78
4.33 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 30 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ 79
4.34 การวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ขณะใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ 80
4.35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า 81
4.36 การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 82
4.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 83
4.38 การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 83
4.39 กราฟการหาอัตราการไหล เทียบกับถังน้ำ 5 ลิตร 85
4.40 การวัดอัตราการไหลของปั๊มเทียบกับถังขนาด 5 ลิตร 85
4.41 กราฟการหาอัตราการไหล เทียบกับถังน้ำ 60 ลิตร 86
4.42 การวัดอัตราการไหลของปั๊มเทียบกับถังขนาด 60 ลิตร 87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ประเทศไทยของเราส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม และตอนนี้กำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องของต้นทุนการผลิต ปัญหาส่วนหนึ่งมาจากค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ ซึ่งการสูบน้ำของเกษตรกรส่วนใหญ่มักจะใช้เครื่องยนต์ในการสูบน้ำ เครื่องยนต์ที่เกษตรกรใช้จะมี 2 แบบ ได้แก่ เครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซลล์ เครื่องยนต์เหล่านี้จะใช้น้ำมันเป็นพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งน้ำมันเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างกำกัดและกำลังจะหมดไปในอนาคตข้างหน้า ส่งผลให้ในอนาคตข้างหน้าราคาน้ำมันมีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อราคาน้ำมันสูงขึ้นจะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย แนวทางในการแก้ปัญหานี้คือการหาพลังงานทดแทนมาใช้แทนน้ำมัน ในปัจจุบันได้มีการนำพลังงานทดแทนมาใช้แทนน้ำมัน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์มาใช้ในการสูบน้ำแทนการใช้เครื่องยนต์เบนซินหรือดีเซล โดยจะสามารถลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกรไทยในระยะยาวได้ ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้เห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถลดต้นทุนให้เกษตรกรไทยได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1. ใช้ปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPH 144 วัตต์
2. ใช้แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง จำนวน 2 ลูก
3. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ ยี่ห้อ Suntech 300 วัตต์ 24 โวลต์ จำนวน 1 แผ่น
4. ใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์
5. สามารถสูบน้ำได้ 2250 ลิตรต่อชั่วโมง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ.2557					พ.ศ.2558			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ									
2.ตรวจสอบข้อมูลว่าจะต้องใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง									
3.ออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ									
4.ตรวจสอบราคาและจัดซื้อบริภัณฑ์ไฟฟ้า									
5.ติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ									
6.ทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ									
7.ทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง									
8.วิเคราะห์ผลการทดลองสรุปผลการทดลองปัญหาและข้อเสนอแนะ									
9.จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

2) สามารถเป็นแนวทางในการลดต้นทุนให้กับเกษตรกรที่ยังใช้น้ำมันในการสูบน้ำ

3) สามารถช่วยให้การใช้น้ำมันในการสูบน้ำลดลง และสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำมัน ที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน

1.7 งบประมาณ

1) ค่าพิมพ์เอกสารและค่าเข้าเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์	500 บาท
3) ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	13,710 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (หนึ่งหมื่นสี่พันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบบาทถ้วน)	14,210 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องซึ่งเริ่มต้นศึกษาจากเรื่องเซลล์แสงอาทิตย์ คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ หลักการทำงานและการประยุกต์ใช้ไดโอด สะพานไฟ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ แบตเตอรี่ ปั๊มน้ำกระแสตรง โดยมีรายละเอียดดังนี้

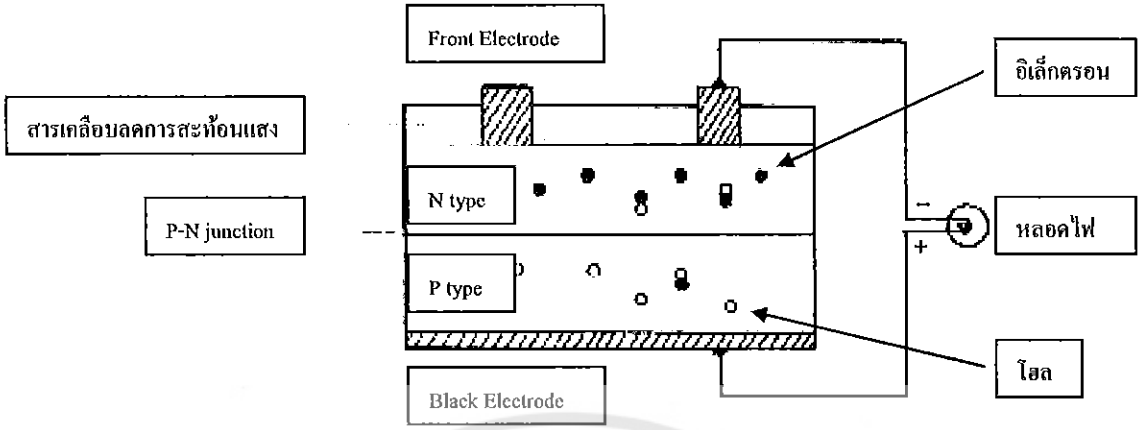
2.1 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ปรากฏการณ์ของโฟโตโวลตาอิกที่รอยต่อพี-เอ็น เมื่อได้รับแสงจะเกิด อิเล็กตรอนและโฮลอิสระขึ้น ซึ่งแรงดันภายในพี-เอ็นจะทำให้ประจุอิเล็กตรอนและโฮลที่เกิดขึ้นแยกตัวออกจากกัน ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตขึ้นที่ปลายทั้งสองของรอยต่อพี-เอ็น หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

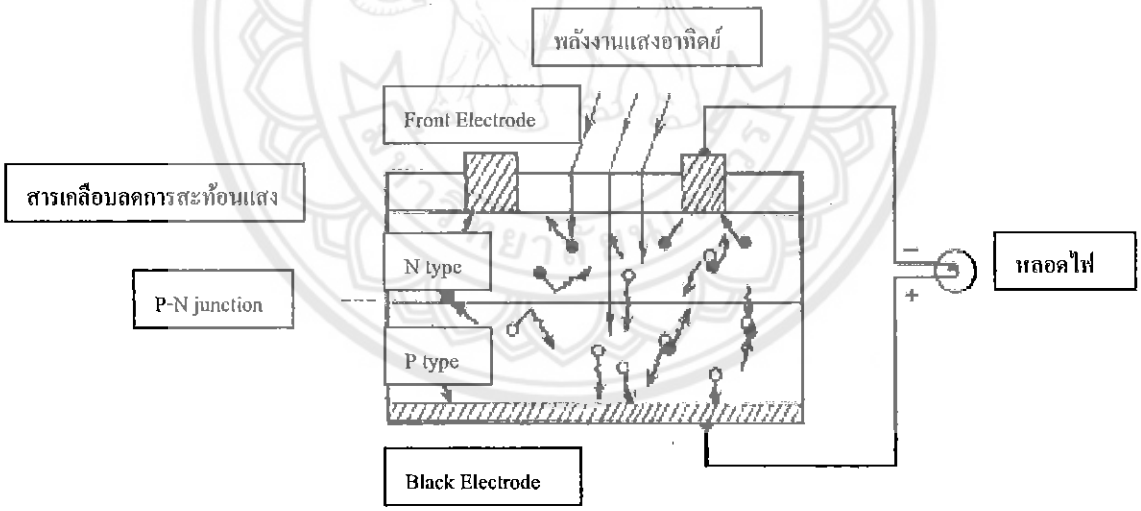
หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ คือ ขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีขั้นตอนการเกิดพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงดังต่อไปนี้

1. n - type ซิลิคอน ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ คือ สารกึ่งตัวนำที่ทำการโดปปิ้งด้วยสารฟอสฟอรัสมีคุณสมบัติเป็นตัวให้อิเล็กตรอนอิสระเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ p - type ซิลิคอน ซึ่งอยู่ด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์ คือ สารกึ่งตัวนำที่ทำการโดปปิ้งด้วยสารโบรอนมีคุณสมบัติเป็นตัวรับโฮลอิสระเมื่อรับพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อนำซิลิคอนทั้ง 2 ชนิด มาประกบต่อกันด้วย p - n junction จึงทำให้เกิดเป็น " เซลล์แสงอาทิตย์ " ในสภาวะที่ยังไม่มีแสงแดด n - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นอิเล็กตรอน แต่ก็ยังมีโฮลปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย ด้านหน้าของ n - type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ส่วน p - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์ โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮล แต่ยังคงมีอิเล็กตรอนปะปนบ้างเล็กน้อย ด้านหลังของ p - type ซิลิคอนจะมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโฮล ดังแสดงในรูปที่ 2.1



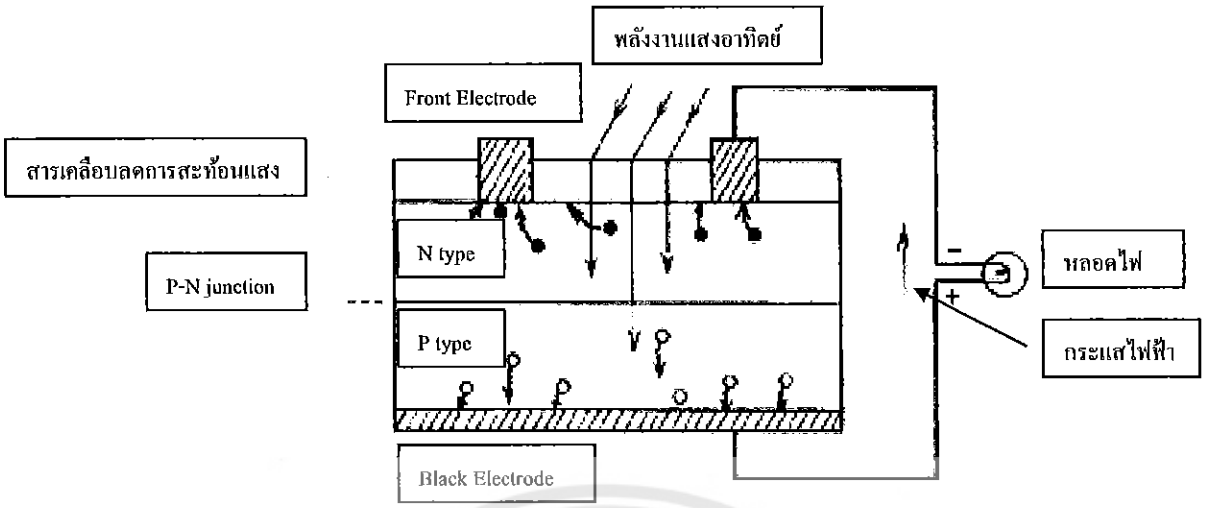
รูปที่ 2.1 การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นตอนที่ 1

2. เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อพลังสูงพอทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กัน อิเล็กตรอนจะวิ่งไปยังชั้น n - type และโฮลจะวิ่งไปยังชั้น p – type ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นตอนที่ 2

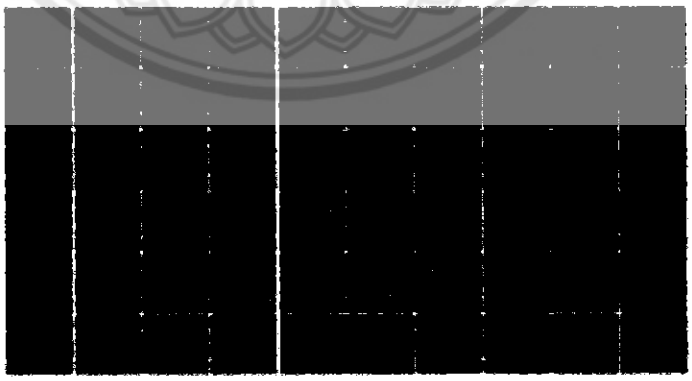
3. อิเล็กตรอนวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ดังแสดงรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นตอนที่ 3

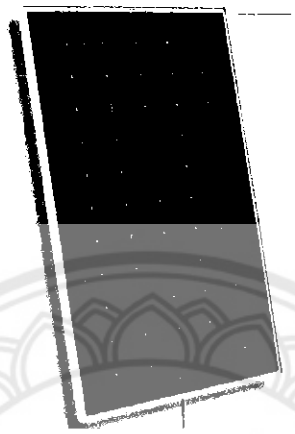
2.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar) คือ เซลล์แสงอาทิตย์ ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก ซึ่งโครงงานนี้จะใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ ยี่ห้อ Suntech



รูปที่ 2.4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์

2.1.2.1 แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ ยี่ห้อ Suntech



รูปที่ 2.5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด โพลิคริสตัลไลน์ ยี่ห้อ Suntech

ลักษณะทางไฟฟ้า (Electrical Characteristics)

กำลังไฟฟ้าสูงสุด	300 วัตต์
แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำงาน	35.9 โวลต์
กระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำงาน	8.36 แอมแปร์
แรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร	44.5 โวลต์
กระแสไฟฟ้าลัดวงจร	8.83 แอมแปร์
ประสิทธิภาพของโมดูล	15.5 เปอร์เซ็นต์
อุณหภูมิที่สามารถทำงานได้	-40 ถึง +85 องศาเซลเซียส
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดของระบบ	1000 โวลต์กระแสตรง

ลักษณะทางอุณหภูมิ (Temperature Characteristics)

ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ กำลังไฟฟ้าสูงสุด	-0.43 เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส
ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ แรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร	-0.33 เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส
ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร	0.067 เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส

ลักษณะทางกล (Mechanical characteristics)

ขนาด	1956 x 992 x 40 ตารางมิลลิเมตร
น้ำหนัก	25.8 กิโลกรัม
กระจกด้านหน้า	4.0 ตารางมิลลิเมตร
กรอบ	โลหะผสมอลูมิเนียม

2.2 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ คือ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่ ความเข้มของแสง อุณหภูมิและมุม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความเข้มของแสง

กระแสไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอก และวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร

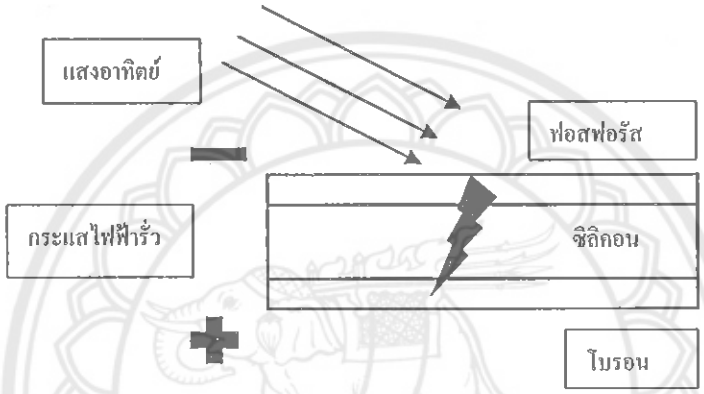
2.2.2 อุณหภูมิ

กระแสไฟจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่น กำหนดไว้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร (Open Circuit Voltage หรือ Voc) ที่ 21 โวลต์ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก็จะหมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะเท่ากับ 21 โวลต์ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 2.5 เปอร์เซ็นต์ (0.5 เปอร์เซ็นต์ x 5 องศาเซลเซียส) นั่นคือ แรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ Voc จะลดลง 0.525 โวลต์ (21 โวลต์ x 2.5 เปอร์เซ็นต์) เหลือเพียง 20.475 โวลต์

(21 โวลต์ – 0.525 โวลต์) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงด้วย จึงต้องมีการลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์

2.2.2.1 การลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์

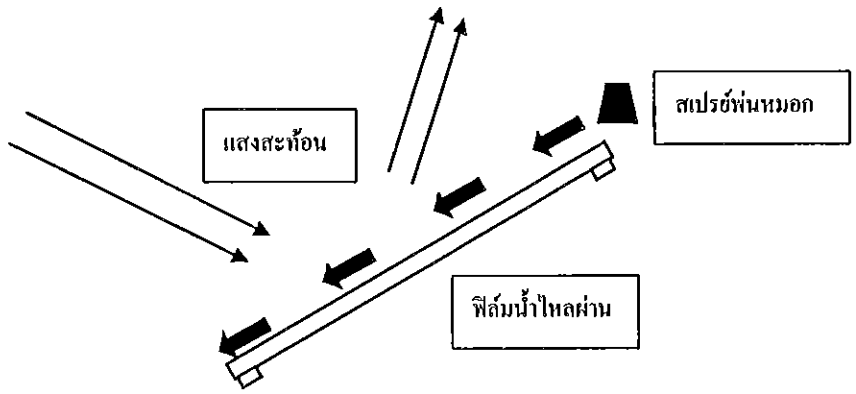
เมื่อแผ่นโซล่าเซลล์มีอุณหภูมิสูงขึ้น สภาพการเป็นสารกึ่งตัวนำของซิลิคอนเวเฟอร์จะลดลงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วระหว่างขั้วบวกกับขั้วลบ มีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วเมื่อแผ่นโซล่าเซลล์มีอุณหภูมิสูงขึ้น

การลดอุณหภูมิของแผ่นโซลาร์เซลล์สามารถทำได้ดังนี้

1) ติดตั้งแผ่นให้มีช่องว่างระหว่างแผ่นขนาด 2 นิ้วขึ้นไป เพื่อให้ระบายอากาศได้ดีขึ้น
2) ใช้น้ำพรหมเป็นฟิล์ม เพื่อช่วยลดแสงสะท้อนออกของแสงและช่วยลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ ดังแสดงในรูปที่ 2.7



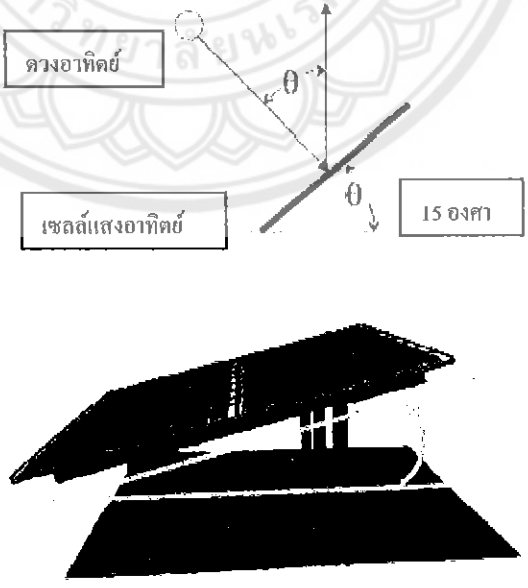
รูปที่ 2.7 การลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์โดยใช้สเปรย์พ่นหมอก

ข้อดีของการใช้สเปรย์หมอก

1) จะช่วยลดการสะท้อนแสงบริเวณผิวหน้าของแผ่นโซล่าเซลล์
2) ช่วยลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์
3) ช่วยทำความสะอาดบริเวณผิวหน้าแผ่นตลอดเวลาที่มีการใช้งาน

2.2.3 มุม

กระแสไฟจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าจะลดลงเมื่อ สำหรับประเทศไทย ในการติดตั้งวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์รับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าให้ได้ ประสิทธิภาพสูงสุด ควรติดตั้งให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์หันหน้าไปทางทิศใต้เนื่องจากประเทศไทยอยู่ใน เขตซีกโลกเหนือ แนวเส้นทางของดวงอาทิตย์ที่ขึ้นจากทิศตะวันออกและไปตกในทิศตะวันตกจะเป็น แนวอ้อมใต้ นอกจากนั้นควรวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์เอียงทำมุมประมาณ 10 องศา ถึง 20 องศา กับ พื้นดินตามแนวองศาละติจูดของพื้นที่ เพื่อให้แสง ตกกระทบตั้งฉากกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในเวลา เที่ยงตรงมากที่สุด ตัวอย่าง เช่น พื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อยู่ที่ละติจูดที่ประมาณ 14 องศาเหนือ แผงจึงควรเอียงทำมุมประมาณ 15 องศาจากพื้นดิน และหันหน้าแผงไปทางทิศใต้อีกทั้งตำแหน่งการ ติดตั้งแผงควรติดตั้งโดยไม่ให้เกิดเงาจากสิ่งปลูกสร้างรอบข้าง เพื่อให้ได้ปริมาณไฟฟ้าสูงสุด ดังแสดง ในรูปที่ 2.8



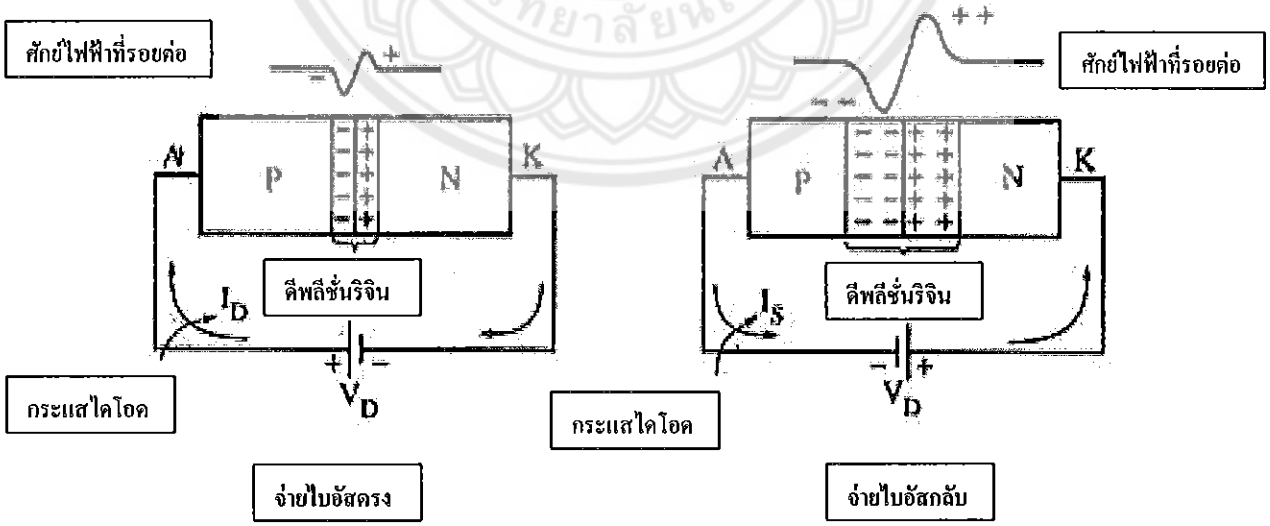
รูปที่ 2.8 มุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์

2.3 หลักการทำงานและการประยุกต์ใช้ไดโอด

ไดโอดเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดสองขั้วคือขั้ว p และขั้ว n ที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า มันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนใหญ่เราจะใช้ไดโอดในการยอมให้กระแสไปในทิศทางเดียว โดยยอมให้กระแสไฟในทางใดทางหนึ่ง ส่วนกระแสที่ไหลทิศทางตรงข้ามกันจะถูกกั้น ดังนั้นจึงอาจถือว่าไดโอดเป็นวาล์วตรวจสอบแบบอิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ซึ่งมีหลักการทำงานของไดโอด การใส่ไดโอดเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับไปที่เซลล์แสงอาทิตย์ การใส่ไดโอดเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดีขึ้น การเลือกใช้ไดโอด การต่อวงจรไดโอดบริดจ์ วงจรสมมูลของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 หลักการทำงานของไดโอด

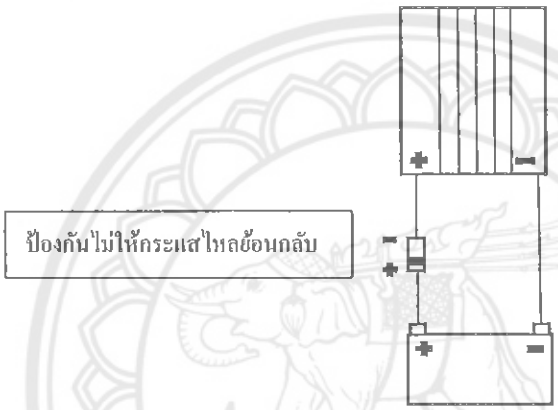
การทำงานของไดโอดขึ้นอยู่กับสภาวะการจ่ายแรงดันไบอัสให้ตัวไดโอด สภาวะการจ่ายแรงดันไบอัสให้ตัวไดโอดแบ่งได้เป็น 2 สภาวะคือ สภาวะไบอัสตรง (forward bias) เป็นสภาวะจ่ายแรงดันไบอัสถูกขั้วให้ตัวไดโอด ทำให้ไดโอดทำงานนำกระแส และสภาวะไบอัสกลับ (reverse bias) เป็นสภาวะจ่ายแรงดันไบอัสกลับขั้วให้ตัวไดโอด ทำให้ไดโอดไม่ทำงานหยุดนำกระแส ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของไดโอด

2.3.2 การใส่ไดโอดเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับไปที่เซลล์แสงอาทิตย์

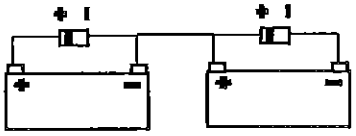
ถ้าเราเปรียบแผ่นโซล่าเซลล์เสมือนกับปั๊มน้ำและเปรียบแบตเตอรี่เสมือนถังเก็บน้ำ เวลาปั๊มน้ำขึ้นถัง ถ้าปั๊มทำงานก็จะสามารถสูบน้ำขึ้นถังได้ แต่ถ้าปั๊มหยุดทำงานน้ำก็จะไหลย้อนกลับจะต้องมีเช็ควาล์วเพื่อเพื่อกันน้ำไม่ให้ไหลย้อนกลับ เหมือนในตอนกลางคืนที่แผ่นโซล่าเซลล์หยุดทำงานกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลย้อนเข้าไปที่แผ่นจะเกิดการเผาแผ่นทำให้แผ่นเกิดความเสียหาย ดังนั้นเราจึงต้องใส่ไดโอดเพื่อกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับไปที่แผ่น เรียกว่า การต่อไดโอดแบบกันกระแสย้อนกลับ ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การต่อไดโอดระหว่างแผ่นโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่

2.3.3 การใส่ไดโอดเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดีขึ้น

การต่ออนุกรมแผ่นโซล่าเซลล์หรือการต่ออนุกรมแบตเตอรี่ ถ้าแผ่นใดแผ่นหนึ่งเกิดมีประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้าลดลง หรือแบตเตอรี่ลูกใดลูกหนึ่งมีประสิทธิภาพการจ่ายกระแสไฟฟ้าลดลง จะก่อให้เกิดปัญหาคือ กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายออกมา จะมีค่าเท่ากับแผ่นโซล่าเซลล์ที่จ่ายกระแสออกมาน้อยที่สุด หรือแบตเตอรี่ที่จ่ายกระแสออกมาน้อยที่สุด วิธีแก้ปัญหาคือ ทำทางให้กระแสไหลข้ามแผ่นที่มีประสิทธิภาพต่ำหรือแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพต่ำ โดยใช้ไดโอด เรียกว่า การต่อไดโอดแบบบายพาส ดังแสดงในรูปที่ 2.11



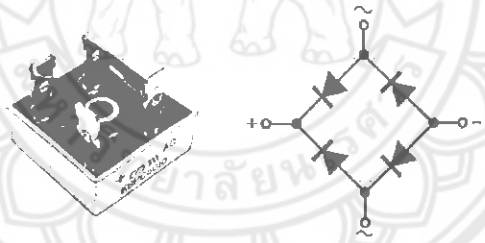
รูปที่ 2.11 การต่อไดโอดระหว่างแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกัน

2.3.4 การเลือกใช้ไดโอด

เดิมมีการใช้ไดโอดแบบทรงกระบอก แต่พบปัญหาว่าไดโอดแบบทรงกระบอกนั้นทนกระแสไฟฟ้าได้น้อย และระบายความร้อนได้ไม่ค่อยดีจึงได้มีการนำบริดจ์ไดโอด ซึ่งทนกระแสสูง และมีตัวถังช่วยระบายความร้อนมาใช้แทนไดโอดแบบทรงกระบอกเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ไดโอดทรงกระบอกและสัญลักษณ์

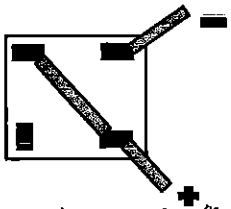
การเลือกใช้บริดจ์ไดโอดนั้น จะเลือกใช้บริดจ์ไดโอดขนาด 50 แอมแปร์ 1000 วัตต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ไดโอดบริดจ์และวงจรสมมูล

2.3.5 การต่อวงจรไดโอดบริดจ์

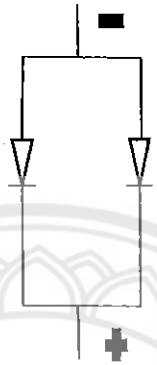
การต่อวงจรของบริดจ์ไดโอดนั้น สามารถต่อวงจรได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การต่อวงจรบริดจ์ไดโอด

2.3.6 วงจรสมมูลของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์

วงจรสมมูลที่ได้จะได้จะเป็นเหมือนไดโอดสองตัวต่อขนานกัน ซึ่งการต่อแบบนี้จะดีกว่าแบบที่มีไดโอดเพียงแค่ตัวเดียว การที่มีไดโอดสองตัวต่อขนานกันนั้น เป็นเหมือนกับตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน ซึ่งจะส่งผลให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดีขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 วงจรสมมูลของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์

2.4 สะพานไฟ

สะพานไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้า สะพานไฟจะตัดการจ่ายไฟเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านมากเกินกว่าที่กำหนดหรือเกิดการลัดวงจรภายในวงจรไฟฟ้า โดยใช้ฟิวส์ที่ติดอยู่ในสะพานไฟ เป็นตัวตัดวงจรไฟฟ้า โดยโครงงานนี้จะเลือกใช้สะพานไฟตราช้างขนาด 30 แอมแปร์

2.4.1 สะพานไฟตราช้างขนาด 30 แอมแปร์

ในโครงงานจะเลือกใช้สะพานไฟตราช้างขนาด 30 แอมแปร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.16

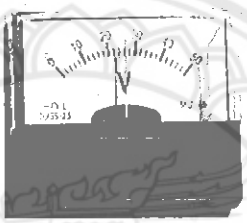
รูปที่ 2.16 สะพานไฟตราช้างขนาด 30 แอมแปร์

2.5 โวลต์มิเตอร์

โวลต์มิเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดในวงจร เราสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้โดยการนำโวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมระหว่างจุด 2 จุดนั้นๆ เราเรียกการต่อลักษณะนี้ว่าการต่อแบบขนาน โดยโครงงานนี้จะเลือกใช้โวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์

2.5.1 โวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์

ในโครงงานเลือกใช้โวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.17



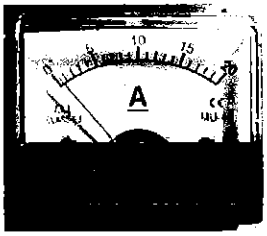
รูปที่ 2.17 โวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์

2.6 แอมมิเตอร์

แอมมิเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าในวงจร เราสามารถวัดกระแสไฟฟ้าโดยการนำแอมมิเตอร์ไปต่ออนุกรมกับวงจรที่เราต้องการทราบค่า โดยโครงงานนี้จะเลือกใช้แอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์

2.6.1 แอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์

ในโครงงานเลือกใช้แอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์

2.7 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ คือ อุปกรณ์ที่เก็บสะสมและจ่ายพลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลักการของปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าเราเปรียบกระแสไฟฟ้าเหมือนกับน้ำ แบตเตอรี่ก็จะเปรียบเสมือนอ่างเก็บน้ำ กระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายออกมาจะเป็นไฟกระแสตรง โดยโครงงานนี้จะเลือกใช้แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์

2.7.1 แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์

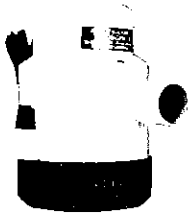
ในโครงงานนี้เลือกใช้แบตเตอรี่รถยนต์ ยี่ห้อ 3K ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 แบตเตอรี่ยี่ห้อ 3K ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์

2.8 ปั๊มน้ำกระแสตรง

ปั๊มน้ำกระแสตรง คือ ปั๊มน้ำที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ ซึ่งสามารถต่อกับแบตเตอรี่ได้โดยตรง ซึ่งมีอยู่ 2 ขนาดคือ ขนาดแรงดัน 12 โวลต์และ 24 โวลต์ โดยโครงงานนี้จะเลือกใช้ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มไดโว่ ขนาด 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPHและปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์

2.8.1 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มไดโว่ ขนาด 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPH



รูปที่ 2.20 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มไดโว่ ขนาด 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPH

ลักษณะทางไฟฟ้า (Electrical Characteristics)

แรงดันไฟฟ้า	12 โวลต์
กระแส	12 แอมแปร์
กำลังไฟฟ้า	144 วัตต์

สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ หรือ ใช้กับแผงโซล่าเซลล์ไม่ต่ำกว่า 200 วัตต์

ลักษณะทางกล (Mechanical characteristics)

สายไฟยาว	1 เมตร
ท่อส่งกว้าง	1.5 นิ้ว
อัตราการไหลสูงสุด	13,250 ลิตรต่อชั่วโมง
ระดับน้ำสูงสุด	8 เมตร

2.8.2 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ ขนาด 12 โวลต์

รูปที่ 2.21 ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์

ลักษณะทางไฟฟ้า (Electrical Characteristics)

แรงดันไฟฟ้า	12 โวลต์
กระแสไฟฟ้า	0.83 แอมแปร์
กำลังไฟฟ้า	10 วัตต์

สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ 12 โวลต์

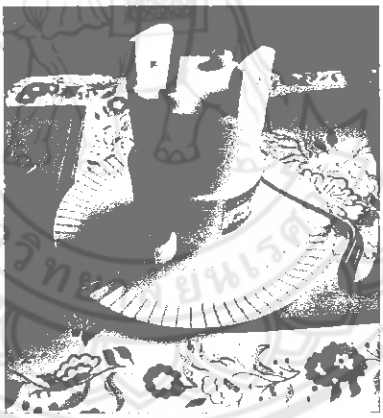
ลักษณะทางกล (Mechanical characteristics)

อัตราการไหลสูงสุด	60 ลิตรต่อชั่วโมง
ระดับน้ำสูงสุด	10 เมตร

ใช้สายยางขนาดเล็ก ในการต่อกับตัวปั๊ม

2.9 สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ใช้เป็นตัวลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์โดยจะต่อสายยางจากปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์ สูบน้ำจ่ายไปที่สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ซึ่งตัวสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์จะมีจานหมุนเมื่อน้ำหยดลงไปที่จานหมุนก็จะเกิดเป็นละอองน้ำ เมื่อละอองน้ำตกกระทบกับเซลล์แสงอาทิตย์จะระเหยไปทำให้เกิดความเย็น จึงสามารถช่วยลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ได้



รูปที่ 2.22 สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

ลักษณะทางไฟฟ้า (Electrical Characteristics)

แรงดันไฟฟ้า	12 โวลต์
กระแส	0.42 แอมแปร์
กำลังไฟฟ้า	5 วัตต์

สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ 12 โวลต์

ลักษณะทางกล (Mechanical characteristics)

ใช้น้ำ	1 ลิตรต่อชั่วโมง
ครอบคลุมพื้นที่	2 ตารางเมตร

ใช้สายยางขนาดเล็กในการต่อกับสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทนี้ผู้จัดทำโครงงานได้กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงาน การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ เริ่มจากการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ตรวจสอบข้อมูลว่าจะต้องใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง ออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ตรวจสอบราคาและจัดซื้อบริภัณฑ์ไฟฟ้า ติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ ทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง สรุปผลและวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ และจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ โดยมีรายละเอียด 9 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ การศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ผู้จัดทำโครงงานได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากหลายแห่ง ได้แก่ ศึกษาหาข้อมูลจากทาง Facebook ที่ชื่อ Phakdee Nun ศึกษาหาข้อมูลจากทาง YouTube ที่ชื่อ nunkorat ศึกษาหาข้อมูลจากการไปดูงานนอกสถานที่ คือ ที่โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัด บุรีรัมย์ โดยมีรายละเอียดในหัวข้อ 2.1-2.9 ของบทที่ 2

3.2 ตรวจสอบข้อมูลว่าจะต้องใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง

เมื่อศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำการเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการตรวจสอบข้อมูลว่าจะต้องใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ มีรายละเอียดในหัวข้อ 2.1-2.9 ของบทที่ 2

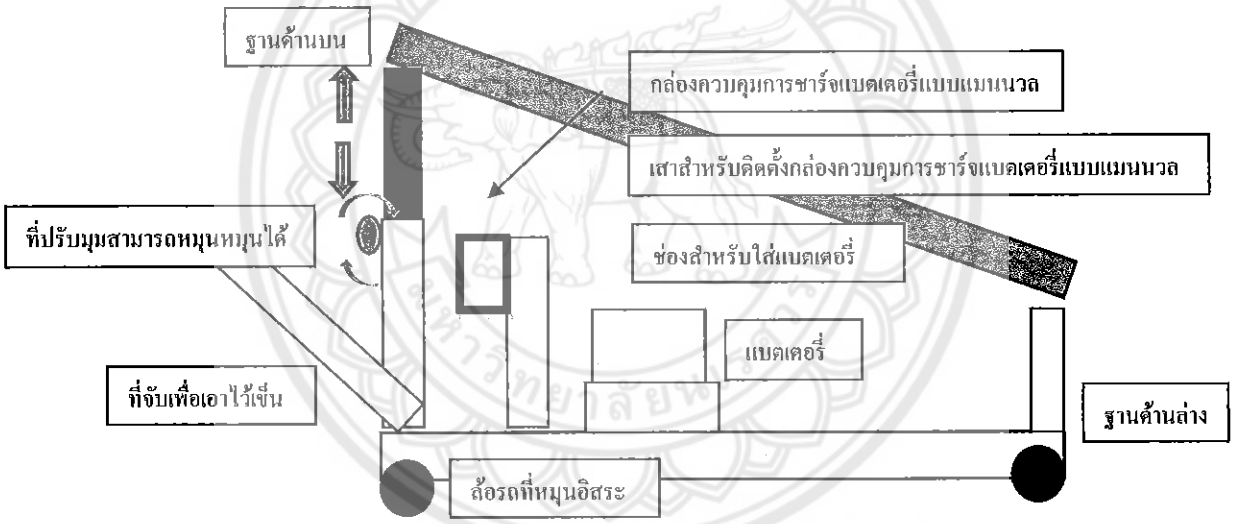
3.3 ออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ และส่วนของระบบไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 ส่วนของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์

ส่วนของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ จะแบ่งเป็น 5 ส่วนคือ ส่วนของฐานด้านล่าง ส่วนของฐานด้านบน ส่วนที่เชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ส่วนที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบนที่สามารถปรับระดับได้ ส่วนที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากรูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้ ลักษณะของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์จะคล้ายๆกับรถเข็นซึ่งจะมีล้อรถที่หมุนอิสระอยู่ที่ฐานด้านล่าง มีที่จับเพื่อเอาไว้เข็น ที่ปรับมุมจะอยู่ทางด้านหลังสามารถหมุนได้เพื่อปรับระดับขึ้นลง ซึ่งจะทำให้มุมของแผ่นโซล่าเซลล์เปลี่ยนไปตามที่เราต้องการ และด้านในจะทำเสาไว้สำหรับติดตั้งกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล และทำช่องไว้สำหรับใส่แบตเตอรี่ ดังแสดงในรูป



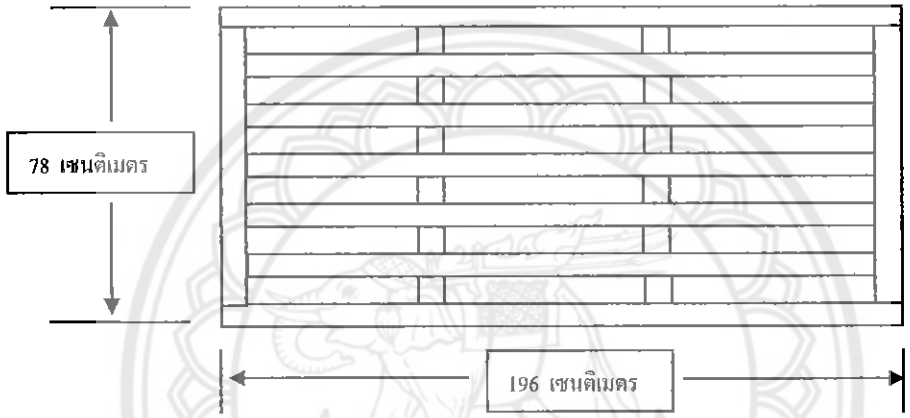
รูปที่ 3.1 ภาพรวมการออกแบบโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้

3.3.1.1 ส่วนของฐานด้านล่าง

การทำฐานด้านล่าง จะใช้เหล็กขนาด 6.5 หุน มาเชื่อมต่อกันเป็นรูปสี่เหลี่ยม จากนั้นเชื่อมล้อรถที่หมุนได้อย่างอิสระติดทั้ง 4 มุมของฐานด้านล่าง ด้านหน้าของฐานด้านล่างจะต่อเหล็กสูงประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อใช้ติดบานพับประตูที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างฐานด้านล่างและฐานด้านบน จากนั้นทำที่จับโดยการเชื่อมเหล็กความกว้างประมาณ 78 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 80 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นที่เข็น การทำฐานด้านล่างนั้นมีขั้นตอนการทำ 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: หาเหล็กกล่องขนาด 6.5 หุน ขนาดกว้างประมาณ 78 เซนติเมตร ยาวประมาณ 196 เซนติเมตร ประกอบกันเป็นสี่เหลี่ยมและค้ำด้วยเหล็ก ขนาดประมาณ 15 เซนติเมตร และทำเป็นช่อง 6 ช่องในแนวกว้าง 3 ช่องในแนวนอนและเชื่อมเหล็กทั้งหมดเข้าด้วยกัน แต่เนื่องจากโครงงานนี้ได้ใช้เหล็กที่มีอยู่แล้วขนาดตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น การทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์นั้นไม่จำต้องทำตามขนาดในโครงงานนี้ สามารถทำขนาดกว้างหรือยาวเท่าไหร่ก็ได้ แต่ฐานด้านบนต้องสามารถใส่แผ่นโซล่าเซลล์เข้าไปได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

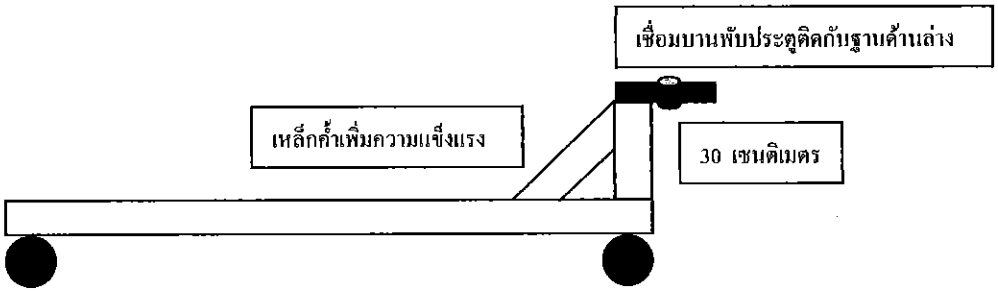


รูปที่ 3.2 การเชื่อมเหล็กเพื่อทำฐานด้านล่าง

ขั้นตอนที่สอง: เชื่อมล้อที่หมุนอิสระเข้าที่มุมทั้งสี่มุมของฐานด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.3

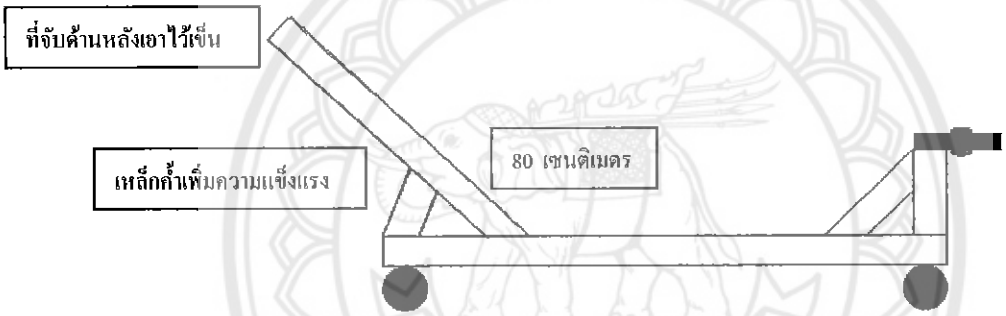
รูปที่ 3.3 การเชื่อมล้อทั้งสี่มุมของฐานด้านล่าง

ขั้นตอนที่สาม: ด้านหน้าต่อเหล็กสูงประมาณ 30 เซนติเมตรและทำที่ค้ำเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และเชื่อมบานพับประตูติดเข้าไป เพื่อเป็นตัวเชื่อมฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การเชื่อมบานพับประตู

ขั้นตอนที่สี่: ทำที่จับด้านหลัง เพื่อใช้เป็นที่เข็นโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ให้สามารถเคลื่อนที่ได้ ความกว้าง 78 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 80 เซนติเมตร และทำที่ค้ำเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ความสูงให้เลยระดับเอวมาหน่อยเพื่อง่ายต่อการเข็น ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การทำที่จับเพื่อใช้เข็น

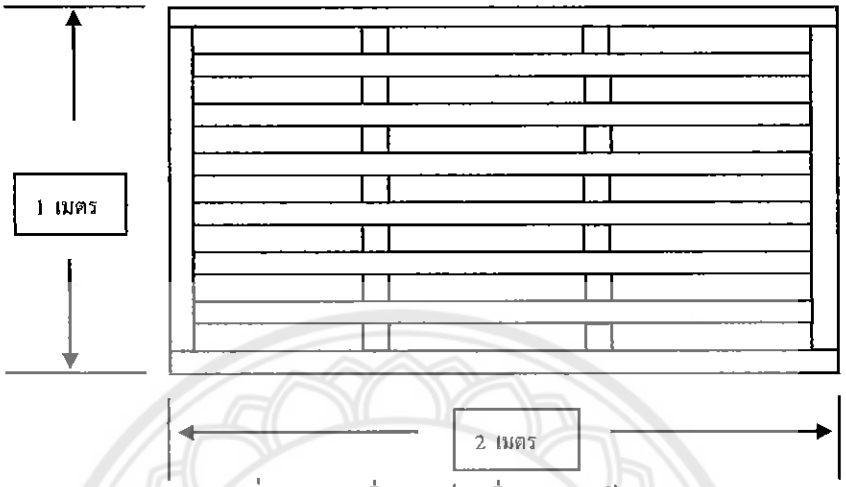
3.3.1.2 ส่วนของฐานด้านบน

การทำฐานด้านบน จะใช้เหล็กขนาด 6.5 หุน นำมาเชื่อมต่อกันเป็นรูปสี่เหลี่ยม กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร และเชื่อมเหล็กขนาด 10 เซนติเมตร ทำที่กั้นรอบๆเพื่อป้องกันแผ่นโซล่าเซลล์เคลื่อนที่ การทำฐานด้านล่างมีขั้นตอนการทำ 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการทำ

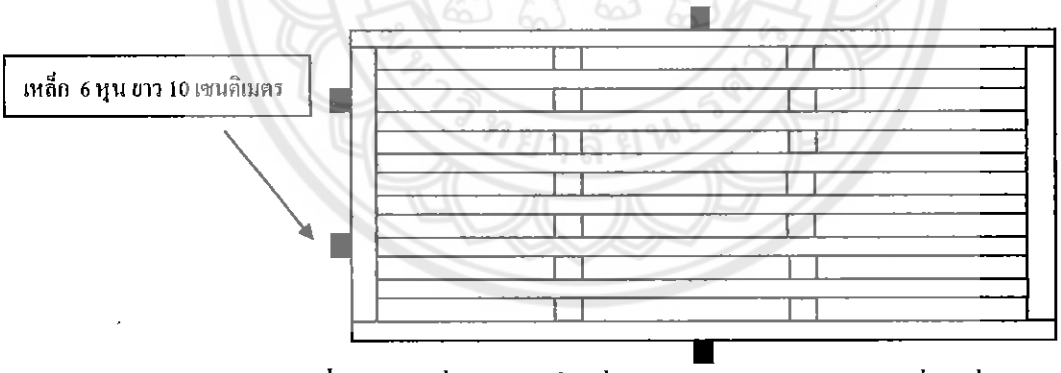
ขั้นตอนที่หนึ่ง: หาเหล็กกล่องขนาด 6.5 หุน ขนาดกว้างประมาณ 1 เมตร ยาว 2 เมตร ประกอบกันเป็นสี่เหลี่ยมและคันด้วยเหล็ก ขนาดประมาณ 15 เซนติเมตร และทำเป็นช่อง 7 ช่องในแนวกว้าง 3 ช่องในแนวนอนและเชื่อมเหล็กทั้งหมดเข้าด้วยกัน แต่เนื่องจากโครงงานนี้ได้ใช้เหล็กที่มีอยู่แล้วขนาดตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น การทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์นั้นไม่จำต้องทำตามขนาดในโครงงานนี้ สามารถทำ

ขนาดกว้างหรือยาวเท่าไหร่ก็ได้ แต่ฐานด้านบนต้องสามารถใส่แผ่นโซล่าเซลล์เข้าไปได้ แต่ขนาดที่เหมาะสมคือ กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การเชื่อมเหล็กเพื่อทำฐานด้านบน

ขั้นตอนที่สอง: ตัดเหล็ก 6 หุน ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 4 อัน เชื่อมติดกับเหล็กที่ด้านล่างและด้านข้างของฐานด้านบนเพื่อป้องกันแผ่นโซล่าเซลล์เคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



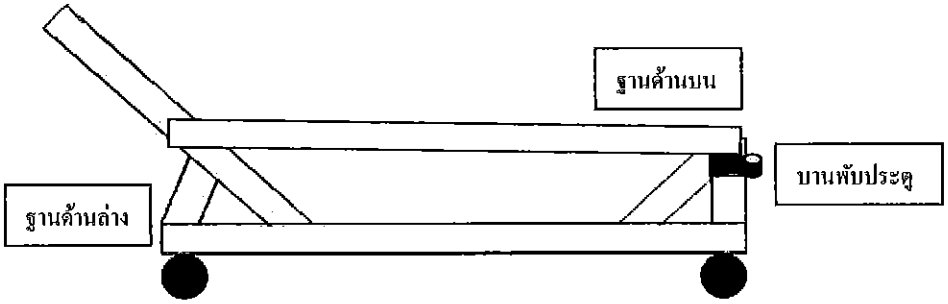
รูปที่ 3.7 การเชื่อมเหล็กคั่นเพื่อป้องกันแผ่นโซล่าเซลล์เคลื่อนที่

3.3.1.3 ส่วนที่เชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน

การทำส่วนที่เชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนรวมเข้าด้วยกัน จะใช้บานพับประตูเป็นตัวเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ซึ่งการใช้บานพับประตูทำให้ฐานด้นบนสามารถขยับขึ้นลงได้ มีขั้นตอนการทำ ดังต่อไปนี้

ป
ส 139 ก
2554
1.ว119b295
สำนักหอสมุด
11 ต.ค. 2560

ขั้นตอนการทำ: นำฐานด้านล่างมาและเชื่อมบานพับประตูเข้ากับฐานด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกันโดยใช้บานพับประตู

3.3.1.4 ส่วนที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบน ที่สามารถปรับระดับได้

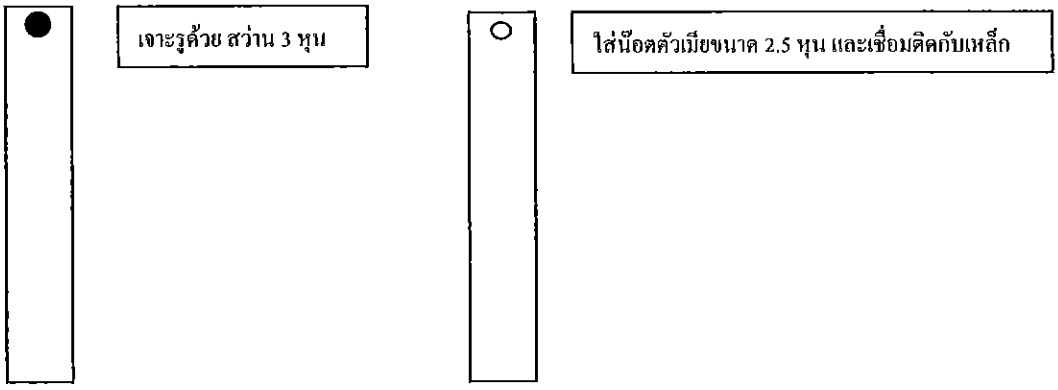
การทำส่วนที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบน ที่สามารถปรับระดับได้ ส่วนที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างและฐานด้านบนจะใช้เหล็กกล่องขนาด 6 หุน สอดเข้าไปในเหล็กกล่องขนาด 6.5 หุน เหล็กจะสามารถเลื่อนขึ้นเลื่อนลงได้ และทำตัวล็อกโดยใช้น๊อตตัวเมียและน๊อตตัวผู้ขนาด 2.5 หุน ทำเป็นที่หมุน ด้านหัวและด้านท้ายจะใส่น๊อตเข้าไปเพื่อให้เหล็กเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและเชื่อมติดกับฐานด้านล่างและฐานด้านบน มีขั้นตอนการทำ 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: หากล่องขนาด 6.5 หุน ยาว 1 เมตร และ เหล็กกล่องขนาด 6 หุน ยาว 1 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 เหล็กกล่องขนาด 6 หุน และขนาด 6.5 หุน

ขั้นตอนที่สอง: ใช้สว่าน 3 หุน เจาะรูที่ด้านบนของเหล็กกล่องขนาด 6.5 หุน และใส่น๊อตตัวเมียขนาด 2.5 หุนเข้าไปแล้วเชื่อมติดกับเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 3.10

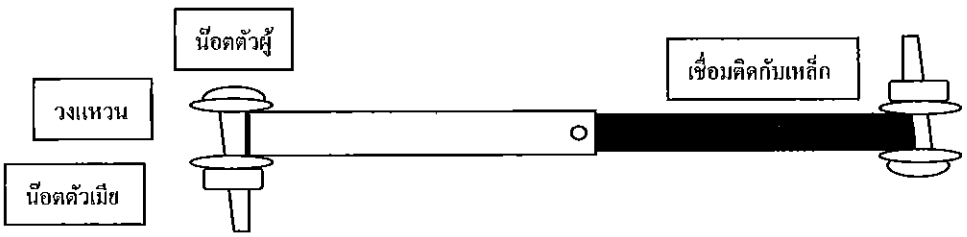


รูปที่ 3.10 การใช้สว่านขนาด 3 หุน เจาะรูเพื่อใส่น๊อตตัวเมียขนาด 2.5 หุน แล้วทำการเชื่อมติดกับเหล็ก

ขั้นตอนที่สาม: ทำตัวล็อค โดยใช้น๊อตตัวผู้ขนาด 2.5 หุน ด้านท้ายเชื่อมด้วยเหล็กขนาด 6 หุน ขนาด 10 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11

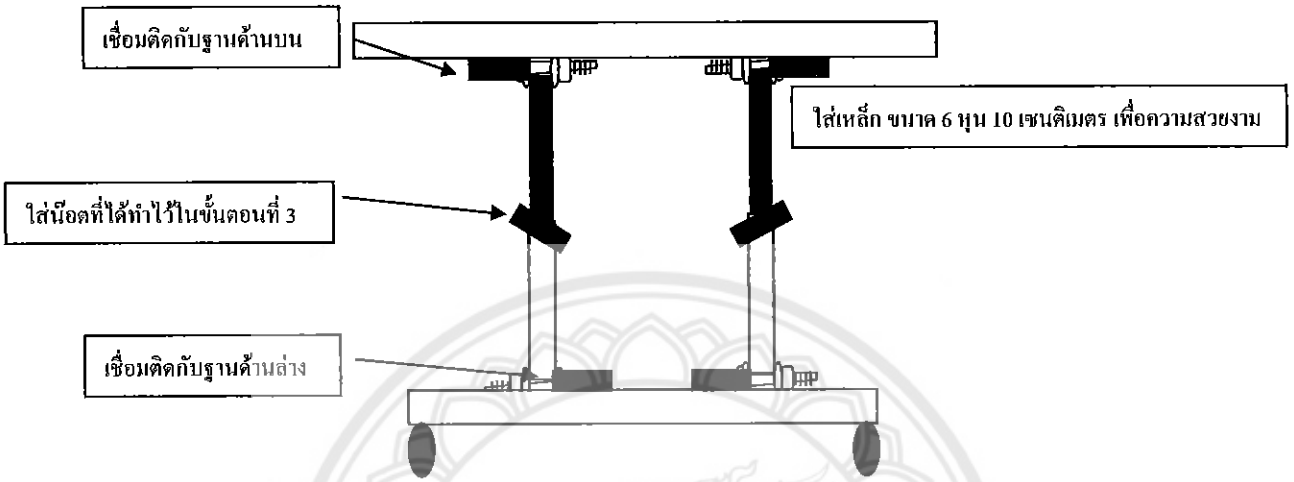
รูปที่ 3.11 การทำตัวล็อค

ขั้นตอนที่สี่: สอดเหล็ก 6.5 หุน กับ เหล็ก 6 หุน เข้าด้วยกัน ด้านท้ายของเหล็ก 6.5 หุน ยึดด้วยน๊อตตัวผู้ และน๊อตตัวเมียรองด้วยวงแหวน ด้านหัวของเหล็ก 6 หุนยึดด้วยน๊อตตัวผู้และน๊อตตัวเมียรองด้วยวงแหวน แต่หันคนละด้านกัน การยึดด้วยน๊อตจะทำให้เหล็กที่ต่ำสามารถปรับได้อย่างอิสระ และเชื่อมน๊อตเข้ากับเหล็กทั้งสองด้าน ดังแสดงในรูปที่ 3.12



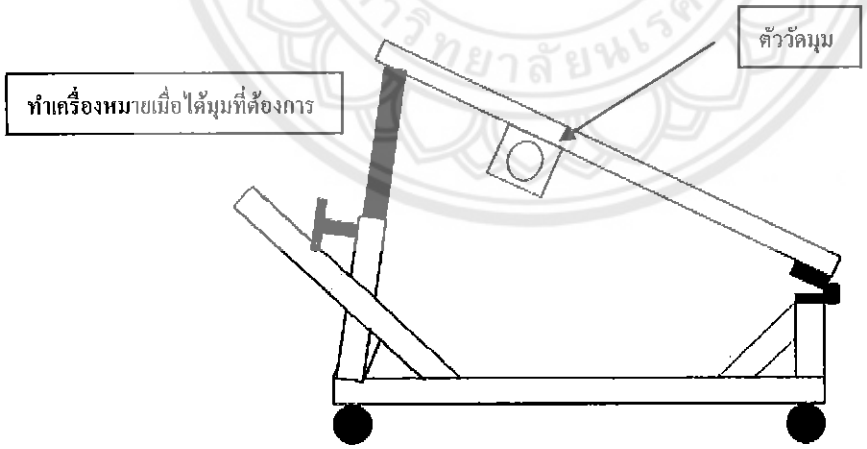
รูปที่ 3.12 การเชื่อมน๊อตที่ด้านหัวและท้าย

ขั้นตอนที่ห้า: เชื่อมเหล็กค้ำเข้ากับฐานด้านล่างและฐานด้านบน ใส่เหล็กครอบตรงบริเวณหัวของน๊อตตัวผู้ ใช้เหล็กขนาด 6 หุน ยาว 10 เซนติเมตร เพื่อปิดน๊อตตัวผู้เพื่อให้ดูสวยงาม และใส่ตัวล็อคที่เราทำในขั้นตอนที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 เชื่อมเหล็กค้ำเข้ากับฐานด้านล่างและฐานด้านบน

ขั้นตอนที่หก: ใช้ตัววัดมุม วัดมุมและทำเครื่องหมายเอาไว้ที่เหล็กขนาด 6 หุน เมื่อเราได้มุมที่เราต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.14



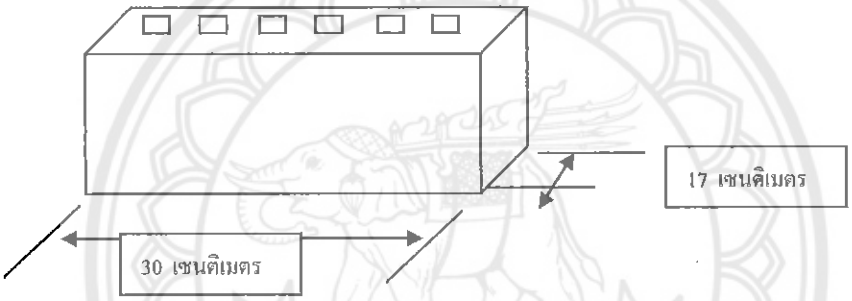
รูปที่ 3.14 การวัดมุมและทำเครื่องหมายเมื่อได้มุมที่เราต้องการ

3.3.1.5 ส่วนที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม

ส่วนที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องคอบคุม ทำช่องใส่แบตเตอรี่และทำเสาเพื่อเอาไว้ติดกล่องควบคุม การทำช่องใส่แบตเตอรี่เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของแบตเตอรี่เวลารถเข็นเคลื่อนที่ จะใช้เหล็กขนาด 6 หุน เชื่อมติดกับฐานด้านล่าง ทำเป็นช่องเพื่อใส่แบตเตอรี่ได้พอดี และทำเสาขนาด 90 เซนติเมตรเพื่อเอาไว้ติดตั้งกล่องควบคุม มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

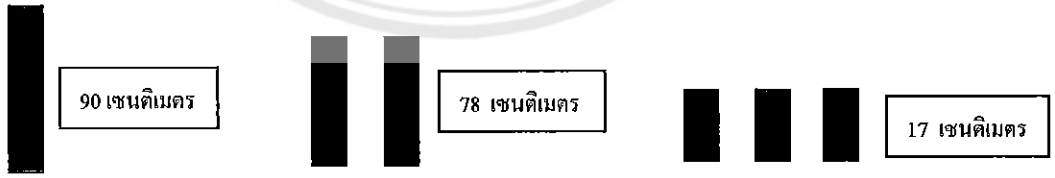
ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: วัดขนาดความกว้างและความยาวของแบตเตอรี่ ซึ่งจากที่วัดขนาดของแบตเตอรี่ จะกว้าง 17เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.15



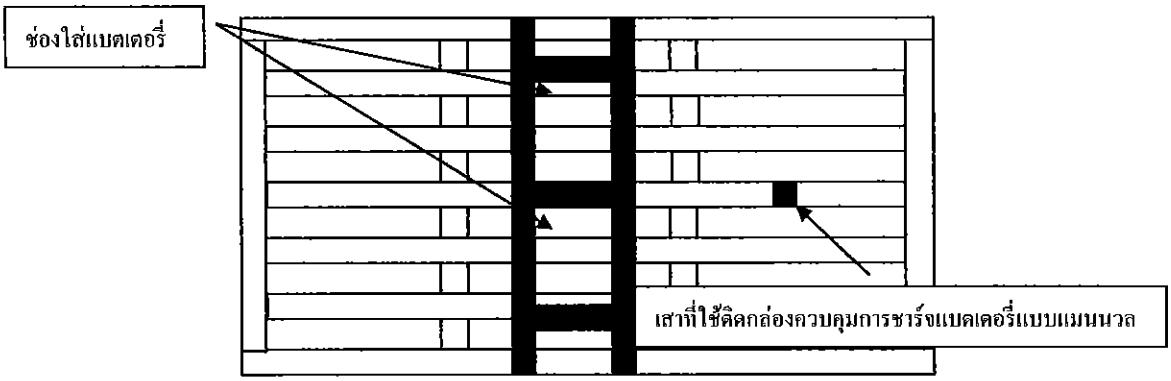
รูปที่ 3.15 การวัดขนาดของแบตเตอรี่

ขั้นตอนที่สอง: ตัดเหล็ก 6 หุน ยาว 78 เซนติเมตร 2 ท่อน ซึ่งเท่ากับความกว้างของฐานด้านล่าง ตัดเหล็กยาว 17 เซนติเมตร 3 ท่อน และตัดเหล็กยาว 90 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การตัดเหล็กขนาด 90,78 และ 17 เซนติเมตร

ขั้นตอนที่สาม: เชื่อมเหล็กที่ได้ตัดไว้ในขั้นตอนที่ 2 กับฐานด้านล่าง โดยเหล็กที่ยาว 78 เซนติเมตร กับ 17 เซนติเมตร จะทำเป็นช่องใส่แบตเตอรี่ เหล็กที่ยาว 90 เซนติเมตร ทำเป็นเสาเพื่อเอาไว้ติดกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล ดังแสดงในรูปที่ 3.17

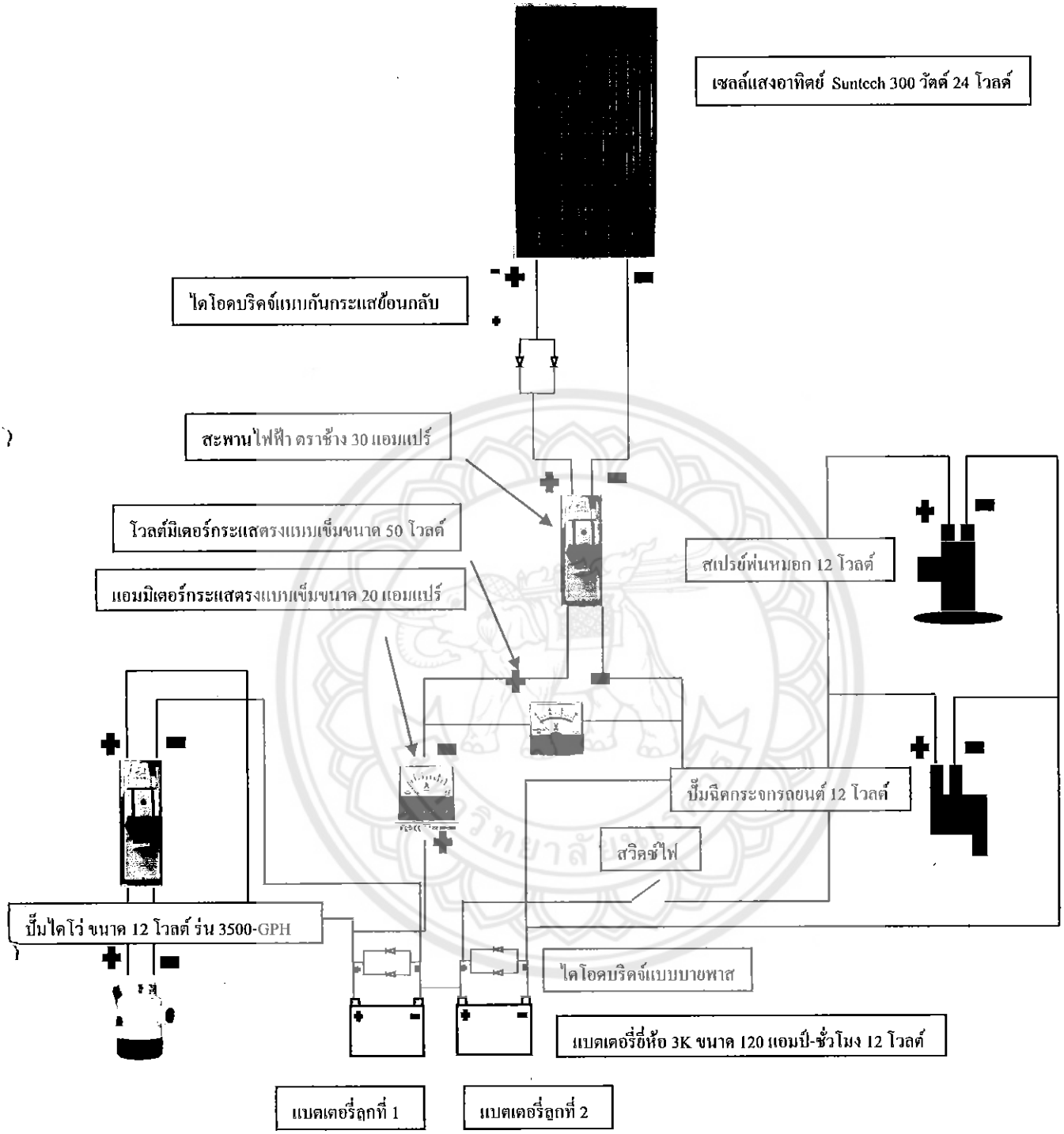


รูปที่ 3.17 การเชื่อมเหล็กเพื่อทำเป็นช่องใส่แบตเตอรี่ และเสาเพื่อใช้ติดตั้งกล่องควบคุม

3.3.2 ส่วนของระบบไฟฟ้า

ในส่วนของระบบไฟฟ้าจะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของระบบจ่ายไฟ ส่วนของระบบควบคุม และส่วนของโหลด โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากรูปที่ 3.17 แสดงภาพรวมของการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ Suntech 300 วัตต์ 24 โวลต์ ต่อไดโอดบริดจ์แบบกันกระแสย้อนกลับแบบอนุกรมที่ขั้วบวกของเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วต่อขนานเข้ากับสะพานไฟ ตราช้าง 30 แอมแปร์ นำโวลต์มิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 50 โวลต์มาต่อขนานกับสะพานไฟ ตราช้าง 30 แอมแปร์ นำแอมมิเตอร์กระแสตรงแบบเข็มขนาด 20 แอมแปร์มาต่ออนุกรมที่ขั้วบวกของสะพานไฟ ตราช้าง 30 แอมแปร์ แล้วต่อขนานเข้ากับแบตเตอรี่สองลูกที่อนุกรมกัน โดยแต่ละลูกมีไดโอดบริดจ์แบบบายพาสต่อขนานอยู่ และดึงสายจากแบตเตอรี่ลูกที่ 1 ต่อขนานเข้าสะพานไฟอีกอันหนึ่ง แล้วต่อเข้าปั๊มไดโว่ ขนาด 12 โวลต์ รุ่น 3500-GPH จากนั้นดึงสายจากแบตเตอรี่ลูกที่ 2 ต่อสวิตซ์ไฟแบบอนุกรมที่ขั้วบวกของแบตเตอรี่ จากนั้นต่อแบตเตอรี่ลูกที่ 2 แบบขนานกับปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์และสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.18 ภาพรวมของการออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

3.3.2.1 ระบบจ่ายไฟ

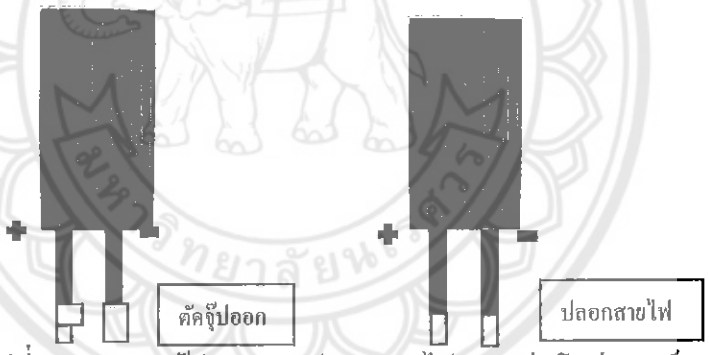
ระบบจ่ายไฟจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนที่แผงโซล่าเซลล์จ่ายเข้ากล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ลงแบตเตอรี่ และส่วนของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด

3.3.2.1.1 ส่วนที่แผงโซล่าเซลล์จ่ายเข้ากล่องคุมการชาร์จแบตเตอรี่

ส่วนที่แผงโซล่าเซลล์จ่ายเข้ากับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ จะตัดจุ๊ปที่ติดมากับแผงโซล่าเซลล์ออกและใช้การบัดกรีสายแทน เพราะการใช้จุ๊ปจะมีปัญหาเรื่องของการอาร์คได้ มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

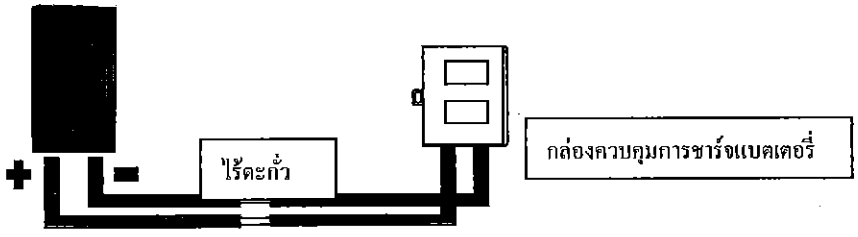
ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: นำแผ่นโซล่าเซลล์มา และใช้ที่ตัดสายไฟตัดจุ๊ปออกและปลอกสาย**ไฟ ดังแสดงในรูปที่** 3.19



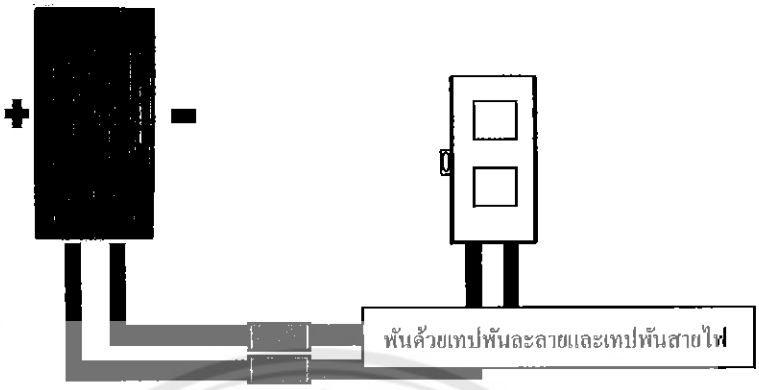
รูปที่ 3.19 การตัดจุ๊ป และการปลอกสายไฟของแผ่นโซล่าเซลล์

ขั้นตอนที่สอง: ไร้ตะกั่วที่สายไฟของแผงโซล่าเซลล์และสายไฟของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ และนำมาต่อขนานกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การเชื่อมสายโดยการบัดกรี

ขั้นตอนที่สาม: พันด้วยเทปพันละลาย และเทปพันสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การพันเทปพันละลายและเทปพันสายไฟเมื่อบัดกรีสายเสร็จแล้ว

3.3.2.1.2 ส่วนของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด

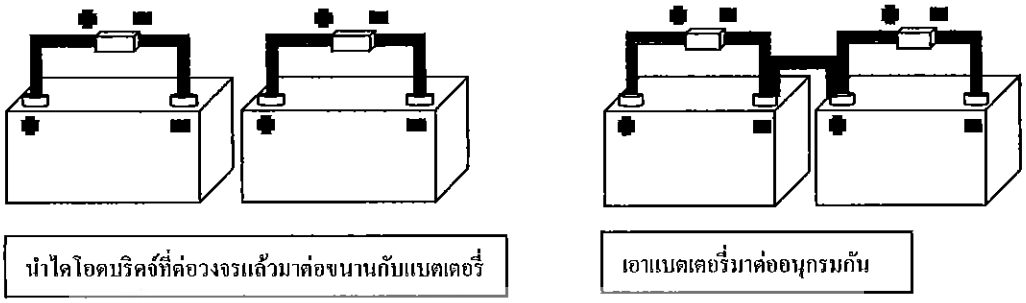
ส่วนของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด โดยตอนแรกจะต่ออนุกรมแบตเตอรี่ 2 ลูกเข้าด้วยกันก่อน เพราะแรงดันไฟฟ้าจากแผ่นโซล่าเซลล์ อยู่ที่ 40 กว่าโวลต์ แต่เพื่อต่อเพื่อชาร์จแบตเตอรี่จะลดลงเหลือ 28 โวลต์ ซึ่งสามารถชาร์จแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรม 2 ลูกได้พอดี การต่ออนุกรมแบตเตอรี่ จะใช้การบัดกรีตะกั่ว จะมีการทำลานตะกั่วโดยใช้คัตเตอร์และใช้หัวแร้ง 2 อันจี้พร้อมกัน เพื่อให้ตะกั่วละลายติดกับขั้วของแบตเตอรี่ ถ้าใช้หัวแร้งอันเดียวความร้อนจะไม่พอทำให้ตะกั่วหลุดออกจากขั้วแบตเตอรี่ มีการต่อไดโอดบริดจ์แบบบายพาส โดยการต่อขนานกับแบตเตอรี่แต่ละลูก เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดียิ่งขึ้นและป้องกันปัญหาเวลาที่แบตเตอรี่ลูกใดลูกหนึ่งเกิดมีปัญหาจ่ายกระแสลดลง กระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากแบตเตอรี่จะไม่ลดลงตามแบตเตอรี่ที่เกิดปัญหา จากนั้นต่อวงจรกล่องควบคุมขนานกับแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกัน มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: นำแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์มา 2 ลูก ใช้คัตเตอร์มาทำลานตะกั่วโดยการเฉือนขั้วของแบตเตอรี่ เมื่อเฉือนแล้วจะเห็นเป็นสีเงินๆ ที่ขั้วของแบตเตอรี่ทั้ง 2 ลูก ดังแสดงในรูปที่ 3.22

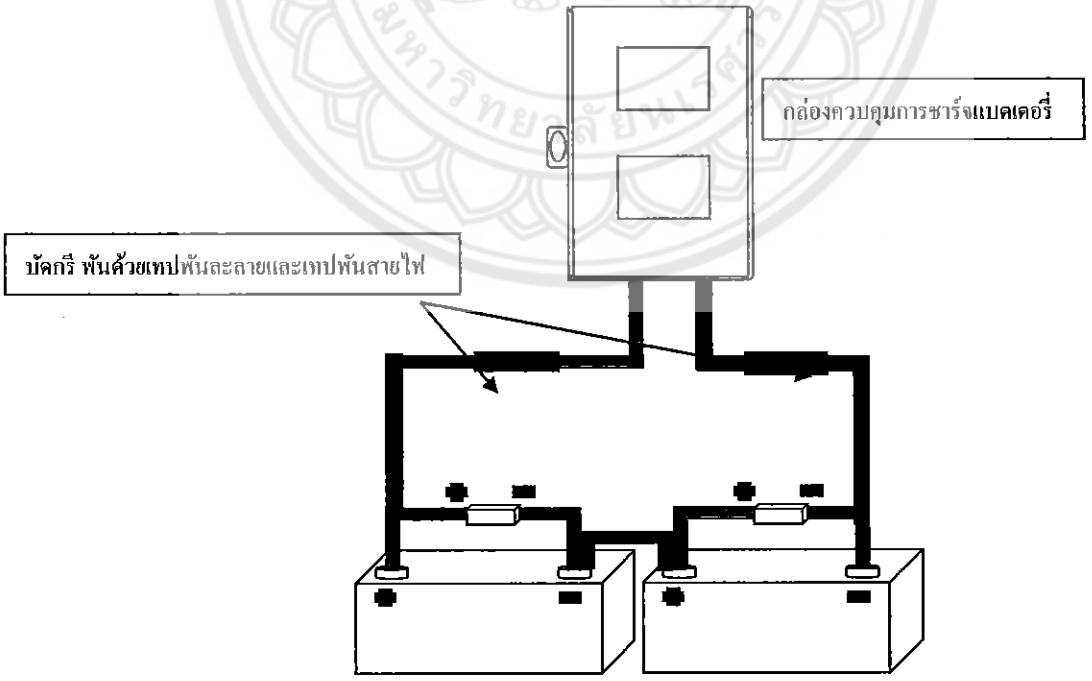
รูปที่ 3.22 การใช้คัตเตอร์ทำลานตะกั่ว

ขั้นตอนที่สอง: นำไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้ว มาต่อขนานกับแบตเตอรี่ทั้ง 2 ลูก และนำแบตเตอรี่มาต่ออนุกรมกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การนำไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วมาต่อขนานกับแบตเตอรี่แต่ละลูก และนำแบตเตอรี่มาต่ออนุกรมกัน โดยใช้การบัดกรี

ขั้นตอนที่สาม: ต่อสายไฟ THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีแดง เข้าที่ทางขั้วบวกของแบตเตอรี่ลูกที่ 1 และต่อสายไฟ THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีดำ เข้าที่ทางขั้วลบของแบตเตอรี่อีกลูกเพื่อนำไปต่อขนานกับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ต่อโดยการบัดกรีแล้วใช้เทปพันละลายพันและตามด้วยเทปพันสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การต่อแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมแล้วขนานเข้ากับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

3.3.2.2 ระบบควบคุม

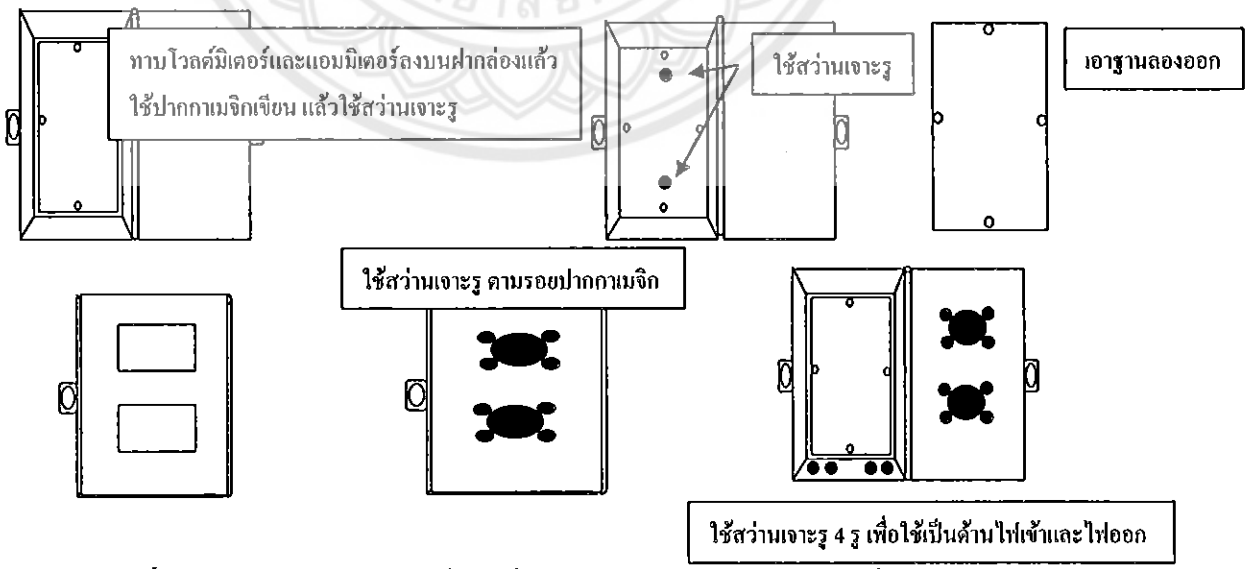
ระบบควบคุมในระบบโซล่าเซลล์ คือ กล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล ที่จะมีไดโอดบริดจ์เป็นตัวป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับไปที่แผ่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.2.1 กล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล

การทำกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล จะใช้กล่องกันน้ำ ซึ่งด้านในจะมีไดโอดบริดจ์เป็นตัวกันกระแสย้อนกลับจากแบตเตอรี่ไปยังแผ่นโซล่าเซลล์ มีสะพานไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า มีโวลต์มิเตอร์ ทำหน้าที่วัดแรงดันไฟฟ้า และแอมมิเตอร์ ทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าอยู่ภายในกล่อง เราสามารถรู้ได้ว่าแบตเตอรี่เต็มหรือยัง โดยการดูแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า คือ เมื่อแบตเตอรี่เต็ม แรงดันไฟฟ้าจะคงที่ ส่วนกระแสไฟฟ้าจะลดลง เมื่อแบตเตอรี่เต็มเราก็ใช้สะพานไฟเป็นตัวตัดวงจรไฟฟ้า มีขั้นตอนการทำ 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

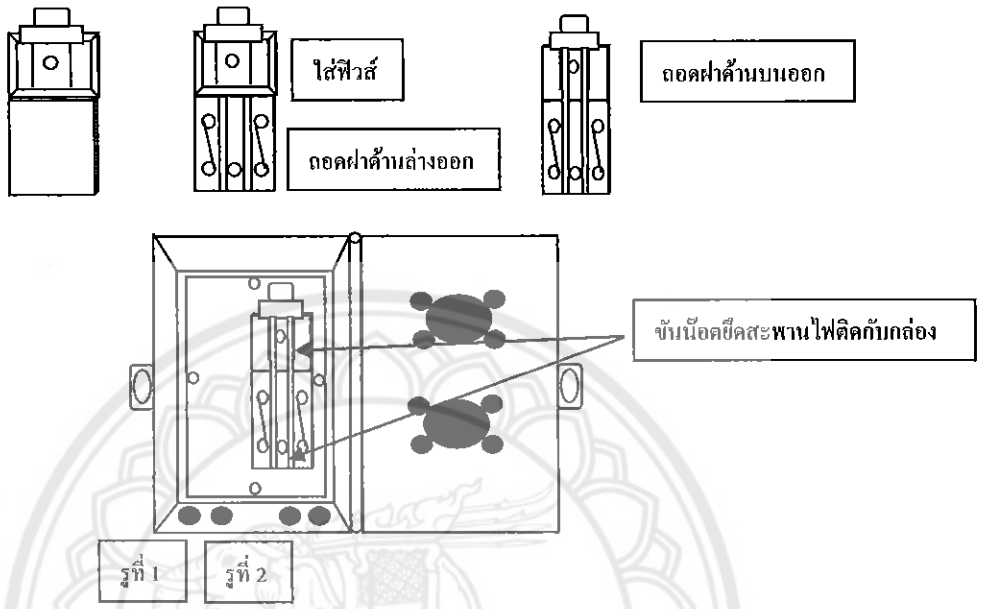
ขั้นตอนการทำ

<u>ขั้นตอนที่หนึ่ง:</u> นำกล่องกันน้ำพลาสติกที่มีขนาดพอที่จะใส่สะพานไฟเข้าไปได้มา ถอดฐานลองออกและใช้สว่านเจาะรู 2 รู เพื่อไปติดกับเสาที่ได้ทำเอาไว้ แล้วใส่กลับไปที่เดิม ฝาของกล่องให้นำโวลต์มิเตอร์กับแอมมิเตอร์มาทาบที่ฝากล่องแล้วใช้ปากกาเมจิกเขียน แล้วใช้สว่านเจาะ เพื่อจะใส่โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์เข้าไปที่ฝากล่อง และใช้สว่านเจาะรูด้านล่าง 4 รู เป็นช่องเอาไว้ใส่สายไฟ จะมีด้านไฟเข้าและด้านไฟออก ดังแสดงในรูปที่ 3.25



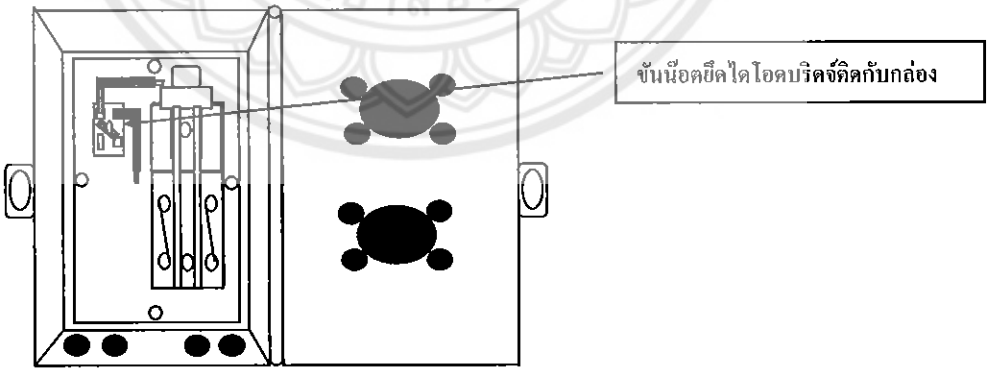
รูปที่ 3.25 การใช้สว่านเจาะรูเพื่อทำที่ใส่โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ที่ด้านหน้ากล่อง

ขั้นตอนที่สอง: นำสะพานไฟมา แล้วถอดฝาด้านล่างและด้านบนออก แล้วใส่ฟิวส์ อาจจะใช้ตะกั่วแทนฟิวส์ก็ได้ แล้วถอดฝาด้านบนออก ใช้ไขควงขันน็อตเพื่อยึดติดกับกล่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การใส่สะพานไปเข้าไปในกล่องควบคุม

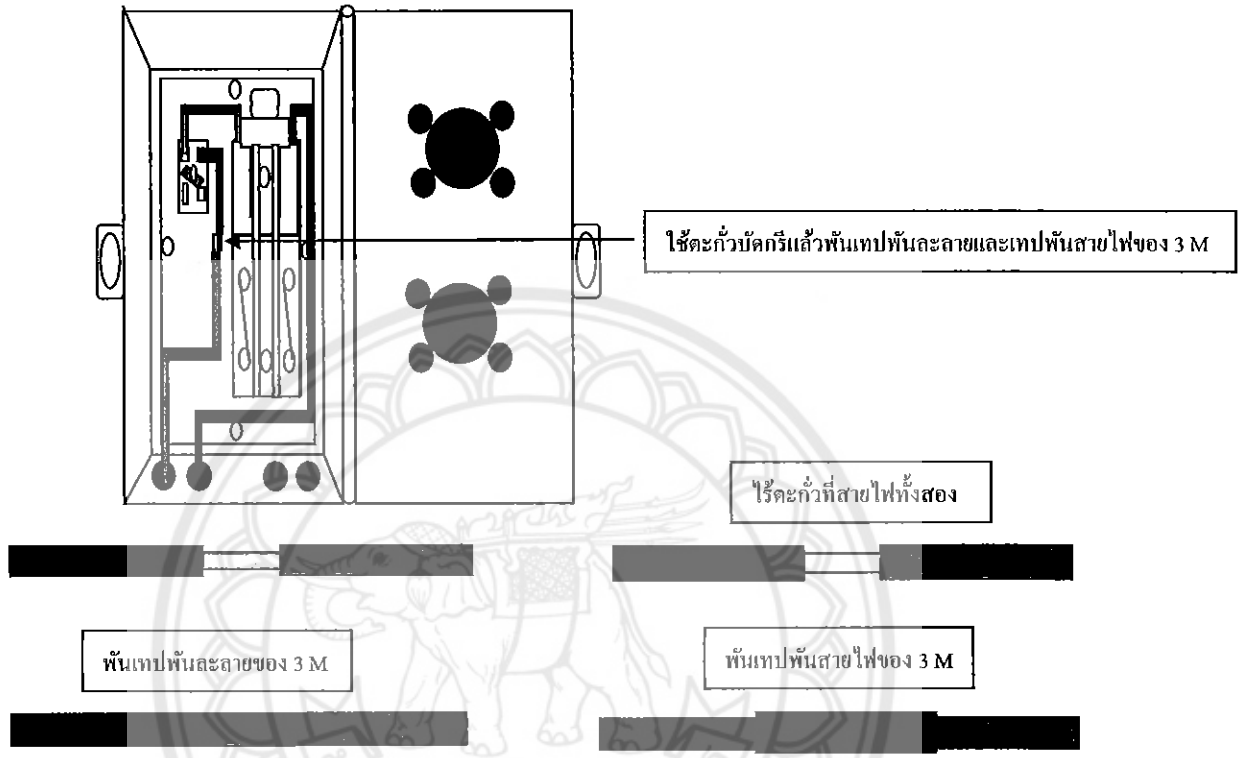
ขั้นตอนที่สาม: ใส่ไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรไว้ แล้วขันน็อตยึดติดกับกล่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การใส่ไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วแล้วเข้าไปในกล่องควบคุม

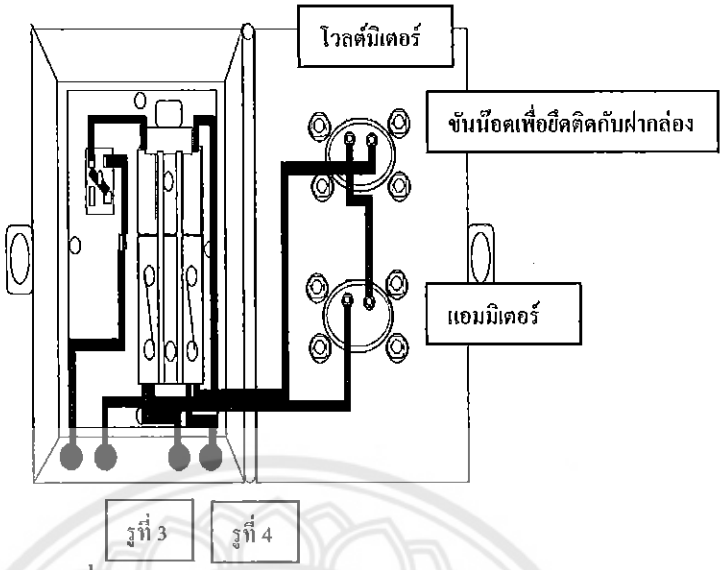
ขั้นตอนที่สี่: ใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีแดง ใส่รูที่ 1 ต่ออนุกรมกับไดโอดบริดจ์โดยการบัดกรีตะกั่วพันด้วยเทปพันละลายแล้วพันด้วยเทปพันสายไฟของ 3 M แล้วนำสายไฟไปเข้าสะพานไฟ

ด้านบนซ้าย ใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีดำ ใส่รูที่ 2 แล้วนำสายไฟไปเข้าสะพานไฟด้านบนขวา ดังแสดงในรูปที่ 3.28



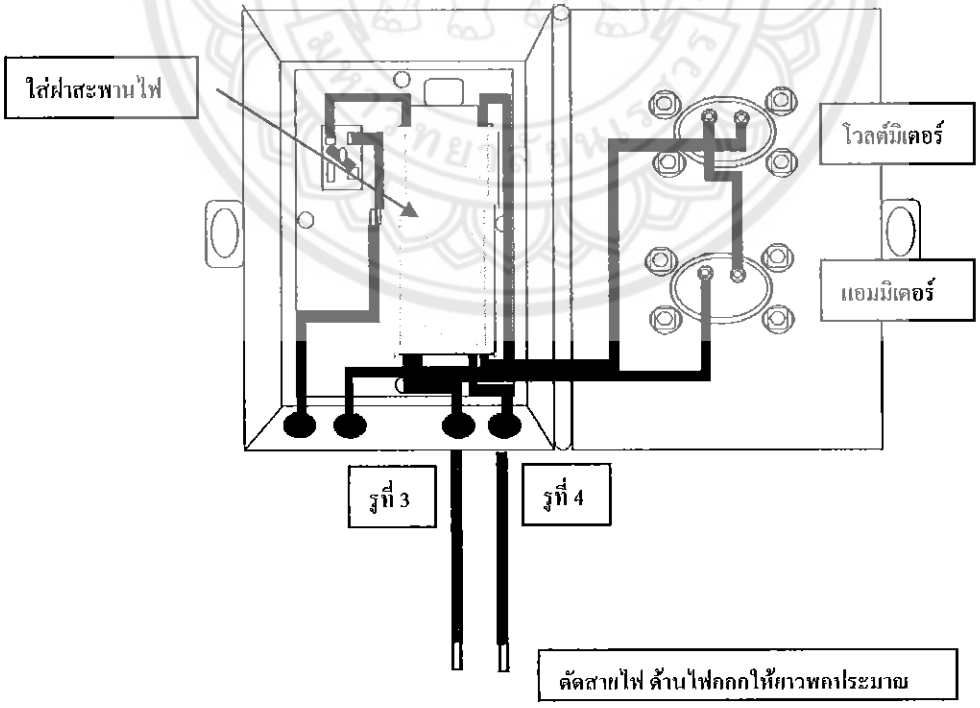
รูปที่ 3.28 การต่อสายไฟเข้าด้านบนของสะพานไฟ

ขั้นตอนที่ห้า: ติดโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ ขันน็อตเพื่อยึดติดกับฝาด้านหน้า ใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีแดง ไปเข้าสะพานไฟด้านล่างซ้ายต่ออนุกรมกับแอมมิเตอร์ และต่อเข้าไปที่ขาบวกของโวลต์มิเตอร์ ใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีดำ ไปเข้าสะพานไฟด้านล่างขวา และต่อไปยังขาลบของโวลต์มิเตอร์ และใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีแดง ใส่รูที่ 3 นำสายไฟไปเข้าสะพานไฟด้านล่างซ้าย ใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีดำ ใส่รูที่ 4 แล้วนำสายไฟไปเข้าสะพานไฟด้านล่างขวา เพื่อเป็นด้านไฟออก ดังแสดงในรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การต่อวงจรโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

ขั้นตอนที่หก: ใส่ฝาของสะพานไฟทั้งฝาด้านบนและด้านล่าง และขันน็อตให้เรียบร้อย ตัดสายไฟที่ด้านไฟออกให้ยาวพอประมาณเพื่อไปต่อกับวงจรอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.30



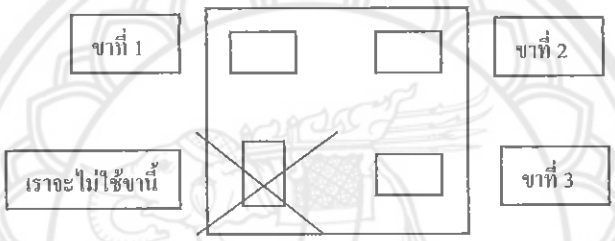
รูปที่ 3.30 การใส่ฝาของสะพานไฟ และการตัดสายไฟที่ด้านออกของสะพานไฟ

3.3.2.2.2 ส่วนของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์

ส่วนของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ โดยไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วจะนำไปใช้ในระบบการควบคุมการชาร์ตแบตเตอรี่แบบแมนนวล ทำหน้ากันกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ และนำไปใช้ในการต่ออนุกรมแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดีขึ้น มีขั้นตอนการทำ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

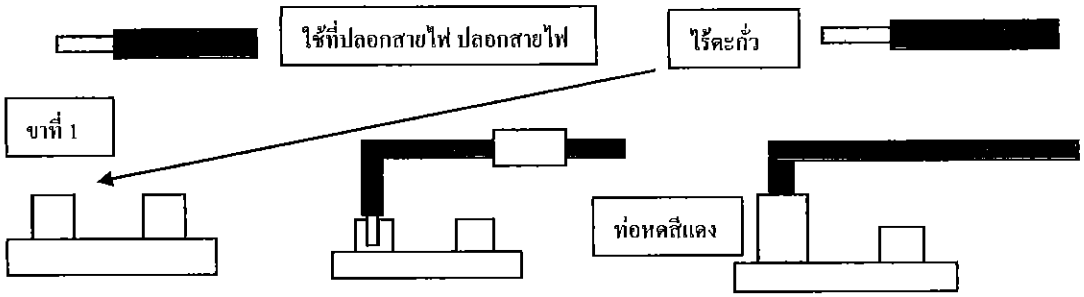
ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: เมื่อเราตรวจสอบดูไดโอดบริดจ์จะสังเกตเห็นว่ามีขาหนึ่งขาที่แตกต่างจากขาอื่น ขานั้นเราจะไม่ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 3.31



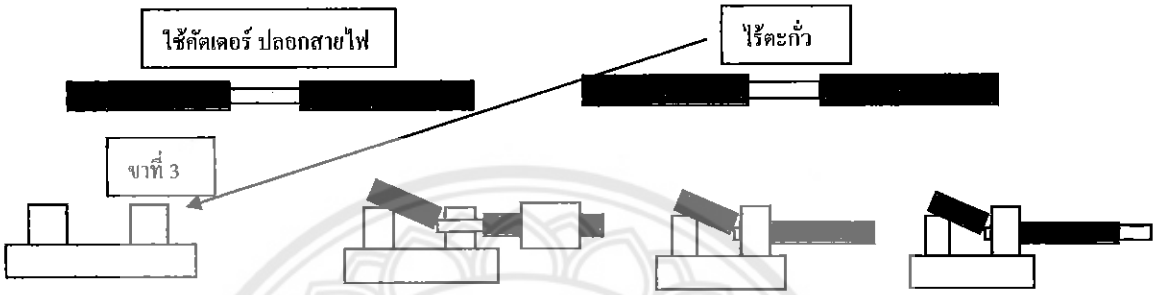
รูปที่ 3.31 การสังเกตไดโอดบริดจ์

ขั้นตอนที่สอง: ปลอกสายไฟสีแดง และบัดกรีเข้ากับขาที่ 1 โดยไร้ตะกั่วไปที่สายไฟและขาที่ 1 เวลาจะต่อสายไฟเข้ากับขาที่ 1 นั้นจะต้องใช้หัวแร้งจี้ที่ขาที่ 1 ของไดโอดก่อนและเพิ่มตะกั่วเข้าไป และก่อนที่จะบัดกรีสายไฟเข้ากับขาที่ 1 ของไดโอดนั้น ให้ใส่ท่อหดสีแดงเข้าไปก่อน พอต่อสายไฟเข้ากับขาของไดโอดเสร็จแล้วก็เลื่อนท่อหดมาปิดขาของไดโอด ดังแสดงในรูปที่ 3.32



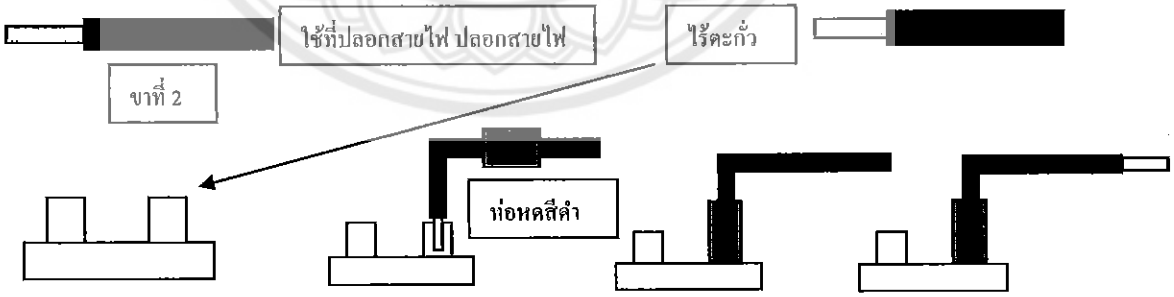
รูปที่ 3.32 การบัดกรีสายไฟเข้าที่ขาที่ 1 ของไดโอดบริดจ์

ขั้นตอนที่สาม: อนุกรมขาที่ 1 กับขาที่ 3 โดยใช้สายไฟเส้นเดิม โดยใช้คัตเตอร์ปลอกสายไฟและใส่ท่อหดก่อนที่จะบัดกรีเข้าด้วยกัน ไร้ตะกั่วที่สายไฟและขาที่ 3 และบัดกรีเข้าด้วยกัน และเลื่อนท่อหดมาปิดขาที่ 3 ของไดโอด และตัดสายไฟโดยใช้ที่ตัดสายไฟให้ยาวพอประมาณและปลอกสายไฟที่ปลายสาย ดังแสดงในรูปที่ 3.33



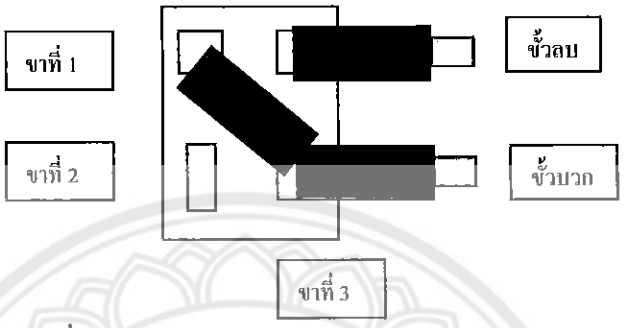
รูปที่ 3.33 การบัดกรีขาที่ 1 กับขาที่ 3 ของไดโอดบริดจ์

ขั้นตอนที่สี่: ปลอกสายไฟสีดำ และบัดกรีเข้ากับขาที่ 2 โดยไร้ตะกั่วไปที่สายไฟและขาที่ 2 เวลาจะต่อสายไฟเข้ากับขาที่ 2 นั้นจะต้องใช้หัวแร้งจี้ที่ขาที่ 2 ของไดโอดก่อนและเพิ่มตะกั่วเข้าไป และก่อนที่จะบัดกรีสายไฟเข้ากับขาที่ 2 ของไดโอดนั้น ให้ใส่ท่อหดสีดำเข้าไปก่อน พอต่อสายไฟเข้ากับขาของไดโอดเสร็จแล้วก็เลื่อนท่อหดมาปิดขาของไดโอดและตัดสายไฟโดยใช้ที่ตัดสายไฟให้ยาวพอประมาณและปลอกสายไฟที่ปลายสาย ดังแสดงในรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 การบัดกรีขาที่ 2 ของไดโอดบริดจ์

ขั้นตอนที่ห้า: เมื่อต่อสายไฟสีแดงเข้ากับขาที่ 1 อนุกรมกับขาที่ 3 ของไดโอด และต่อสายไฟสีดำเข้ากับขาที่ 2 โดยจะกำหนดให้สายไฟสีแดงเป็นขั้วบวก และสายไฟสีดำเป็นขั้วลบ จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 ผลลัพธ์ของการต่อวงจรไดโอดบริดจ์

3.3.2.3 โหลด

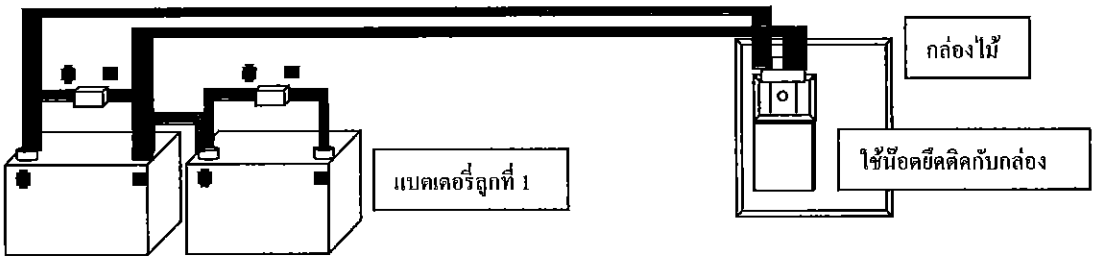
โหลดในระบบโซล่าเซลล์นี้จะมีอยู่ 2 ตัวคือ ปั๊มน้ำไดโว่ 12 โวลต์ และสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.3.1 ส่วนของการติดตั้งปั๊มไดโว่ 12 โวลต์

ส่วนของการติดตั้งปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ ใช้ปั๊มน้ำไดโว่ 12 โวลต์จะต่อขนานเข้ากับสะพานไฟฟ้า และต่อขนานไปยังแบตเตอรี่ จะใช้สายไฟ ขนาด 1x2,5 ตารางมิลลิเมตร ที่เป็นสายอ่อน ยาว 15 เมตร ต่อจากสะพานไฟฟ้าไปยังปั๊มน้ำ และใช้สายไฟ THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สายแข็งต่อไปยังแบตเตอรี่ มีขั้นตอนการทำ 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

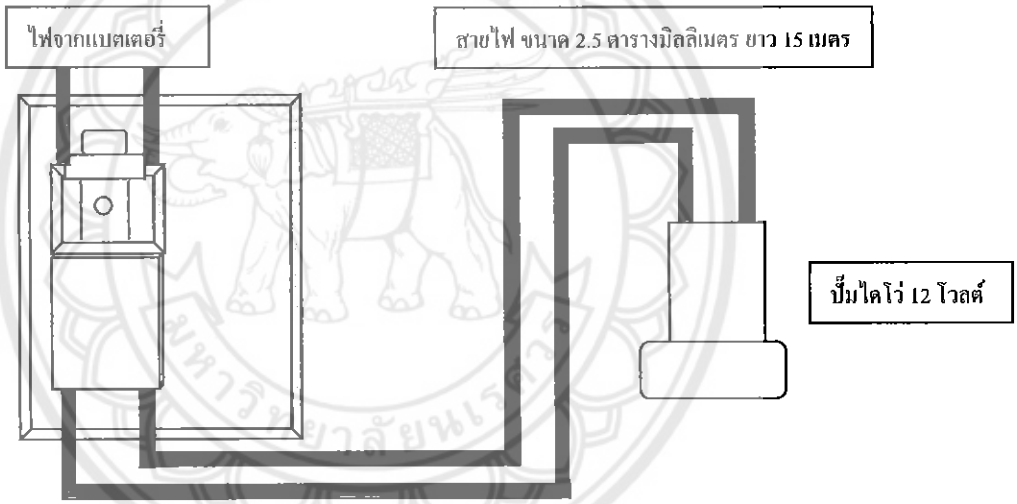
ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนที่หนึ่ง: ยึดสะพานไฟเข้ากับกล่องไม้ ต่อแบตเตอรี่ 1 ลูกโดยการทำลานตะกั่วและบัดกรีที่ขั้วของแบตเตอรี่ แล้วต่อขนานเข้ากับสะพานไฟ โดยใช้สาย THW 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สีดำ และสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 การต่อแบตเตอรี่ลูกที่ 1 ขนานเข้ากับสะพานไฟ

ขั้นตอนที่สอง: ต่อสายปั๊มไดโว่โดยสายไฟ 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร สายอ่อนยาว 15 เมตร สีน้ำตาลและสีดำ เข้ากับสะพานไฟด้านล่าง ต่อสายไฟโดยการบัดกรีแล้วพันด้วยเทปพันละลายและเทปพันสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.37



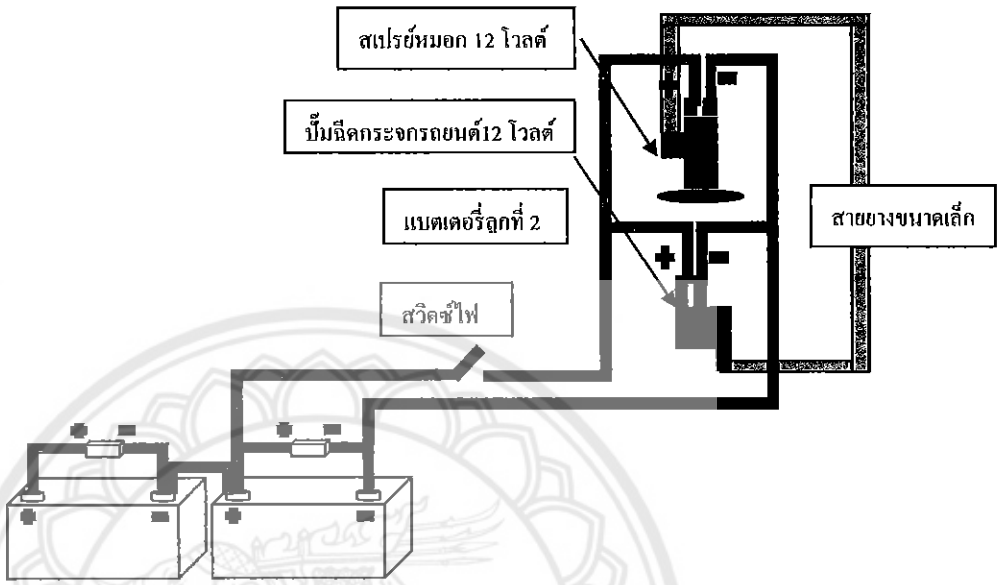
รูปที่ 3.37 การต่อสายไฟจากสะพานไฟไปยังปั๊มน้ำ

3.3.2.3.2 ส่วนของติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

ส่วนของการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ใช้ จะมีส่วนของการออกแบบวงจรไฟฟ้า และส่วนของการติดตั้ง โดยจะใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ ต่อขนานกับปั๊มน้ำกระแสตรง คือ ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ และเป็นตัวจ่ายน้ำให้กับสเปรย์หมอก 12 โวลต์ ผ่านสวิตซ์ไฟฟ้าเป็นตัวเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าและต่อขนานเข้ากับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ลูกที่ 2 มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

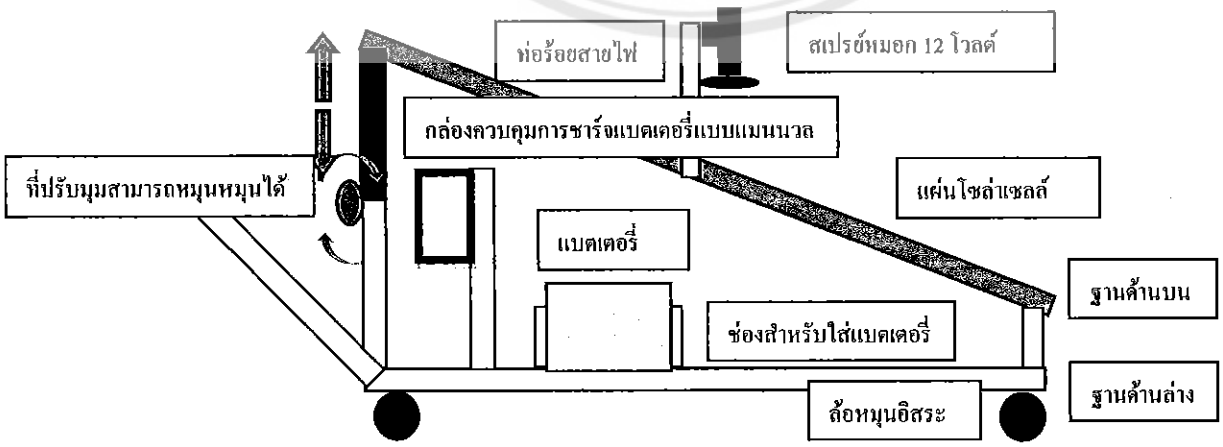
จากรูปที่ 3.38 แสดงภาพรวมการออกแบบวงจรไฟฟ้าของสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ โดยใช้แบตเตอรี่อีกลูกหนึ่ง ต่อกับสวิตซ์ไฟ และต่อขนานกับปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ 12 โวลต์ และสเปรย์พ่น

หมอก 12 โวลต์ และใช้สายยางขนาดเล็กต่อจากปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ไปยังสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.38 ภาพรวมการออกแบบวงจรไฟฟ้าของของสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

จากรูปที่ 3.39 แสดงภาพรวมการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ โดยใช้ท่อร้อยสายไฟใช้ความร้อนทำให้ท่อร้อยสายไฟเป็นตัวยู แล้วใช้ลวดผูกติดกับโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ด้านบน และใช้ลวดมัดสเปรย์พ่นหมอกกับท่อร้อยสายไฟให้ตำแหน่งของสเปรย์พ่นหมอกอยู่บริเวณตรงกลางแผ่นโซล่าเซลล์ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.39 ภาพรวมการติดตั้งสเปรย์หมอก 12 โวลต์

ขั้นตอนการทำ

<u>ขั้นตอนที่หนึ่ง:</u> หาท่อร้อยสายไฟสีเหลืองมา แล้วใช้ไฟแช็ค รนบริเวณปลายทั้งสองด้านเพื่อให้ท่อร้อยสายไฟงอได้ แล้วใช้ลวดยึดติดกับฐานด้านบน และติดสเปรย์พ่นหมอกไว้ตรงกลางสายไฟโดยใช้ลวดมัด

<u>ขั้นตอนที่สอง:</u> ต่อวงจรสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ขนานกับปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ ผ่านสวิตซ์ไฟฟ้าและต่อขนานกับแบตเตอรี่ ตามที่ได้ออกแบบไว้

<u>ขั้นตอนที่สาม:</u> ต่อสายยางขนาดเล็กจากสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ไปยังปั๊มฉีดกระจก 12 โวลต์

3.4 ตรวจสอบราคาและจัดซื้อบริภัณฑ์ไฟฟ้า

เมื่อออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำเสร็จแล้ว ต่อไปคือการตรวจสอบราคาและจัดซื้อบริภัณฑ์ไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

-แผ่น Suntech 300 วัตต์ 24 โวลต์	ราคา	8,000	บาท
-ปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ 144 วัตต์	ราคา	1,700	บาท
-แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 2 ลูก	ราคา	1200	บาท
-รถเข็นและโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์	ราคา	1,000	บาท
-สเปรย์หมอก 12 โวลต์	ราคา	100	บาท
-สะพานไฟ ตราช้าง 30 แอมแปร์ 2 อัน	ราคา	200	บาท
-โวลต์มิเตอร์	ราคา	195	บาท
-แอมมิเตอร์	ราคา	195	บาท
-ไดโอดบริดจ์ 3 ตัว	ราคา	120	บาท
-อุปกรณ์อื่นๆ	ราคา	1,000	บาท
รวมใช้งบประมาณทั้งหมด	ราคา	13,710	บาท

สถานที่จัดซื้อผู้จัดทำโครงงานได้ซื้อแผ่นโซล่าเซลล์มาจาก บริษัทบางกอกโซล่า และอุปกรณ์ต่างๆ ผู้จัดทำโครงงานได้ซื้อจาก Global House และร้านชุมพนอิเล็กทรอนิกส์

3.5 ติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

ทำการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ โดยมีรายละเอียดในหัวข้อ 4.1 ของบทที่ 4

3.6 ทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ

ทำการทดสอบระบบระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้งสามารถทำงานได้หรือไม่ ปั๊มน้ำสามารถทำงานได้หรือไม โดยมีรายละเอียดในหัวข้อ 4.2 ของบทที่ 4

3.7 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง

เมื่อติดตั้งระบบระบบโซล่าเซลล์เสร็จ ทำการทดสอบการหามุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและทดสอบประสิทธิภาพแผงโซล่าเซลล์ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 V เพื่อลดอุณหภูมิแผ่นเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใช้สเปรย์พ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิ และทดสอบอัตราการไหลของปั๊มน้ำ โดยเทียบกับถังน้ำ 5 ลิตรและจับเวลาว่าใช้เวลาเท่าไร โดยมีรายละเอียดในหัวข้อ 4.3 ของบทที่ 4

3.8 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลของระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้งและวิเคราะห์ผล โดยมีรายละเอียดในหัวข้อ 5.1-5.3 ของบทที่ 5

3.9 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

มีการแก้ไขปรับปรุงรูปเล่ม เรียบเรียงข้อมูลพร้อมทั้งจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

บทที่ 4
ผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์

ในบทนี้ผู้จัดทำโครงงานได้กล่าวถึงผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ เป็นการแสดงผลที่ได้ทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 และแสดงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ทำการติดตั้งไป โดยเริ่มจากผลการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ ผลการทดสอบฟังชันก์การทำงานของระบบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง โดยมีรายละเอียดผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ

ผลการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ผลการทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้และผลการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ผลการทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้

ผลการทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับมุมได้ เริ่มจาก ผลการทำฐานด้านล่าง ผลการทำฐานด้านบน ผลการเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ผลการทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.1 ผลการทำฐานด้านล่าง

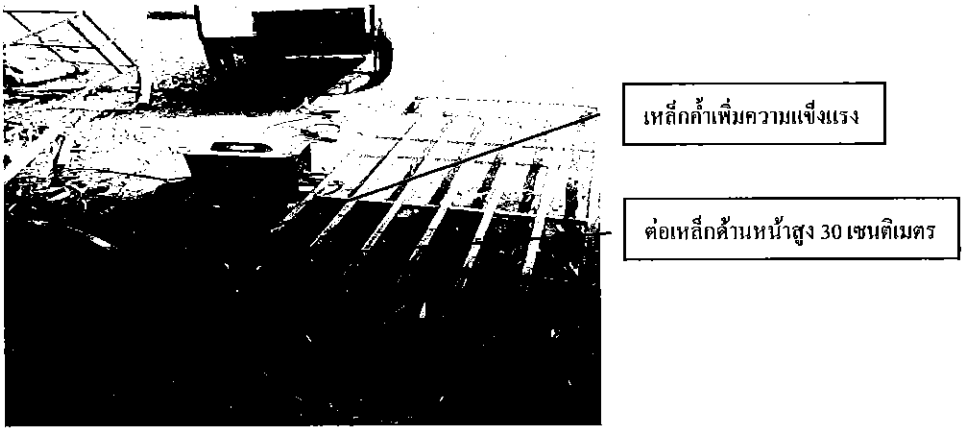
ในหัวข้อนี้จะแสดงผลการทำฐานด้านล่าง จากหัวข้อ 3.3.1.1 ของบทที่ 3 เป็นการออกแบบส่วนของฐานด้านล่าง ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 4 ขั้นตอน โดยในส่วนนี้จะแสดงผลการทำฐานด้านล่างในขั้นตอนที่ 1 โดยโครงงานนี้จะใช้โครงเหล็กที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ขนาด 6.5 หุน กว้างประมาณ 78 เซนติเมตร ยาวประมาณ 196 เซนติเมตร ในการทำฐานด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 โครงเหล็กที่ไม่ได้ใช้แล้ว

จากรูปที่ 4.2 แสดงผลการทำฐานด้านล่างในขั้นตอนที่ 2 คือการเชื่อมล้อที่สามารถหมุนได้อย่างอิสระทั้งสี่มุมของฐานด้านล่าง เพื่อให้โครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์สามารถเคลื่อนที่ได้

รูปที่ 4.2 เชื่อมล้อติดกับฐานด้านล่าง

จากรูปที่ 4.3 แสดงผลการทำฐานด้านล่างในขั้นตอนที่ 3 โดยด้านหน้าของฐานด้านล่างจะทำการเชื่อมเหล็กให้สูงจากฐานด้านล่างประมาณ 30 เซนติเมตรเพื่อไม่ให้แผ่นโซล่าเซลล์อยู่ติดกับฐานด้านล่างมากเกินไปจากนั้นก็เชื่อมเหล็กค้ำเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



รูปที่ 4.3 การต่อเหล็กด้านหน้าของฐานด้านล่าง

จากผลการทำฐานด้านล่างที่ได้ทำนั้น เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ เครื่องเชื่อมประสิทธิภาพไม่ค่อยดีเท่าไหร่ และทักษะการเชื่อมเหล็กยังมีน้อย ทำให้การเชื่อมนั้นทำได้ค่อนข้างลำบาก ข้อดี ฐานด้านล่างที่ได้ทำขึ้นนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้ และหมุนได้อย่างอิสระ มีความแข็งแรงคงทน ขนาดกำลังพอดีไม่ใหญ่เกินไป ข้อเสีย ขนาดของล้อมีขนาดค่อนข้างเล็ก เนื่องจากต้องการประหยัดงบประมาณในการทำ ถ้าใช้ล้อที่ใหญ่กว่านี้ก็จะต้องใช้งบประมาณในการทำเพิ่มขึ้น

4.1.1.2 ผลการทำฐานด้านบน

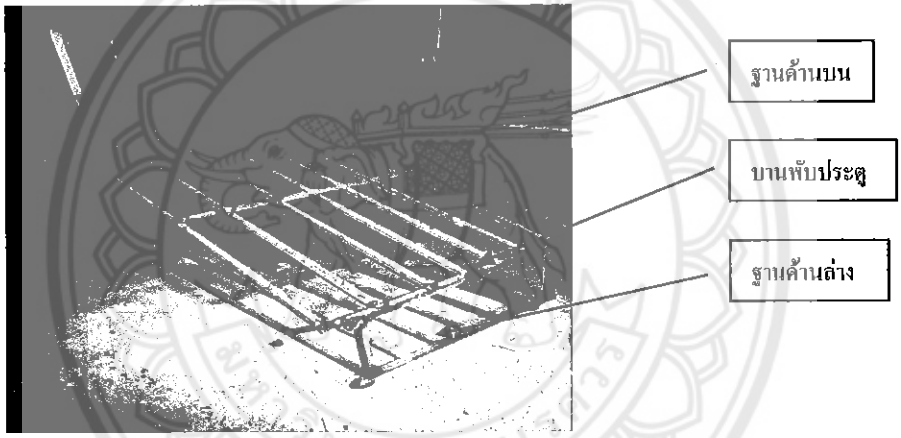
ในหัวข้อนี้จะแสดงผลการทำฐานด้านบน จาก หัวข้อ 3.3.1.2 ในบทที่ 3 เป็นการออกแบบฐานด้านบน ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 2 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการทำฐานด้านบน โดยจะใช้เหล็กขนาด 6.5 หุน ขนาดกว้างประมาณ 1 เมตร ยาว 2 เมตร ในการทำฐานด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ฐานด้านบนและฐานด้านล่าง

จากผลการทำฐานด้านบนที่ได้ทำนั้น เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ เครื่องเชื่อมประสิทธิภาพไม่ค่อยดีเท่าไหร่ และทักษะการเชื่อมเหล็กยังมีน้อย ทำให้การเชื่อมนั้นทำได้ค่อนข้างลำบาก ข้อดี ฐานด้านบนที่ได้ทำขึ้นนั้นขนาดที่พอดีกับแผ่นโซล่าเซลล์ คือกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร มีความแข็งแรงคงทน

4.1.1.3 ผลการเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน

ในหัวข้อนี้แสดงผลการเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน จากหัวข้อ 3.3.1.3 ของบทที่ 3 การเชื่อมฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ในส่วนนี้จะแสดงผลการการเชื่อมฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน โดยใช้บานพับประตูเป็นตัวเชื่อมระหว่างฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.5



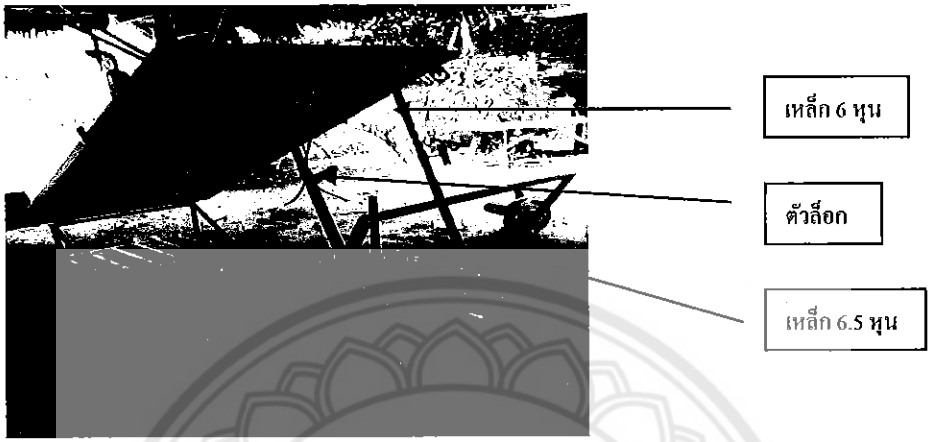
รูปที่ 4.5 การเชื่อมโครงฐานด้านล่างและฐานด้านบนเข้าด้วยกัน

จากผลการเชื่อมฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ เครื่องเชื่อมประสิทธิภาพไม่ค่อยดีเท่าไหร่ และทักษะการเชื่อมเหล็กยังมีน้อย ทำให้การเชื่อมนั้นทำได้ค่อนข้างลำบาก ข้อดี ฐานบนสามารถขยับขึ้นลงได้อย่างอิสระ มีความแข็งแรงคงทน

4.1.1.4 ผลการทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบน

ในหัวข้อนี้แสดงผลการทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบน จากหัวข้อ 3.3.1.4 ของบทที่ 3 การทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ที่สามารถปรับระดับได้ ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 6 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน โดยใช้เหล็กขนาด 6 หุน สอดเข้าไปในเหล็กกล่องขนาด 6.5 หุน เหล็กจะ

สามารถเลื่อนขึ้นเลื่อนลงได้ และทำตัวล็อกโดยใช้น๊อตตัวเมียและน๊อตตัวผู้ขนาด 2.5 หุน ทำเป็นที่หมุน ด้านหัวและด้านท้ายจะใส่น๊อตเข้าไปเพื่อให้เหล็กเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและเชื่อมติดกับฐานด้านล่างและฐานด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 4.6

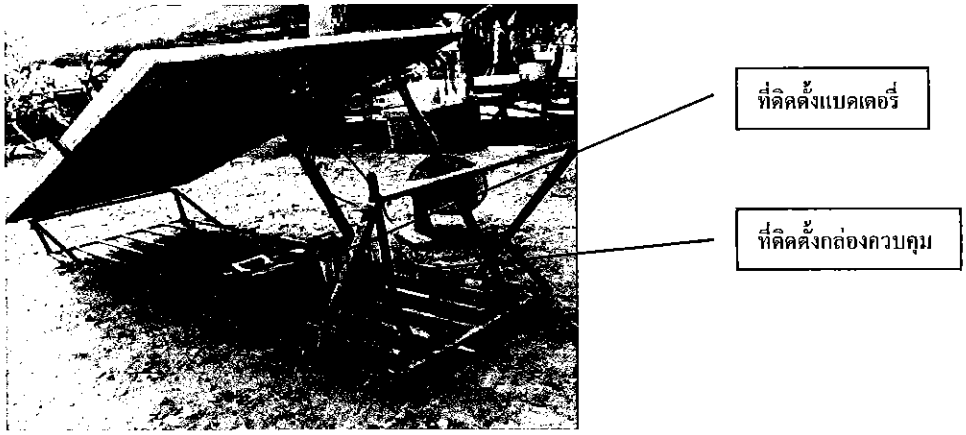


รูปที่ 4.6 การทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ที่สามารถปรับระดับได้

จากผลการทำที่ค้ำระหว่างฐานด้านล่างกับฐานด้านบนเข้าด้วยกัน ที่สามารถปรับระดับได้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ อุปสรรคในการทำงานคือ เครื่องเชื่อมประสิทธิภาพไม่ค่อยดีเท่าไหร่และทักษะการเชื่อมเหล็กยังมีน้อย ทำให้การเชื่อมนั้นทำได้ค่อนข้างลำบาก ข้อดี คือสามารถปรับระดับของฐานด้านบนได้อย่างง่ายดายว่าต้องการมุมกี่องศา และสามารถล็อกให้อยู่ในระดับนั้นโดยใช้ตัวล็อก ทำให้สะดวกในการทดสอบประสิทธิภาพที่มุมต่างๆ

4.1.1.5 ผลการทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม

ในหัวข้อนี้แสดงผลการทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม จากหัวข้อ 3.3.1.5 ของบทที่ 3 การทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุมตาม โดยจะทำที่ช่องใส่แบตเตอรี่และทำเสาเพื่อเอาไว้ติดกล่องควบคุม การทำช่องใส่แบตเตอรี่เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของแบตเตอรี่เวลารถเข็นเคลื่อนที่ จะใช้เหล็กขนาด 6 หุน เชื่อมติดกับฐานด้านล่าง ทำเป็นช่องเพื่อใส่แบตเตอรี่ได้พอดี และทำเสาขนาด 90 เซนติเมตรเพื่อเอาไว้ติดตั้งกล่องควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม

จากผลการทำที่ติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนที่ติดตั้งกล่องควบคุม เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ อุปสรรคในการทำงานคือ เครื่องเชื่อมประสิทธิภาพไม่ค่อยดีเท่าไหร่ และทักษะการเชื่อมเหล็กยังมีน้อย ทำให้การเชื่อมนั้นทำได้ค่อนข้างลำบาก ข้อดี ที่ติดตั้งแบตเตอรี่ สามารถใส่แบตเตอรี่ได้พอดี เวลารถเคลื่อนที่ แบตเตอรี่จะไม่เคลื่อนที่ เสาในการติดตั้งกล่องควบคุมนั้น มีความยาวที่เหมะสม ไม่ต่ำเกินไป

4.1.2 ผลการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์

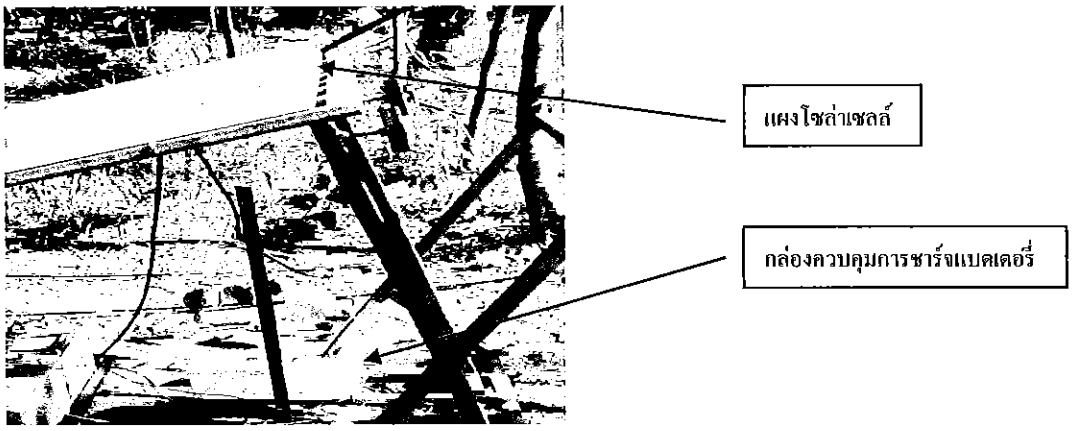
ผลการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ จะมีอยู่ 3 ส่วนคือ ผลการต่อระบบจ่ายไฟ ผลการต่อระบบควบคุม ผลการต่อโหลด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.1 ผลการต่อระบบจ่ายไฟ

ผลการต่อระบบจ่ายไฟจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ผลการต่อวงจรจากแผงโซล่าเซลล์เข้ากล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ และผลการต่อวงจรของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด

4.1.2.1.1 ผลการต่อวงจรจากแผงโซล่าเซลล์เข้ากล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

ในหัวข้อนี้แสดงผลการต่อวงจรจากแผงโซล่าเซลล์เข้ากล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ จากหัวข้อ 3.3.2.1.1 ของบทที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์จ่ายเข้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการต่อวงจรจากแผงโซล่าเซลล์เข้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ โดยจะตัดจุ๊ปที่ติดมากับแผงโซล่าเซลล์ออกและใช้การบัดกรีสายแทน เพราะการใช้จุ๊ปจะมีปัญหาเรื่องของการอาร์คได้ จากนั้นก็พันสายไฟที่บัดกรีกันด้วยเทปพันสายไฟและเทปพันละลาย จะต่อวงจรจากแผงโซล่าเซลล์ขนานกับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ดังแสดงในรูปที่ 4.8

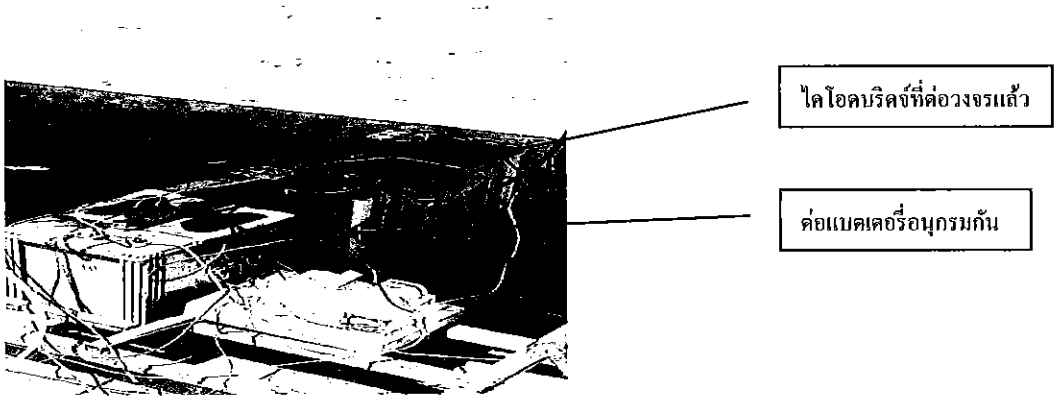


รูปที่ 4.8 การต่อวงจรไฟฟ้าจากแผงเข้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

จากผลการต่อวงจรจากแผงโซล่าเซลล์เข้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่นวล เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ การบัดกรีสายไฟเข้าด้วยกันค่อนข้างจะบัดกรียาก ข้อดี คือ สายไฟที่ต่อกันโดยการบัดกรีแล้วพันด้วยเทปพันละลายและเทปพันสายไฟจะมีความแข็งแรงคงทน

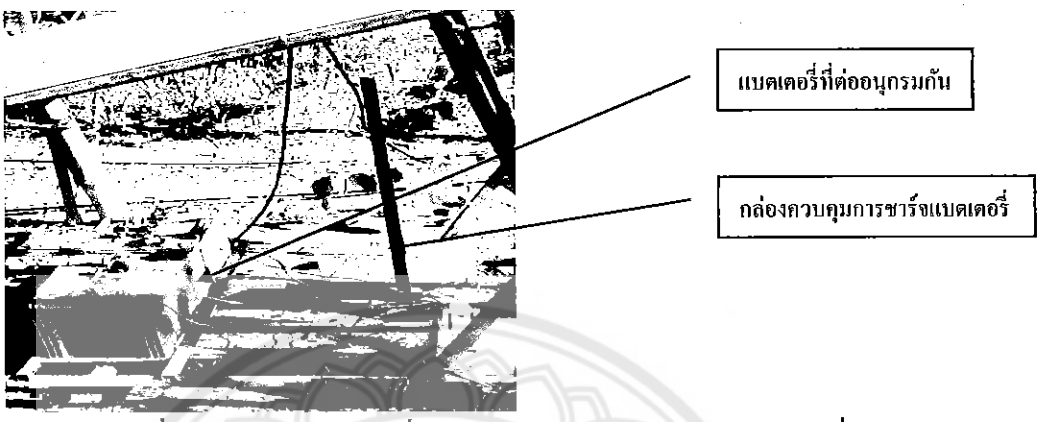
4.1.2.1.2 ผลการต่อวงจรของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด

ในหัวข้อนี้แสดงผลการต่อวงจรของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด จากหัวข้อ 3.3.2.1.2 ของบทที่ 3 ส่วนของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการต่อวงจรของแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด ในขั้นตอนที่ 2 โดยตอนแรกจะต่ออนุกรมแบตเตอรี่ 2 ลูกเข้าด้วยกันก่อน และทำการต่อไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้ว ต่อขนานกับแบตเตอรี่แต่ละลูก ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การต่ออนุกรมแบตเตอรี่

ในส่วนนี้จะแสดงผลการดำเนินงานในขั้นตอนที่ 3 โดยการต่อแบตเตอรี่ที่อนุกรมกันแล้วขนานเข้ากับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ โดยใช้การบัดกรีสายไฟเข้าด้วยกันจากนั้นพันด้วยเทปพันละลาย และเทปพันสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การต่อแบตเตอรี่เข้ากับกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

จากผลการต่อวงจรจากแบตเตอรี่จ่ายให้โหลด เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ การบัดกรีสายไฟเข้าด้วยกันค่อนข้างจะบัดกรียาก ข้อดี คือ การต่อวงจรโดยการบัดกรีสายไฟเข้าด้วยกัน แล้วพันด้วยเทปพันละลายและเทปพันสายไฟ สายไฟจะมีความแข็งแรงคงทน

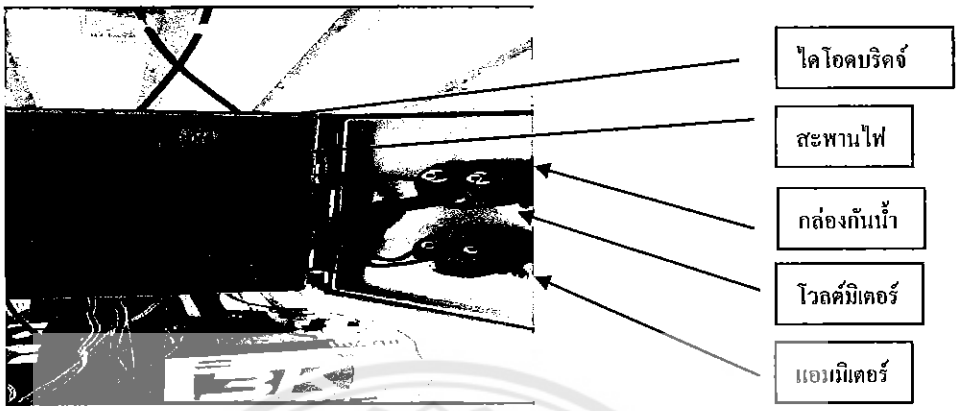
4.1.2.2 ผลการต่อระบบควบคุม

ผลการต่อระบบควบคุม จะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ผลการทำกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล ผลการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.2.1 ผลการทำกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล

ในหัวข้อนี้แสดงผลการทำกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล จากหัวข้อ 3.3.2.2.1 ของบทที่ 3 กล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล ซึ่งมีขั้นตอนการทำ 6 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการทำกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล โดยจะใช้กล่องกันน้ำ ซึ่งด้านในจะมีไดโอดบริดจ์เป็นตัวกันกระแสย้อนกลับจากแบตเตอรี่ไปยังแผ่นโซล่าเซลล์ มีสะพานไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า ที่ด้านหน้ากล่องมีโวลต์มิเตอร์ ทำหน้าที่วัดแรงดันไฟฟ้า และแอมมิเตอร์ ทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าอยู่ภายในกล่อง การต่อวงจรไฟฟ้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวลนั้น จะต่อไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วที่ขั้วบวกก่อนเข้าสู่สะพานไฟ ต่อต่อโวลต์มิเตอร์ขนานกับสะพานไฟที่ขาออกและต่อแอมมิเตอร์อนุกรมที่ขั้วบวก

ของสะพานไฟที่ขาออก ทำสายไฟให้เป็นเกลียวเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของสายไฟเวลาปิดเปิดกล่องควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 4.11

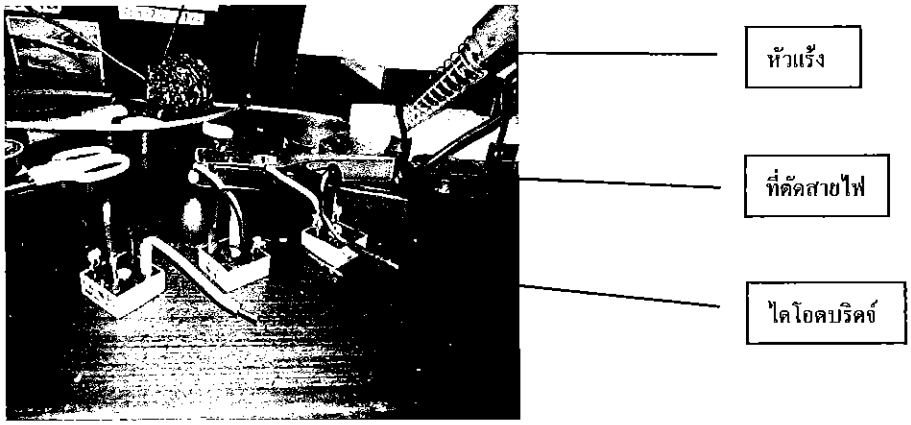


รูปที่ 4.11 การต่อวงจรไฟฟ้าของกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล

จากผลการทำกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แบบแมนนวล เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ การเจาะกล่องกันน้ำเพื่อใส่โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ค่อนข้างเจาะยาก ข้อดี คือกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่สามารถกันน้ำได้ มีโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์เพื่อคอยดูระดับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

4.1.2.2.2 ผลการต่อวงจรไดโอดบริดจ์

ในหัวข้อนี้แสดงผลการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ จากหัวข้อ 3.3.2.2.2 ของบทที่ 3 การต่อวงจรไดโอดบริดจ์ มีขั้นตอนการทำ 5 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ โดยไดโอดบริดจ์ที่ต่อวงจรแล้วจะนำไปใช้ในกล่องควบคุมการชาร์ตแบตเตอรี่ โดยทำหน้ากันกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลย้อนกลับไปที่แผ่นโซล่าเซลล์ในเวลากลางคืน และนำไปใช้ในการต่อขนานกับแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดีขึ้น การต่อวงจรจะใช้วิธีการบัดกรี จะได้วงจรสมมูลที่มีไดโอด 2 ตัว ต่อขนานกัน จะมีขั้วบวกและขั้วลบนำไปใช้ต่ออนุกรมกับสายบวกของแผ่นโซล่าเซลล์และต่อขนานกับแบตเตอรี่ทั้งสองลูก เมื่อต่อวงจรเสร็จแล้วจะได้ตามดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การต่อวงจรไดโอดบริดจ์

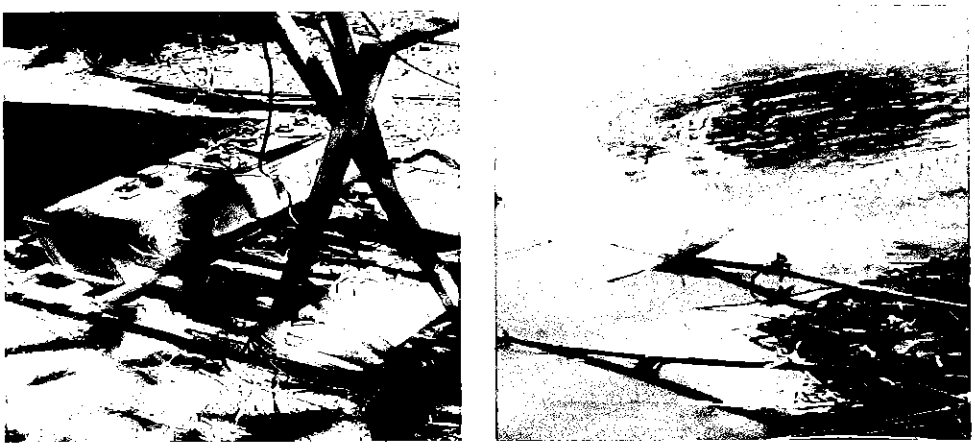
จากผลการต่อวงจรไดโอดบริดจ์ เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ การบัดกรีสายไฟเข้ากับขั้วของไดโอดซึ่งค่อนข้างจะทำยาก ข้อดี การบัดกรีที่ขั้วจะทำให้สายไฟที่ต่อกับขั้วโดยวิธีบัดกรีนั้นอยู่ได้นาน

4.1.2.3 ผลการต่อ โหลด

ผลการต่อโหลดในระบบโซล่าเซลล์นี้จะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ผลการติดตั้งปั๊มน้ำไดโว่ 12 โวลต์ และผลการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.3.1 ผลการติดตั้งปั๊มไดโว่ 12 โวลต์

ในหัวข้อนี้แสดงผลการติดตั้งปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ จากหัวข้อ 3.3.2.3.1 ของบทที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าของปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ มีขั้นตอนการทำ 2 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการต่อวงจรไฟฟ้าของปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ โดยภาพด้านซ้ายจะแสดงภาพการต่อวงจรจากแบตเตอรี่ลูกหนึ่งเข้าสะพานไฟโดยการต่อขนานกัน ภาพด้านขวาจะแสดงภาพการเปิดวงจรปั๊มน้ำ จะเห็นว่าปั๊มน้ำสามารถทำงานได้ สายไฟจากสะพานไฟไปปั๊มน้ำยาว 15 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.13

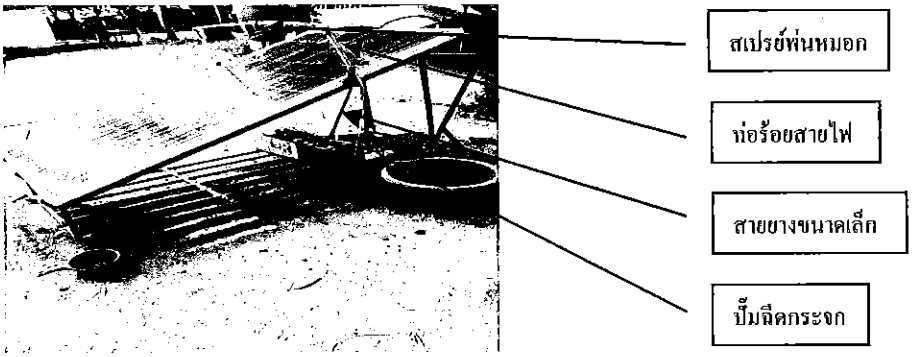


รูปที่ 4.13 การต่อวงจรไฟฟ้าของปั๊มน้ำ

จากผลการการติดตั้งปั๊มไดโว่ 12 โวลต์ เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ เนื่องจากปั๊มน้ำไดโว่ มีสายไฟที่สั้นจะต้องทำการต่อสายไฟ โดยใช้วิธีการบัดกรีสายไฟ แล้วพันด้วยเทปพันละลายและเทปพันสายไฟ ซึ่งการบัดกรีสายไฟทำได้ค่อนข้างยาก ข้อดีการบัดกรีสายไฟและพันด้วยเทปพันละลายและเทปพันสายไฟจะมีความแข็งแรงคงทน

4.1.2.3.2 ผลการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

ในหัวข้อนี้แสดงผลการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ จากหัวข้อ 3.3.2.3.2 ของบทที่ 3 การติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์เพื่อลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์ มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอน ในส่วนนี้จะแสดงผลการดำเนินงาน การติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก โดยจะต่อวงจรจากแบตเตอรี่ลูกที่เหลือ ต่อเข้ากับสวิทซ์เพื่อเป็นตัวเปิดปิดสเปรย์พ่นหมอกและปั๊มฉีดกระจก ต่อสายยางขนาดเล็กจากปั๊มฉีดกระจกเข้ากับสเปรย์พ่นหมอก และใช้ท่อร้อยสายเป็นที่ห้อยสเปรย์พ่นหมอกให้อยู่บริเวณกลางแผ่น ดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 การติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

ผลการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์เพื่อลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์ เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 อุปสรรคในการทำงานคือ การบัดกรีสายไฟต่อกับขั้วของปั๊มฉีดกระจก เนื่องจากปั๊มฉีดกระจกค่อนข้างเล็กทำให้การบัดกรีทำได้ค่อนข้างยาก ข้อดี คือสเปรย์พ่นหมอกสามารถพ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ได้ ข้อเสีย คือไม่ควรเปิดปั๊มฉีดกระจกนานติดต่อกันหลายชั่วโมงเพราะอาจจะทำให้ปั๊มทำงานหนักและเกิดความเสียหายได้

4.2 ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของระบบ

ผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของระบบ คือ การตรวจสอบว่าระบบที่ได้ติดตั้งนั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่ เริ่มจากผลการทดสอบระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้ง ผลการทดสอบปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้ง

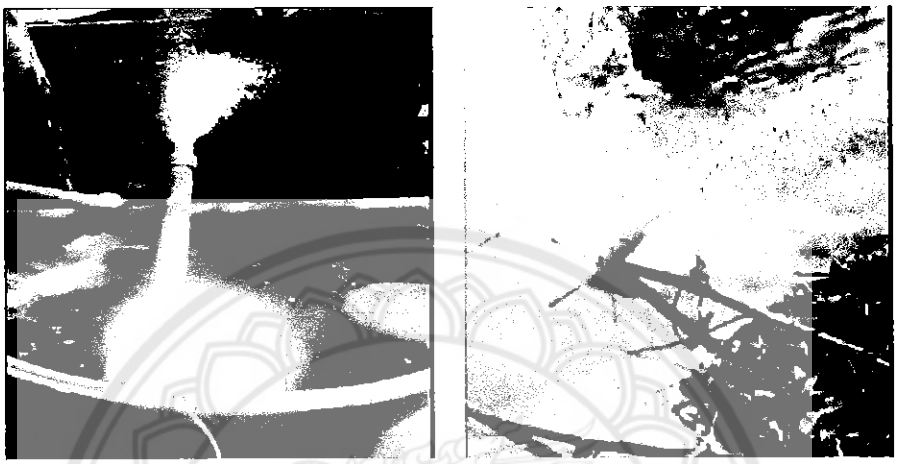
ระบบโซล่าเซลล์จะใช้งานได้หรือไม่ต้องดูว่ามีแรงดันไฟฟ้าเข้าหรือไม่มีกระแสไฟฟ้าหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าระบบนั้นสามารถใช้งานได้ โดยกล่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่จะมีโวลต์มิเตอร์คอยวัดแรงดันไฟฟ้า และโวลต์มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า จากรูปแสดงให้เห็นว่ามีแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 25 โวลต์และมีกระแสไฟฟ้าอยู่ประมาณ 5 แอมแปร์ แสดงว่าระบบนี้สามารถใช้งานได้เนื่องจากมีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าอยู่ในระบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 ระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้ง

ผลการทดสอบระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้ง ระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้งมีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าอยู่ในระบบโดยดูจากโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ ระบบรับไฟจากโซล่าเซลล์เพื่อมาเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ 2 ลูกที่ต่ออนุกรมกัน เมื่อแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าได้ แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลจากแผ่นโซล่าเซลล์เข้าสู่แบตเตอรี่

4.2.2 ผลการทดสอบปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้ง

การทดสอบปั๊มน้ำ เป็นการทดสอบว่าปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้งนั้นสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ จากภาพ แสดงให้เห็นตอนที่เปิดวงจรของปั๊มน้ำ จะเห็นว่าปั๊มน้ำสามารถสูบน้ำได้จริง แสดงว่าปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้งนั้นสามารถใช้งานได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้ง

ผลการทดสอบปั๊มติดตั้ง ปั๊มน้ำที่ได้ติดตั้ง สามารถสูบน้ำได้ ปั๊มน้ำจะใช้ไฟจากแบตเตอรี่ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง ซึ่งปั๊มนี้จะใช้กระแสไฟฟ้า 12 แอมแปร์ ถ้าตามทฤษฎีแล้วปั๊มนี้สามารถสูบน้ำได้นานถึง 10 ชั่วโมง

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ได้ติดตั้ง เริ่มจากผลการหามุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ผลการวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ ผลของอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ในช่วงเวลาต่าง ผลของอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์เมื่อใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิ ผลการการหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

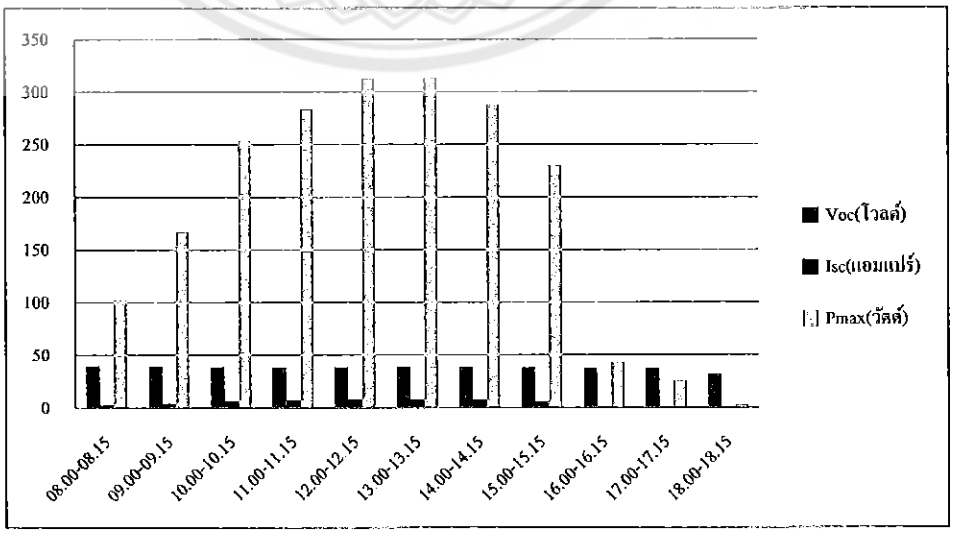
4.3.1 ผลการหามุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

ผลการหามุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด เริ่มจากวัดทำการวัด Voc และ Isc เพื่อหากำลังไฟฟ้าออกมา ที่ช่วงเวลา 08.00-18.00 น. โดยที่มุมเอียงต่างๆในทิศการวางแผ่นเหนือ-ใต้ คือ 15-20 องศา 25 องศา และ 30 องศา และทำการเปรียบเทียบในแต่ละมุมว่ามุมไหนได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 15 องศา วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.2	2.55	102.510
09.00-09.15	39.9	4.19	167.181
10.00-10.15	39.0	6.51	253.890
11.00-11.15	38.3	7.40	283.420
12.00-12.15	38.5	8.12	312.620
13.00-13.15	38.8	8.06	312.728
14.00-14.15	38.8	7.42	287.896
15.00-15.15	38.5	5.98	230.230
16.00-16.15	37.8	1.13	42.714
17.00-17.15	37.5	0.69	25.875
18.00-18.15	31.9	0.07	2.233

จากตารางที่ 4.1 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 8.12 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.07 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 312.728 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 2.233 วัตต์



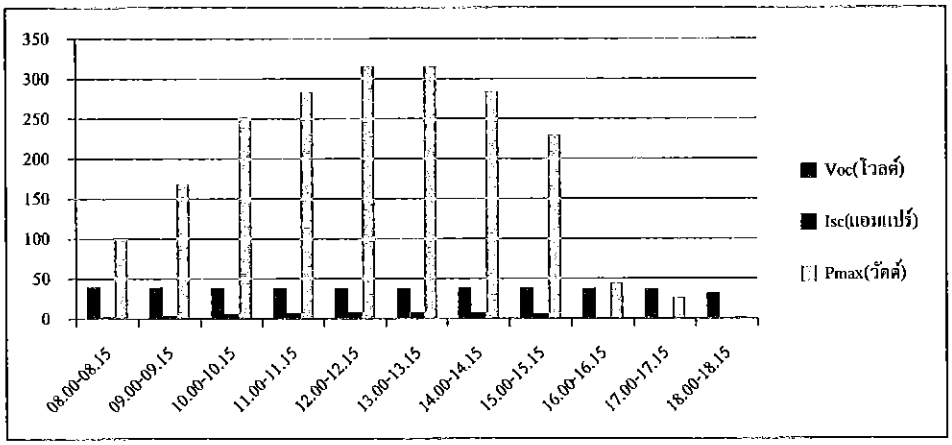
รูปที่ 4.17 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 15 องศา

จากรูปที่ 4.17 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.2 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 16 องศา วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.2	2.49	100.098
09.00-09.15	39.8	4.25	169.150
10.00-10.15	39.1	6.45	252.195
11.00-11.15	38.3	7.41	283.803
12.00-12.15	38.6	8.17	315.362
13.00-13.15	38.6	8.16	314.976
14.00-14.15	38.7	7.34	284.058
15.00-15.15	38.5	5.97	229.845
16.00-16.15	37.9	1.19	45.101
17.00-17.15	37.5	0.69	25.875
18.00-18.15	31.9	0.07	2.233

จากตารางที่ 4.2 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 8.17 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.07 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 315.362 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 2.233 วัตต์



รูปที่ 4.18 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 16 องศา

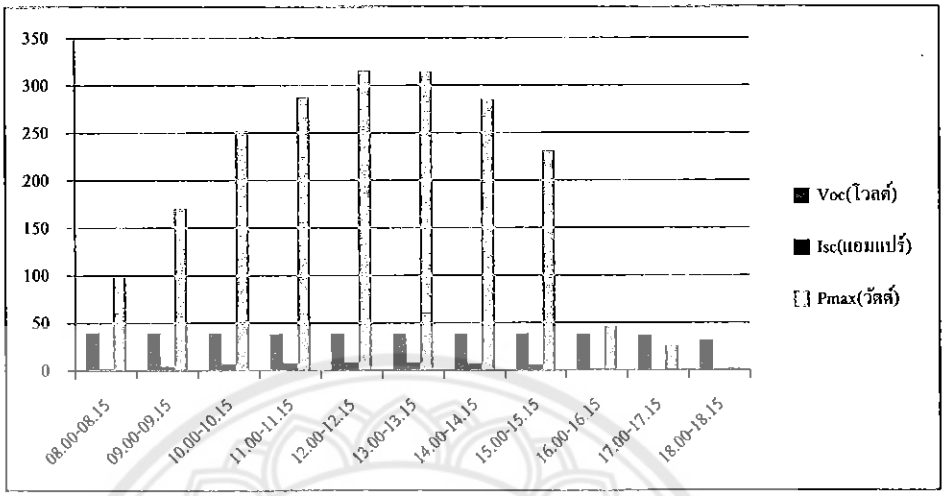
จากรูปที่ 4.18 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.3 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 17 องศา วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.2	2.43	97.686
09.00-09.15	39.8	4.28	170.344
10.00-10.15	39.2	6.43	252.056
11.00-11.15	38.5	7.47	287.595
12.00-12.15	38.7	8.15	315.405
13.00-13.15	38.6	8.16	314.976
14.00-14.15	38.7	7.38	285.606
15.00-15.15	38.6	6.00	231.600
16.00-16.15	38.0	1.21	45.980
17.00-17.15	37.4	0.69	25.086
18.00-18.15	31.9	0.07	2.233

จากตารางที่ 4.3 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น.

คือ 8.16 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.07 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 315.405 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 2.233 วัตต์



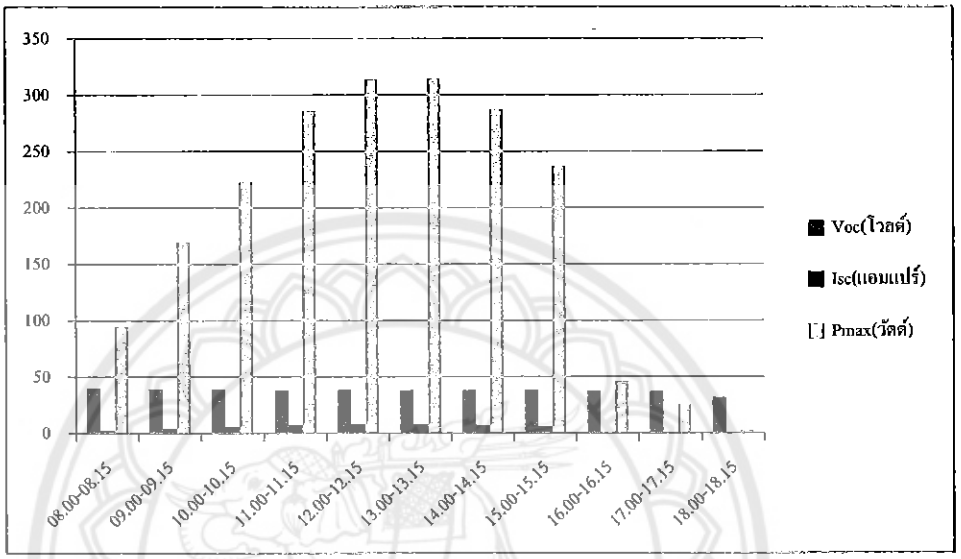
รูปที่ 4.19 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 17 องศา

จากรูปที่ 4.19 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.4 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 18 องศา วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.2	2.36	94.872
09.00-09.15	39.7	4.27	169.519
10.00-10.15	39.2	5.83	222.706
11.00-11.15	38.4	7.44	285.696
12.00-12.15	38.8	8.08	313.504
13.00-13.15	38.6	8.15	314.590
14.00-14.15	38.6	7.44	287.184
15.00-15.15	38.8	6.10	236.680
16.00-16.15	37.6	1.22	45.872
17.00-17.15	37.4	0.67	25.058
18.00-18.15	31.9	0.07	2.233

จากตารางที่ 4.4 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 8.15 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.07 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 314.590 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 2.233 วัตต์



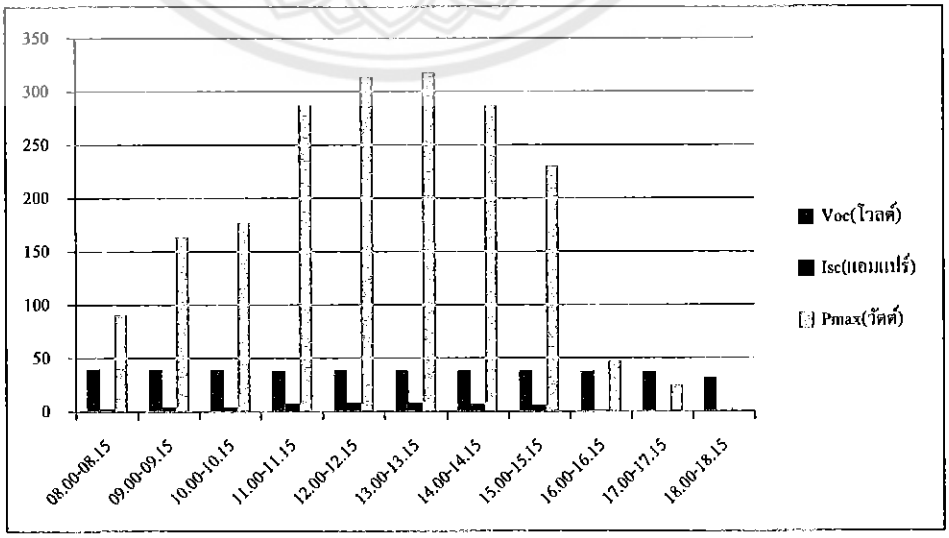
รูปที่ 4.20 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 18 องศา

จากรูปที่ 4.20 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง จะเห็นว่าในช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีแดดร้อนมาก มีผลทำให้อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้แรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลง และหลังจากที่ผ่านช่วงเวลาที่มีแดดร้อนไปแล้ว คือช่วงเวลา 14.00-15.00 น จะพบว่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่แผ่นโซล่าเซลล์ที่ค่าลดลง แสดงว่าเมื่อเราลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ ส่วนกระแสไฟฟ้าอุณหภูมิไม่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า ความเข้มแสงที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า จะเห็นว่าช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งมีความเข้มแสงสูงสุด แสดงว่าถ้าความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มากตามไปด้วย ส่วนกำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.5 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 19 องศา วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.2	2.26	90.852
09.00-09.15	39.7	4.12	163.564
10.00-10.15	39.3	4.51	177.243
11.00-11.15	38.6	7.44	287.184
12.00-12.15	39.1	8.03	313.973
13.00-13.15	38.8	8.19	317.772
14.00-14.15	38.6	7.43	286.798
15.00-15.15	38.7	5.95	230.265
16.00-16.15	38.1	1.24	47.244
17.00-17.15	37.4	0.66	24.684
18.00-18.15	31.9	0.07	2.233

จากตารางที่ 4.5 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 8.19 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.07 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 317.772 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 2.233 วัตต์



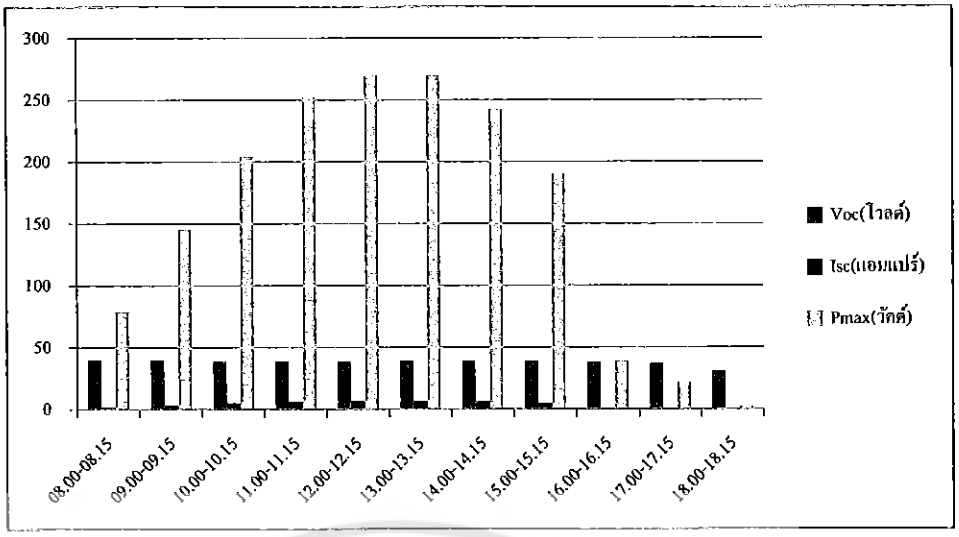
รูปที่ 4.21 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 19 องศา

จากรูปที่ 4.21 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.6 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 20 องศา วันอังคารที่ 10 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.4	1.96	79.184
09.00-09.15	39.9	3.65	145.635
10.00-10.15	39.4	5.18	204.092
11.00-11.15	38.8	6.50	252.200
12.00-12.15	38.4	7.02	269.568
13.00-13.15	39.4	6.85	269.890
14.00-14.15	39.0	6.22	242.580
15.00-15.15	38.9	4.90	190.610
16.00-16.15	37.9	1.02	38.658
17.00-17.15	37.3	0.59	22.007
18.00-18.15	30.7	0.07	2.149

จากตารางที่ 4.6 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.4 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 30.7 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 6.85 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.07 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 269.890 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 2.149 วัตต์



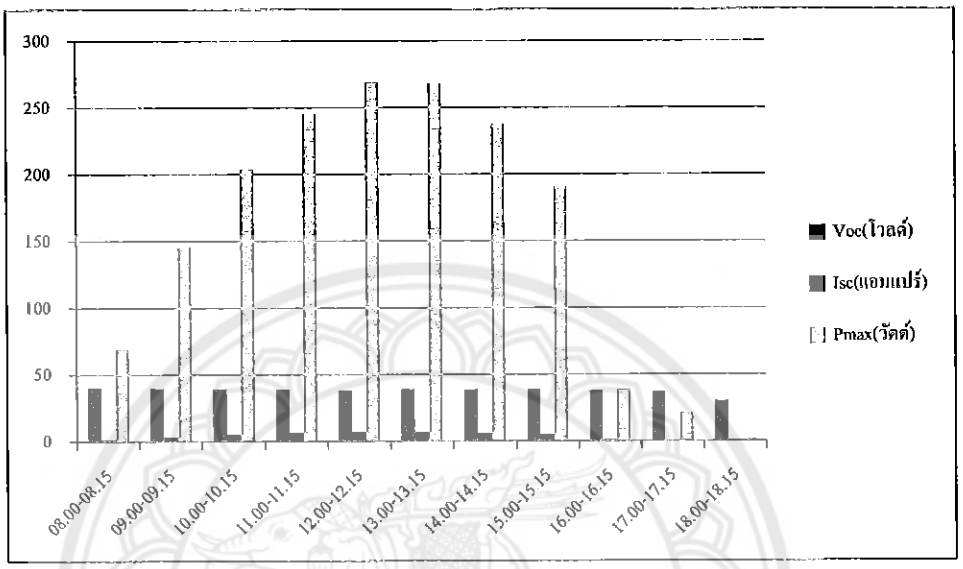
รูปที่ 4.22 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 20 องศา

จากรูปที่ 4.22 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.7 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 25 องศา วันอังคารที่ 10 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.3	1.71	68.913
09.00-09.15	39.9	3.65	145.635
10.00-10.15	39.4	5.18	204.092
11.00-11.15	38.8	6.33	245.604
12.00-12.15	38.5	6.98	268.730
13.00-13.15	39.2	6.85	268.520
14.00-14.15	38.9	6.12	238.068
15.00-15.15	38.8	4.91	190.508
16.00-16.15	37.9	1.01	38.279
17.00-17.15	37.1	0.57	21.147
18.00-18.15	30.3	0.05	1.515

จากตารางที่ 4.7 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.3 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 30.3 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 6.98 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.05 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 268.730 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 1.515 วัตต์



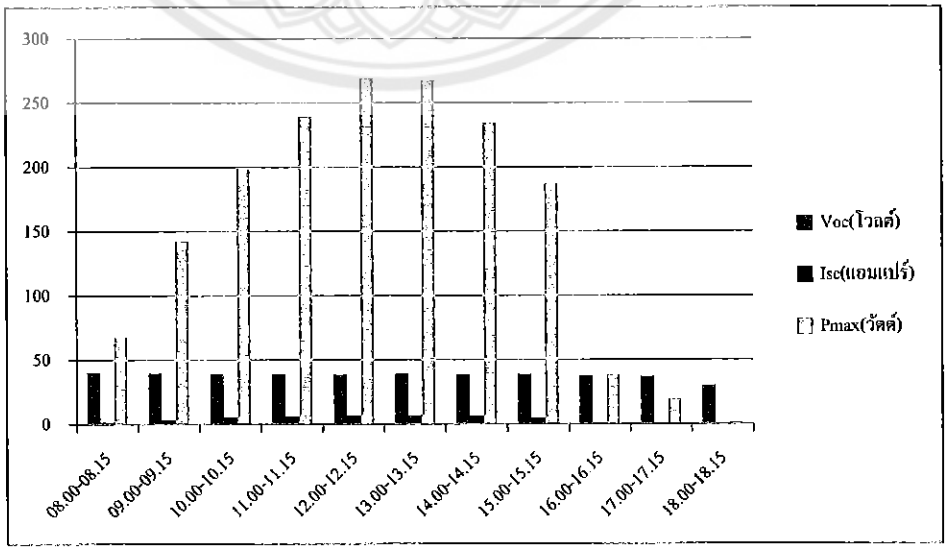
รูปที่ 4.23 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 25 องศา

จากรูปที่ 4.23 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง จะเห็นว่าในช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีแดดร้อนมาก มีผลทำให้อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้แรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลง และหลังจากที่ผ่านช่วงเวลาที่มีแดดร้อนไปแล้ว คือช่วงเวลา 14.00-15.00 น จะพบว่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่แผ่นโซล่าเซลล์ที่ค่าลดลง แสดงว่าเมื่อเราลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ ส่วนกระแสไฟฟ้าอุณหภูมิไม่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า ความเข้มแสงที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า จะเห็นว่าช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งมีความเข้มแสงสูงสุด แสดงว่าถ้าความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มากตามไปด้วย ส่วนกำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.8 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 30 องศา วันอังคารที่ 10 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.2	1.69	67.938
09.00-09.15	39.8	3.58	142.484
10.00-10.15	39.3	5.08	199.644
11.00-11.15	38.8	6.17	239.396
12.00-12.15	38.5	6.99	269.115
13.00-13.15	39.2	6.82	267.344
14.00-14.15	38.9	6.03	234.567
15.00-15.15	38.8	4.83	187.404
16.00-16.15	37.9	1.01	38.279
17.00-17.15	37.0	0.53	19.61
18.00-18.15	30.0	0.04	1.200

จากตารางที่ 4.8 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 30.0 กระแสไฟฟ้าจะสูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 6.99 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.04 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 269.115 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 1.200 วัตต์



รูปที่ 4.24 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 30 องศา

จากรูปที่ 4.24 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าจะมากอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

จากตารางที่ 4.1-4.8 ผลการทดลองการวัด Isc และ Voc พบว่า แรงดันไฟฟ้าในช่วงเวลา 08.00-09.00 น จะสูงที่สุดและจะลดลงในช่วงเวลา 11.00-12.00 น เนื่องจากผลของอุณเหภูมิที่สูงขึ้นทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง และจะต่ำสุดในช่วง 18.00 น กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น จะสูงที่สุดในช่วงเวลา 12.00-13.00 น และจะลดต่ำลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 16.00 น ก็จะไม่มีกระแสไฟฟ้าแล้ว กำลังไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงช่วงเวลา 12.00-13.00 น จะมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดและจะลดลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 16.00 ก็จะไม่ค่อยมีกำลังไฟฟ้า จากการเปรียบเทียบมุมการวางแผ่นที่มุม 15-20,25 และ 30 องศา มุมที่ทำให้ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์สูงที่สุดคือ มุม 17 องศา

การจดบันทึกค่า Voc กับ Isc โดยใช้มัลติเตอร์สองอันในการวัด อันหนึ่งคอยวัดแรงดันไฟฟ้า ส่วนอีกอันหนึ่งคอยวัดกระแสไฟฟ้าจะบันทึกค่า Voc กับ Isc ที่เวลา 08.00-18.00 ที่มุมตั้งแต่ 15-20,25 และ 30 องศาและหาค่ากำลังไฟฟ้าออกมาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละมุม ดังแสดงในรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.25 การวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์

การวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ อุปสรรคในการทำงานคือ การวัด Isc แต่ละครั้งจะมีการอาร์คที่หัววัดของมัลติมิเตอร์ และการวัดแต่ละครั้งจะต้องวัดทุกๆชั่วโมง วัดทุกมุมเพื่อเป็นการประหยัดเวลา ทำให้ค่อนข้างยุ่งยาก หลังจากวัดเสร็จแล้วคาดการณ์ได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของแผ่นเพิ่มขึ้นทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง

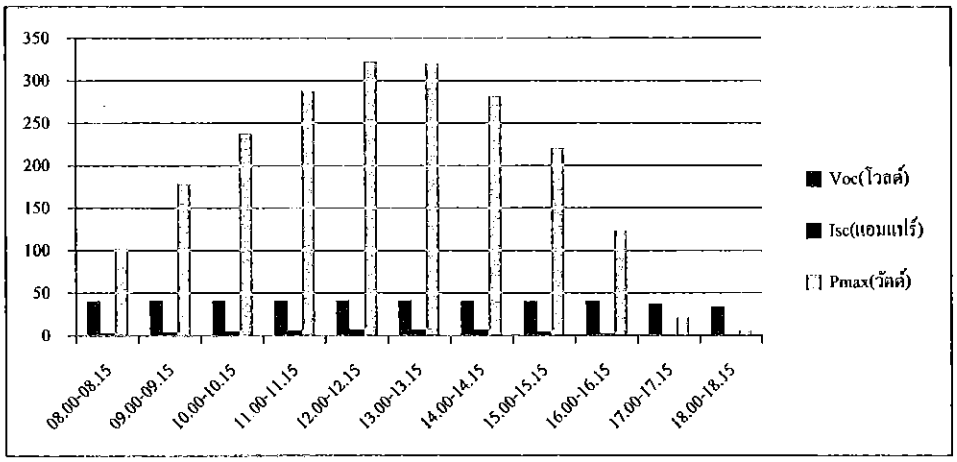
4.3.2 ผลการวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

ผลการวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ เริ่มจากวัดทำการวัด Voc และ Isc เพื่อหากำลังไฟฟ้าออกมาในขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก เพื่อลดอุณหภูมิ ที่ช่วงเวลา 08.00-18.00 น. โดยที่มุมเอียงต่างๆในทิศการวางแผ่นเหนือ-ใต้ คือ 15-20 องศา 25 องศา และ 30 องศา และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ระหว่างการติดตั้งสเปรย์พ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิกับไม่ได้ติด ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.9 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 15 องศา โดยใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	41.2	2.49	102.588
09.00-09.15	41.6	4.30	178.880
10.00-10.15	41.7	5.70	237.690
11.00-11.15	41.9	6.88	288.272
12.00-12.15	41.9	7.70	322.630
13.00-13.15	41.7	7.69	320.673
14.00-14.15	41.2	6.83	281.396
15.00-15.15	40.9	5.39	220.451
16.00-16.15	40.7	3.04	123.728
17.00-17.15	37.4	0.56	20.944
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.9 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 11.00-12.00 น. คือ 41.9 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 7.70 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 322.630 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



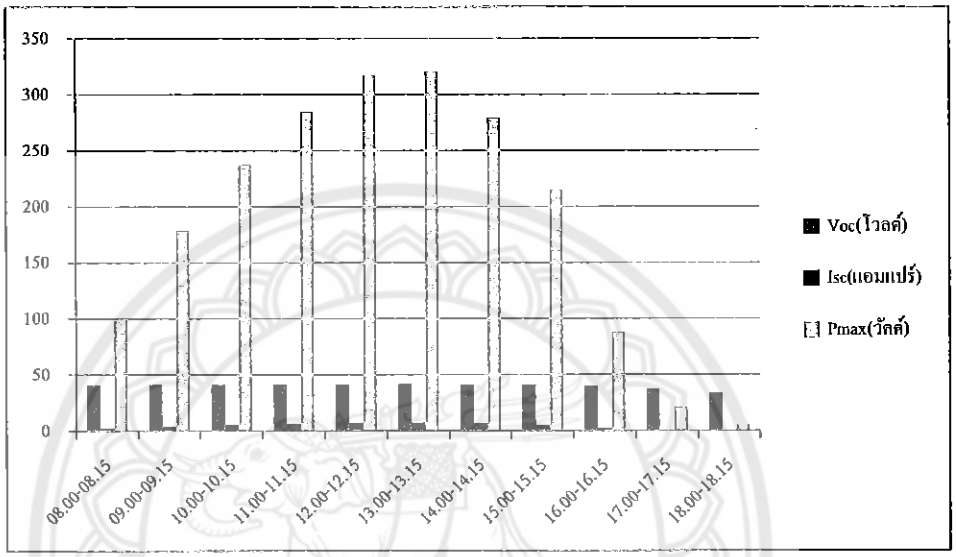
รูปที่ 4.26 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 15 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.26 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.10 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 16 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.9	2.41	98.569
09.00-09.15	41.6	4.30	178.880
10.00-10.15	41.6	5.71	237.536
11.00-11.15	41.9	6.79	284.501
12.00-12.15	41.7	7.61	317.337
13.00-13.15	42.0	7.63	320.460
14.00-14.15	41.4	6.74	279.036
15.00-15.15	40.9	5.25	214.725
16.00-16.15	40.2	2.19	88.038
17.00-17.15	37.6	0.56	21.056
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.10 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 13.00 น. คือ 42.0 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆ สูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 7.63 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 320.460 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



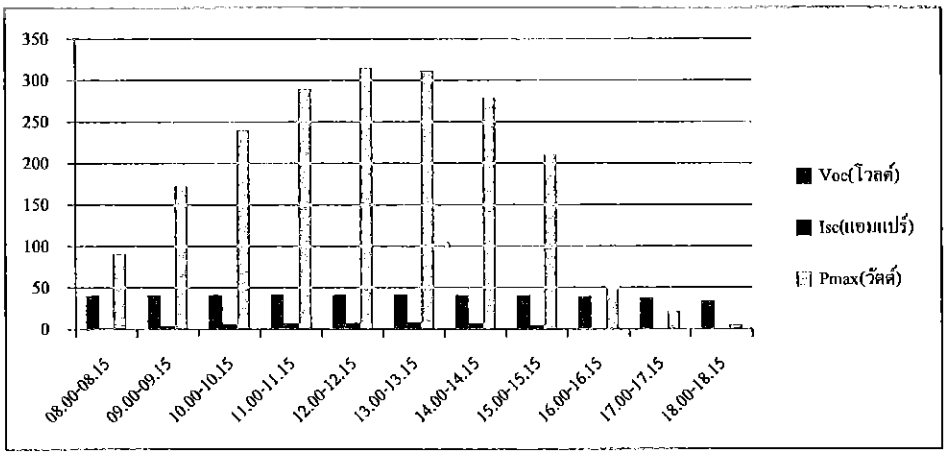
รูปที่ 4.27 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 16 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.27 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง จะเห็นว่าในช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีแดดร้อนมาก มีผลทำให้อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้แรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลง และหลังจากที่ผ่านช่วงเวลาที่มีแดดร้อนไปแล้ว คือช่วงเวลา 14.00-15.00 น จะพบว่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่แผ่นโซล่าเซลล์ที่ค่าลดลง แสดงว่าเมื่อเราลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ ส่วนกระแสไฟฟ้าอุณหภูมิไม่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า ความเข้มแสงที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า จะเห็นว่าช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งมีความเข้มแสงสูงสุด แสดงว่าถ้าความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มากตามไปด้วย ส่วนกำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.11 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 17 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.9	2.23	91.207
09.00-09.15	41.6	4.15	172.640
10.00-10.15	41.7	5.75	239.775
11.00-11.15	41.9	6.92	289.948
12.00-12.15	41.8	7.53	314.754
13.00-13.15	41.5	7.51	311.665
14.00-14.15	41.4	6.73	278.622
15.00-15.15	41.1	5.11	210.021
16.00-16.15	39.7	1.31	52.007
17.00-17.15	37.8	0.56	21.168
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.11 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 11.00 น. คือ 41.9 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 7.53 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 314.754 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



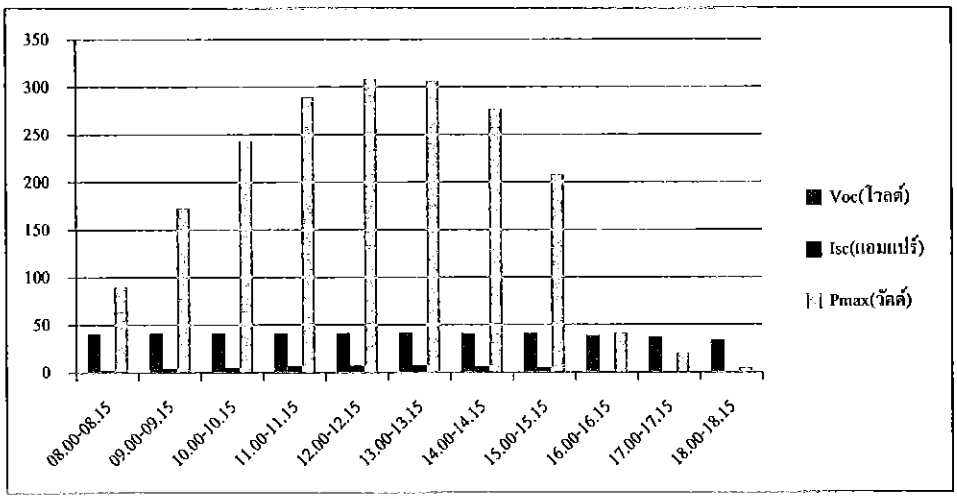
รูปที่ 4.28 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 17 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.28 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.12 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 18 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.9	2.20	89.98
09.00-09.15	41.7	4.15	173.055
10.00-10.15	41.6	5.84	242.944
11.00-11.15	41.8	6.92	289.256
12.00-12.15	41.8	7.37	308.066
13.00-13.15	41.6	7.36	306.176
14.00-14.15	41.3	6.71	277.123
15.00-15.15	41.3	5.03	207.739
16.00-16.15	38.9	1.07	41.623
17.00-17.15	37.8	0.54	20.412
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.12 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 11.00-12.00 น. คือ 41.8 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 7.37 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 308.066 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



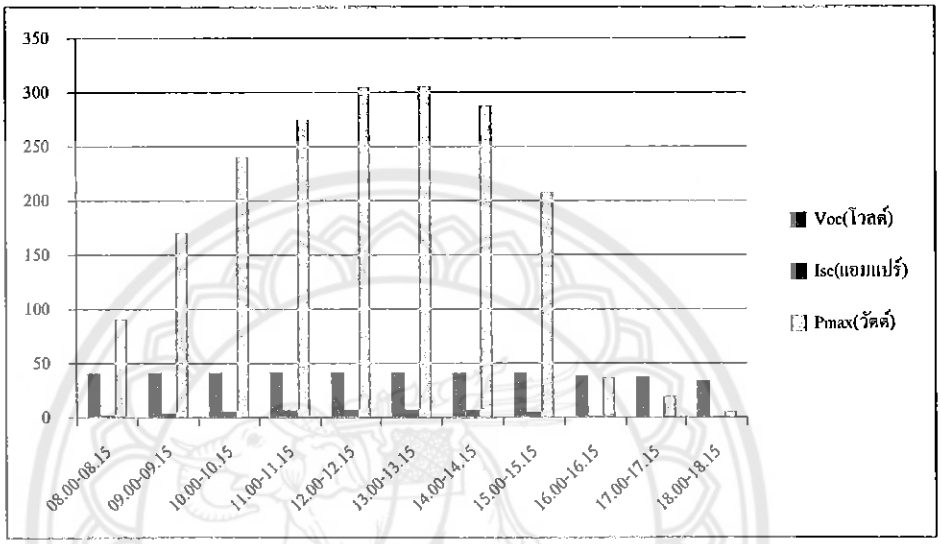
รูปที่ 4.29 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 18 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.29 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.13 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 19 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.9	2.21	90.389
09.00-09.15	41.7	4.09	170.553
10.00-10.15	41.6	5.78	240.448
11.00-11.15	41.8	6.58	275.044
12.00-12.15	41.8	7.29	304.722
13.00-13.15	41.7	7.32	305.244
14.00-14.15	41.4	6.73	287.622
15.00-15.15	41.3	5.03	207.739
16.00-16.15	38.7	0.95	36.765
17.00-17.15	37.8	0.53	20.034
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.13 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 11.00-12.00 น. คือ 41.8 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 7.32 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 305.244 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



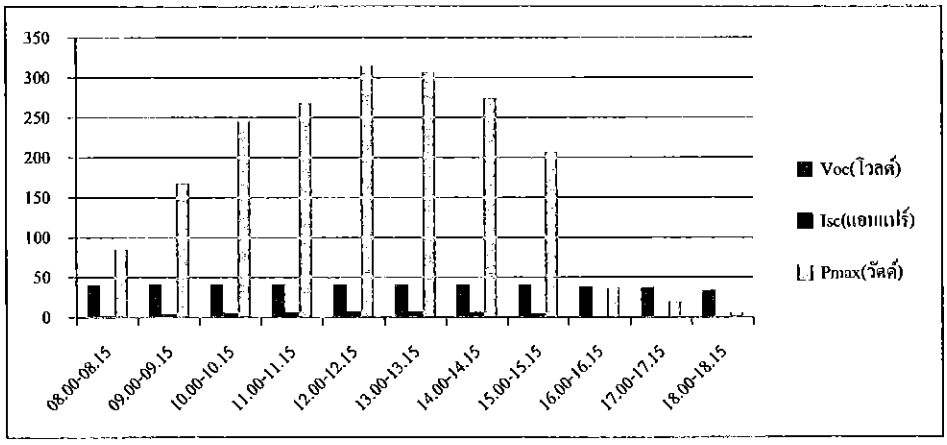
รูปที่ 4.30 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 19 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.30 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง จะเห็นว่าในช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีแดดร้อนมาก มีผลทำให้อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้แรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลง และหลังจากที่ผ่านช่วงเวลาที่มีแดดร้อนไปแล้ว คือช่วงเวลา 14.00-15.00 น จะพบว่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่แผ่นโซล่าเซลล์ที่ค่าลดลง แสดงว่าเมื่อเราลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ ส่วนกระแสไฟฟ้าอุณหภูมิไม่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า ความเข้มแสงที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้า จะเห็นว่าช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลา 12.00-13.00 น ซึ่งมีความเข้มแสงสูงสุด แสดงว่าถ้าความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มากตามไปด้วย ส่วนกำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.14 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 20 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.8	2.09	85.272
09.00-09.15	41.6	4.03	167.648
10.00-10.15	41.6	5.90	245.440
11.00-11.15	41.6	6.45	268.320
12.00-12.15	41.7	7.55	314.835
13.00-13.15	41.6	7.37	306.592
14.00-14.15	41.3	6.63	273.819
15.00-15.15	41.2	5.01	206.412
16.00-16.15	38.9	0.94	36.566
17.00-17.15	37.8	0.52	19.656
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.14 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 12.00 น. คือ 41.7 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆ สูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 12.00 น. คือ 7.55 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 12.00 น. คือ 314.835 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



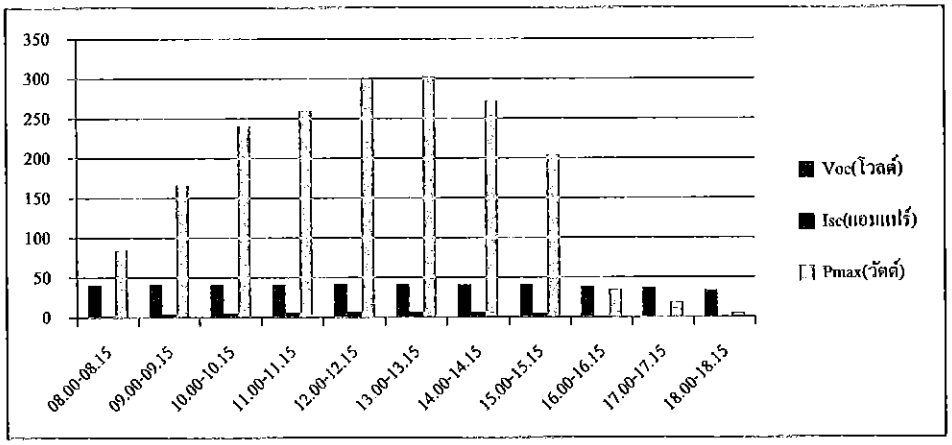
รูปที่ 4.31 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 20 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.31 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง จะอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.15 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 25 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.8	2.09	85.272
09.00-09.15	41.7	4.01	167.217
10.00-10.15	41.6	5.80	241.280
11.00-11.15	41.6	6.24	259.584
12.00-12.15	42.1	7.12	299.752
13.00-13.15	41.6	7.29	303.264
14.00-14.15	41.1	6.62	272.082
15.00-15.15	41.3	4.94	204.022
16.00-16.15	38.9	0.91	35.399
17.00-17.15	37.8	0.51	19.278
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.15 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 12.00 น. คือ 42.1 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 7.29 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 303.264 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



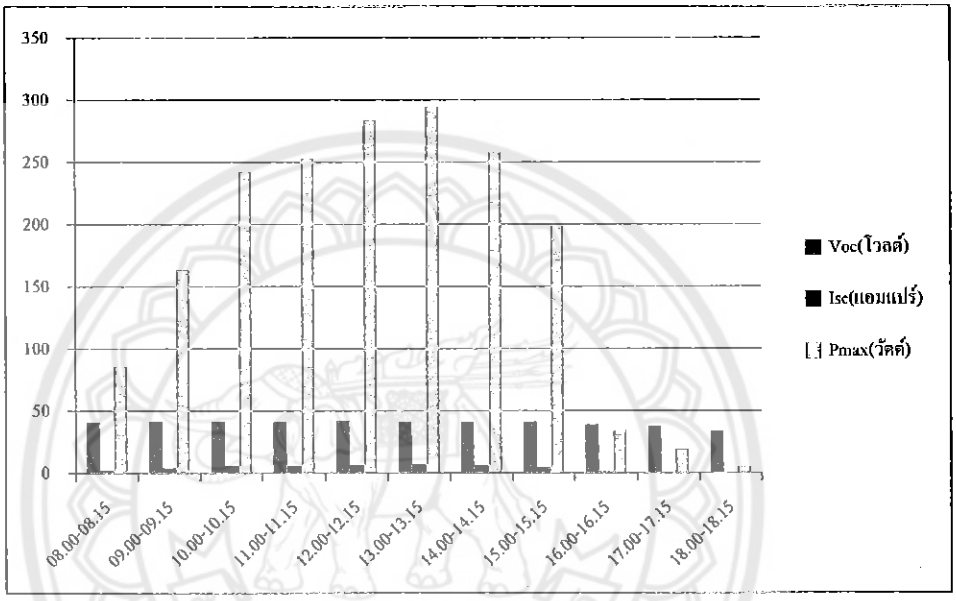
รูปที่ 4.32 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 25 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.32 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าจะมากอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

ตารางที่ 4.16 การวัด Isc และ Voc ที่มุมการวางแผ่น 30 องศา โดยใช้สเปรย์หมอก 12 โวลต์ เพื่อลดอุณหภูมิแผ่น วันอังคารที่ 31 มีนาคม 2558

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	Voc(โวลต์)	Isc(แอมแปร์)	Pmax(วัตต์)
08.00-08.15	40.8	2.10	85.68
09.00-09.15	41.7	3.92	163.464
10.00-10.15	41.7	5.80	241.860
11.00-11.15	41.5	6.09	252.735
12.00-12.15	42.2	6.72	283.584
13.00-13.15	41.4	7.11	294.354
14.00-14.15	41.1	6.27	257.697
15.00-15.15	41.3	4.80	198.240
16.00-16.15	39.2	0.87	34.104
17.00-17.15	37.7	0.50	18.850
18.00-18.15	34.0	0.15	5.100

จากตารางที่ 4.16 พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆสูงขึ้น สูงที่สุดตอนช่วงเวลา 12.00 น. คือ 42.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 34.0 กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆ สูงขึ้น สูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. คือ 7.11 แอมแปร์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 0.15 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าจะสูงสุดที่ช่วงเวลา 13.00 น. คือ 294.354 วัตต์ และต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 5.100 วัตต์



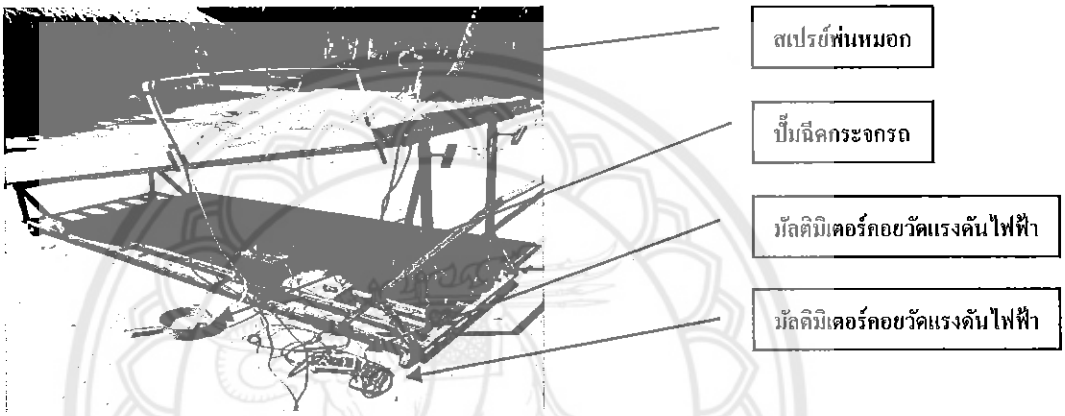
รูปที่ 4.33 กราฟ Voc, Isc และ Pmax ที่มุม 30 องศา ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกลดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.33 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า แรงดันไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลง กระแสไฟฟ้าเมื่อความเข้มแสงมากกระแสไฟฟ้าก็มาก กำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าจะมากอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.

จากตารางที่ 4.9-4.16 ผลการทดลองการวัด Isc และ Voc พบว่า แรงดันไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ติดสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ช่วง 08.00-15.00 น แรงไฟฟ้ามีขนาด 40 V ขึ้นไป และจะลดลงในเวลา 16.00 น และลดลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 18.00 น แรงดันไฟฟ้าต่ำที่สุด กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น จะสูงที่สุดในช่วงเวลา 12.00-13.00 น และจะลดต่ำลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 16.00 น ก็จะไม่มีกระแสไฟฟ้าแล้ว กำลังไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงช่วงเวลา 12.00-13.00 น จะมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดและจะลดลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 16.00 ก็จะไม่ค่อยมีกำลังไฟฟ้า จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ระหว่างการติดสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ กับไม่ได้ติดจะเห็นว่า การที่ไม่ได้ติดสเปรย์พ่นหมอก เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงเวลา 12.00-13.00 น แรงดันไฟฟ้าจะลดลง แต่เมื่อติดสเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์ แล้วจะเห็นว่าเมื่อ

อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงเวลา 12.00-13.00 น แรงดันไฟฟ้าจะไม่ลดลง แรงดันไฟฟ้าจะคงที่ตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00-15.00 น ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเมื่อติดสเปรย์พ่นหมอก 12 V ทำให้ประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้น

การจดบันทึกค่า Voc กับ Isc โดยใช้มัลติเตอร์สองอันในการวัด อันหนึ่งคอยวัดแรงดันไฟฟ้า ส่วนอีกอันหนึ่งคอยวัดแรงดันไฟฟ้า ในขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ ปั๊มฉีดกระจกจะมีสวิตซ์คอยปิด-เปิด เมื่อเปิดสวิตซ์ปั๊มน้ำฉีดกระจกจะสูบน้ำส่งไปให้สเปรย์พ่นหมอก ดังแสดงในรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 การวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ขณะใช้สเปรย์พ่นหมอก 12 โวลต์

การวัดประสิทธิภาพของแผ่นโซล่าเซลล์ อุปสรรคในการทำงานคือ การวัด Isc แต่ละครั้งจะมีการอาร์คที่หัววัดของมัลติมิเตอร์ และการวัดแต่ละครั้งจะต้องวัดทุกๆชั่วโมง วัดทุกมุมเพื่อเป็นการประหยัดเวลา ทำให้ค่อนข้างยุ่งยาก หลังจากวัดเสร็จแล้วคาดการณ์ได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของแผ่นลดลงทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้นด้วย

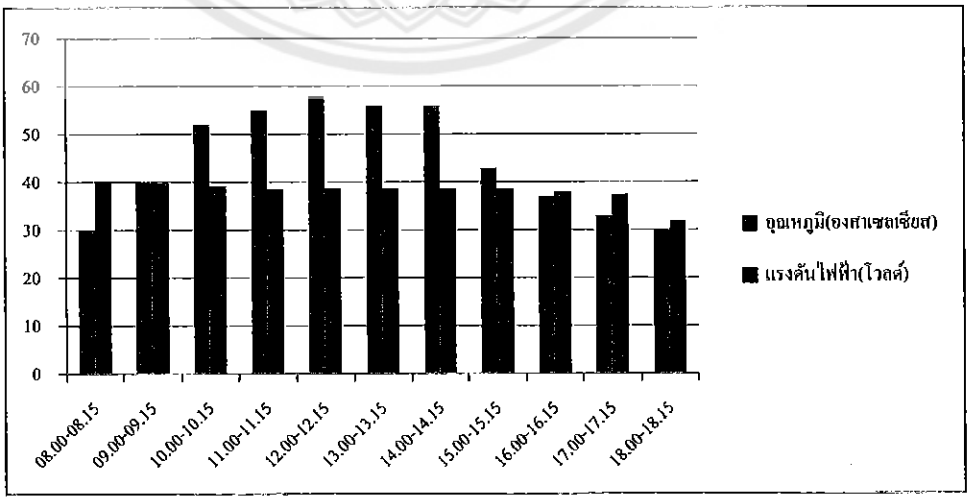
4.3.3 ผลของอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์

โครงงานนี้ได้ทำการทดลอง การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ในช่วงเวลาต่างๆ เปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก เพื่อลดอุณหภูมิกับตอนที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก และทำการเปรียบเทียบกับแรงดัน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.17 อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	แรงดันไฟฟ้า(โวลต์)
08.00-08.15	30	40.2
09.00-09.15	40	39.8
10.00-10.15	52	39.2
11.00-11.15	55	38.5
12.00-12.15	58	38.7
13.00-13.15	56	38.6
14.00-14.15	56	38.7
15.00-15.15	43	38.6
16.00-16.15	37	38.0
17.00-17.15	33	37.4
18.00-18.15	30	31.9

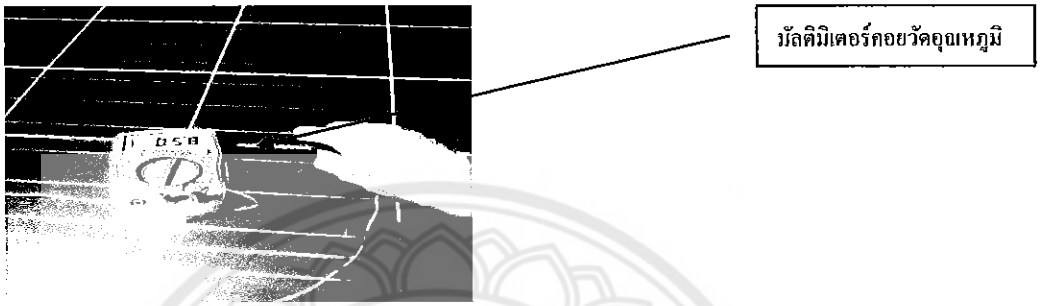
จากตารางที่ 4.17 พบว่าอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์จะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น จะสูงสุดตอนช่วงเวลา 12.00 น. คือ 58 องศา ต่ำสุดที่ช่วงเวลา 08.00 กับ 18.00 น. คือ 30 องศา แรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 โวลต์



รูปที่ 4.35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.35 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าจะลดลง อุณหภูมิมีผลต่อแรงดันไฟฟ้า โดยที่แรงดันไฟฟ้าจะแปลผกผันกับอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์

การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ จะใช้มัลติมิเตอร์ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ ขณะที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก ในเวลา 12.00 น. ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ได้ถึง 58 องศา ดังแสดงในรูปที่ 4.36



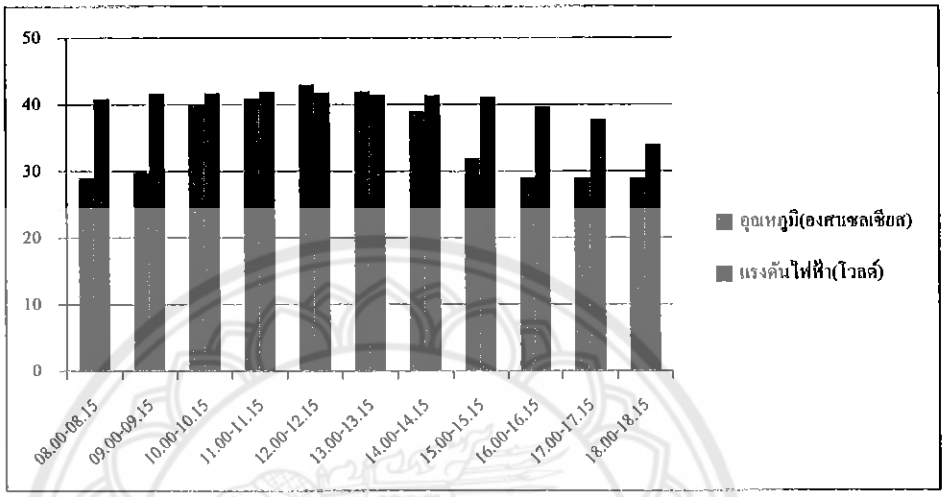
รูปที่ 4.36 การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก

การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ อุปสรรคในการทำงานคือ การอุณหภูมิแผ่นนั้นจะต้องวัดทุกๆชั่วโมง และอากาศร้อน เมื่อวัดอุณหภูมิแผ่นเสร็จแล้วพบว่าเมื่ออุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้นส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าลดลง

ตารางที่ 4.18 อุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก

ช่วงเวลา(นาฬิกา)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	แรงดันไฟฟ้า(โวลต์)
08.00-08.15	29	40.9
09.00-09.15	30	41.6
10.00-10.15	40	41.7
11.00-11.15	41	41.9
12.00-12.15	43	41.8
13.00-13.15	42	41.5
14.00-14.15	39	41.4
15.00-15.15	32	41.1
16.00-16.15	29	39.7
17.00-17.15	29	37.8
18.00-18.15	29	34.0

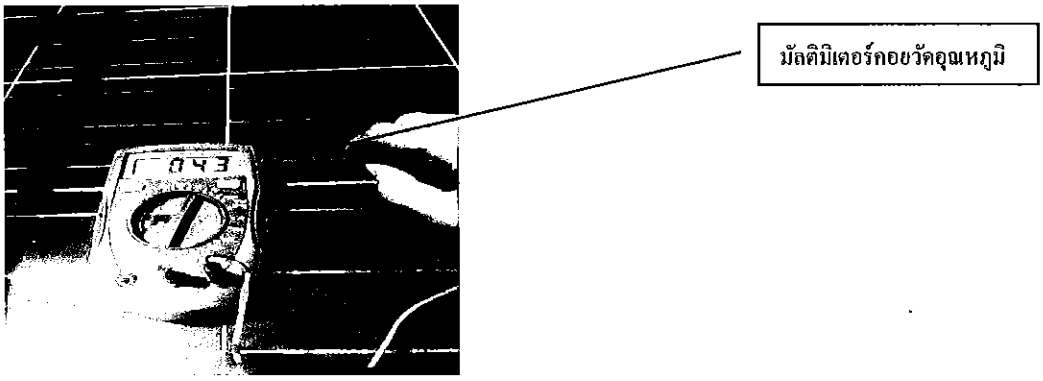
จากตารางที่ 4.18 พบว่าอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์จะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น จะสูงสุดตอนช่วงเวลา 12.00 น. คือ 58 องศา ต่ำสุดที่ช่วงเวลา 08.00 กับ 18.00 น. คือ 30 องศา แรงดันไฟฟ้าจะสูงที่สุดตอนช่วงเวลา 8.00 น. คือ 40.2 โวลต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนต่ำสุดตอนช่วงเวลา 18.00 น. คือ 31.9 โวลต์



รูปที่ 4.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก

จากรูปที่ 4.37 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า สเปรย์พ่นหมอกทำให้อุณหภูมิของแผ่นโซล่าลดลง เมื่อเราลดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์โดยใช้สเปรย์พ่นหมอก ทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใช้สเปรย์พ่นหมอก

การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ จะใช้มัลติมิเตอร์ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก ในเวลา 12.00 น. ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ได้ 43 องศา ซึ่งอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์จะต่ำกว่าตอนที่ไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก ดังแสดงในรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ตอนที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก

การวัดอุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ อุปสรรคในการทำงานคือ การอุณหภูมิแผ่นนั้นจะต้องวัดทุกๆชั่วโมง และอากาศร้อน เมื่อวัดอุณหภูมิแผ่นเสร็จแล้วพบว่าเมื่ออุณหภูมิของแผ่นโซล่าเซลล์ลดลงส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

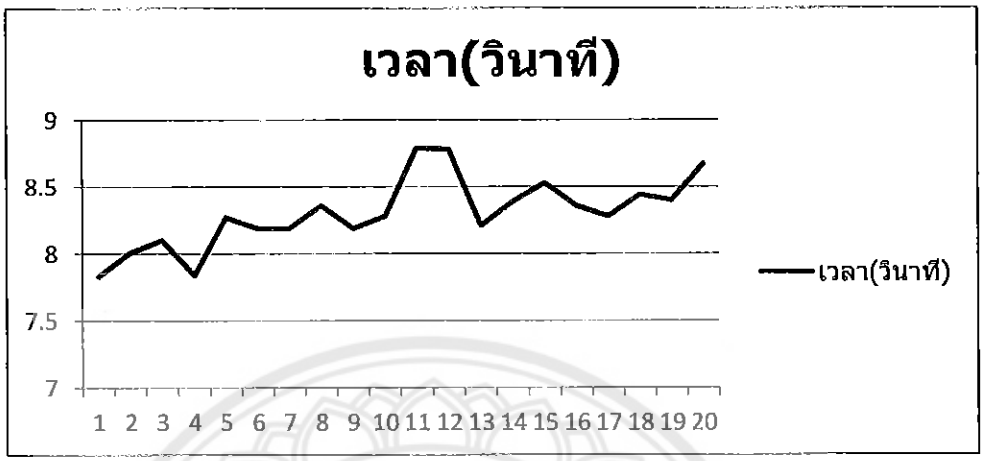
4.3.4 ผลการการทดสอบประสิทธิภาพของปั๊มน้ำ

การทดสอบประสิทธิภาพของปั๊มน้ำ เริ่มจากวัดอัตราการไหลของปั๊มน้ำ ไดโว่ 12 โวลต์ โดยเทียบกับถังน้ำ 5 ลิตรและจับเวลา ได้ทำซ้ำๆเป็นจำนวน 20 ครั้งและวัดอัตราไหลของปั๊มน้ำ ไดโว่ 12 โวลต์เทียบกับถัง 60 ลิตรและจับเวลา ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.19 การวัดอัตราการไหลของปั๊มน้ำเทียบกับถังน้ำ 5 ลิตร

ครั้งที่	เวลา(วินาที)
1	7.83
2	8.01
3	8.10
4	7.84
5	8.27
6	8.19
7	8.19
8	8.36
9	8.19
10	8.28
11	8.79
12	8.78
13	8.21
14	8.39
15	8.53
16	8.36
17	8.28
18	8.44
19	8.40
20	8.67

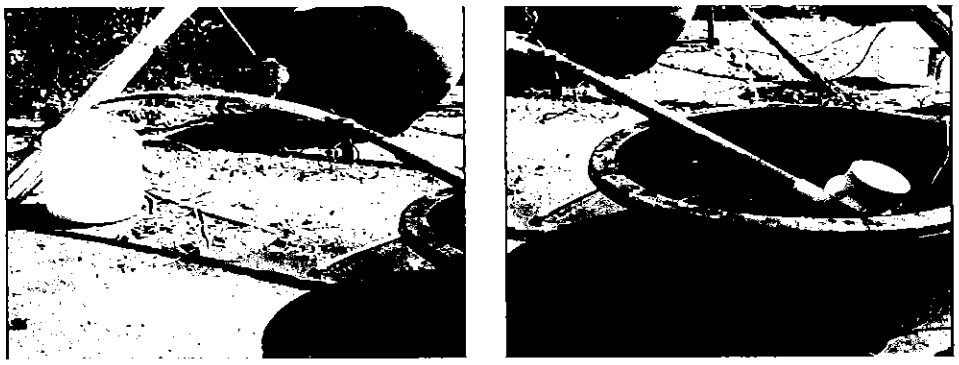
จากตารางที่ 4.19 พบว่าเมื่อใช้ปั๊มสูบน้ำใส่ถังน้ำขนาด 5 ลิตรและจับเวลา เป็นเวลา 20 ครั้ง เวลาต่ำสุดที่ 7.83 วินาที สูงสุดที่ 8.79 วินาที



รูปที่ 4.39 กราฟการหาอัตราการไหล เทียบกับถังน้ำ 5 ลิตร

จากรูปที่ 4.39 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อจำนวนครั้งมากขึ้น มีแนวโน้มที่จะใช้เวลามากขึ้น เนื่องจากเวลาใช้ปั๊มสูบน้ำ แรงดันในแบตเตอรี่จะลดลงเรื่อย จึงส่งผลให้ยิ่งสูบจำนวนครั้งมากๆ จะยิ่งใช้เวลานานขึ้น จะเห็นได้ว่าสูบน้ำใส่ถังขนาด 5 ลิตร จะใช้เวลาประมาณ 8-9 วินาที กว่าถัง 5 ลิตรจะเต็ม ดังนั้นสามารถหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำได้เป็นใน 1 นาที อัตราการไหล คือ 33.33-37.50 ลิตรต่อนาที ฉะนั้น 1 ชั่วโมง อัตราการไหลคือ 1999.8-2,250 ลิตรต่อชั่วโมง

การหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำ โดยเทียบกับถังน้ำขนาด 5 ลิตร ภาพด้านซ้ายจะเป็นภาพของถังน้ำขนาด 5 ลิตร ด้านขวาจะเป็นภาพปั๊มน้ำที่กำลังสูบน้ำใส่ถัง โดยใช้สายยางต่อกับปั๊มน้ำ โดยการหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำนั้นจะทำได้โดยการสูบน้ำใส่ถึง 5 ลิตรแล้วจับเวลา ดังแสดงในรูปที่ 4.38



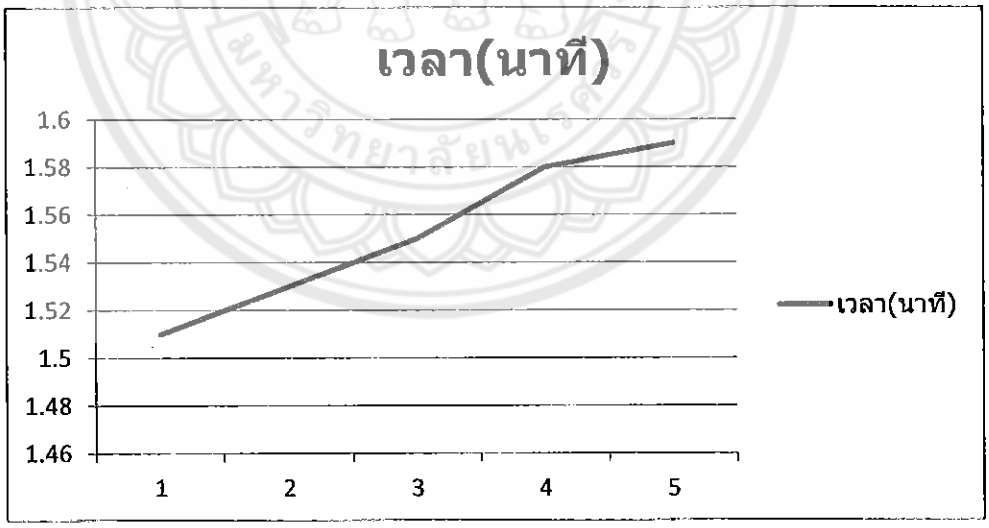
รูปที่ 4.40 การวัดอัตราการไหลของปั๊มเทียบกับถังขนาด 5 ลิตร

การหาอัตราการไหลของปั๊ม อุปสรรคในการทำงานคือ จะต้องหาถังน้ำมา และสายยางในการต่อสายจากปั๊มไปถัง และต้องคอยเปิด-ปิดสะพานไฟและคอยจับเวลา จากที่ทำการทดสอบเสร็จพบว่าอัตราการไหลของปั๊มจะอยู่ที่ 5 ลิตรต่อ 8 วินาที ซึ่งค่อนข้างแรง

ตารางที่ 4.20 การวัดอัตราการไหลของปั๊มน้ำเทียบกับถังน้ำ 60 ลิตร

ครั้งที่	เวลา(นาที)
1	1.51
2	1.53
3	1.55
4	1.58
5	1.59

จากตารางที่ 4.20 พบว่าเมื่อใช้ปั๊มสูบน้ำใส่ถังน้ำขนาด 60 ลิตรและจับเวลา เป็นเวลา 5 ครั้ง เวลาต่ำสุดที่ 1.51 นาที สูงสุดที่ 1.59 นาที

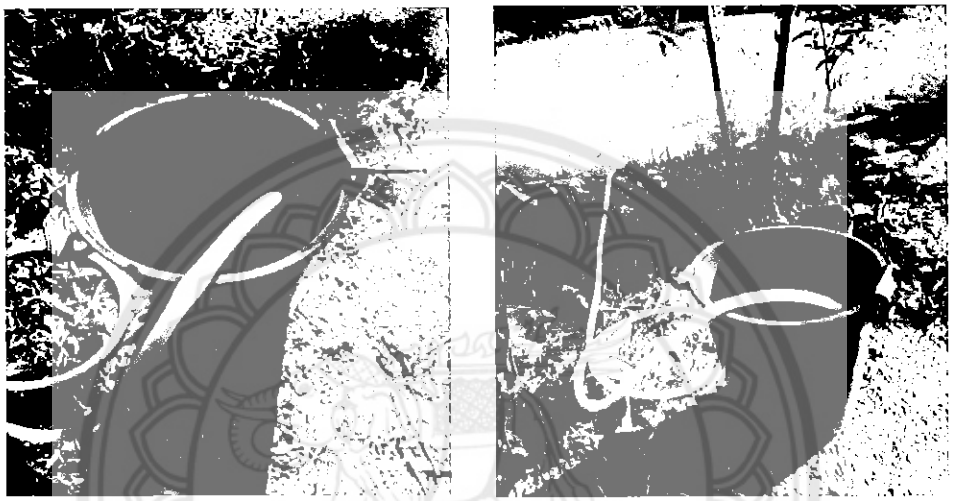


รูปที่ 4.41 กราฟการหาอัตราการไหล เทียบกับถังน้ำ 60 ลิตร

จากรูปที่ 4.41 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อจำนวนครั้งมากขึ้น มีแนวโน้มที่จะใช้เวลามากขึ้น เนื่องจากเวลาใช้ปั๊มสูบน้ำ แรงดันในแบตเตอรี่จะลดลงเรื่อย จึงส่งผลให้ยิ่งสูบจำนวนครั้งมากๆ จะยิ่งใช้เวลานานขึ้น จะเห็นได้ว่าสูบน้ำใส่ถังขนาด 60 ลิตร จะใช้เวลาประมาณ 2 นาที กว่าถัง 60 ลิตร

จะเต็ม ดังนั้นสามารถหาอัตราการไหลได้เป็น 1 ชั่วโมง อัตราการไหลคือ 1,800 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถสูบติดต่อกัน 4-5 ชั่วโมง ดังนั้น ในหนึ่งวันสามารถสูบน้ำได้ 7,200-9,000 ลิตรต่อวัน

การหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำ โดยเทียบกับถังน้ำขนาด 60 ลิตร ภาพด้านซ้ายจะเป็นภาพของการสูบน้ำใส่ถังขนาด 60 ลิตร ด้านขวาจะเป็นภาพปั๊มน้ำที่กำลังสูบน้ำใส่ถังโดยใช้สายยางต่อกับปั๊มน้ำ โดยการหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำนั้นจะทำได้โดยการสูบน้ำใส่ถึง 60 ลิตรแล้วจับเวลา ดังแสดงในรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 การวัดอัตราการไหลของปั๊มเทียบกับถังขนาด 60 ลิตร

การหาอัตราการไหลของปั๊ม อุปสรรคในการทำงานคือ จะต้องหาถังน้ำมา และสายยางในการต่อสายจากปั๊มไปถัง และต้องคอยเปิด-ปิดสะพานไฟและคอยจับเวลา จากที่ทำการทดสอบเสร็จพบว่าอัตราการไหลของปั๊มจะอยู่ที่ 60 ลิตรต่อ 2 นาที ซึ่งค่อนข้างแรง

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปที่ได้รับจากการทดลอง ปัญหาข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาต่อไป เพื่อไปปรับใช้กับการออกแบบระบบโซล่าเซลล์ในการสูบน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

5.1 สรุป

ในโครงงานนี้เป็นการศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงาน 9 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม ปี 2557 ถึง เดือนเมษายน ปี 2558 หลังจากที่โครงงานนี้เสร็จ ทำให้ผู้จัดทำโครงงานมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำตามที่ได้คาดหวังไว้

การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำ จำเป็นต้องรู้ข้อมูลเกี่ยวเซลล์แสงอาทิตย์ คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ และข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำ ซึ่งได้แก่ ไดโอด สะพานไฟ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ แบตเตอรี่ ปั๊มน้ำกระแสตรง ก่อนที่จะทำการออกแบบ

การออกแบบระบบโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการสูบน้ำในโครงงานนี้ จะมีการออกแบบ 2 ส่วน คือ ส่วนของโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับระดับได้ เพื่อใช้ทดสอบหามุมรับแสงที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้า ซึ่งจะมี 3 ส่วน คือ ส่วนระบบจ่ายไฟ ส่วนระบบควบคุม และส่วนของโหลด นอกจากนี้ยังได้ออกแบบสเปรย์พ่นหมอก เพื่อใช้ลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์ในการหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้า หลังจากทำการออกแบบเสร็จแล้ว จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้งไว้

จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ที่ได้ติดตั้งแล้ว ได้ทำการทดสอบ 5 อย่าง คือ การหามุมการวางแผ่นโซล่าเซลล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด การหาประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ขณะที่ใช้สเปรย์พ่นหมอก เพื่อลดอุณหภูมิแผ่นโซล่าเซลล์ การหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้า จากนั้นทำการเปรียบเทียบระหว่างใช้สเปรย์พ่นหมอกกับไม่ใช้สเปรย์พ่นหมอก และการหาอัตราการไหลของปั๊มน้ำ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ มุมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ มุม 17 องศา การติดสเปรย์พ่นหมอกทำให้ประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้า คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าจะลดลง การติดสเปรย์พ่นหมอกสามารถช่วยลดอุณหภูมิให้กับแผ่นโซล่าเซลล์ได้ อัตราการไหลของปั๊มน้ำ คือ 1,800 ลิตรต่อชั่วโมง ในหนึ่งวันสามารถสูบได้ 4-5 ชั่วโมง

5.2 ปัญหา ข้อเสนอแนะ แนวทางแก้ไข

1. ล้อของโครงรองรับแผ่นเล็กเกินไปทำให้การเคลื่อนย้ายลำบาก แนวทางแก้ไข คือ เปลี่ยนล้อให้ใหญ่ขึ้นเพื่อจะเคลื่อนย้ายได้ง่าย
2. ปั๊มฉีดกระจกรถยนต์ถ้าใช้นานเกินไปจะเกิดความร้อนและอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ แนวทางแก้ไขคือ ใช้เฉพาะช่วงเวลา 10.00-14.00 น. ไม่ควรใช้ทั้งวัน
3. ปั๊มน้ำมีน้ำหนักมากจะจมน้ำ ทางแก้ไขคือ การทำทุ่นลอยน้ำ

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

1. แบตเตอรี่ควรจะเป็นแบตเตอรี่แบบ Deep Cycle จะดีกว่าการใช้แบตเตอรี่รถยนต์
2. ควรใช้ Timer ในการตั้งเวลาเปิด-ปิด ปั๊มน้ำและสเปรย์พ่นหมอก
3. ควรทำโครงรองรับแผ่นโซล่าเซลล์ที่ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย

มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

[1] หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2557
จาก http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell_pg5.htm

[2] คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2557
จาก http://www.solar-greenpower.com/article/solar-cell

[3] หลักการทำงานของไดโอด สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2557
จาก https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly1/wiki/d24e0/_.html

[4] สะพานไฟ สืบค้นเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2557
จาก http://www.mmv.ac.th/supphapong/sci%20914.htm

[5] โวลต์มิเตอร์ สืบค้นเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2557
จาก http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electromagnetism/sub_lesson/7_2.htm

[6] แอมมิเตอร์ สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2557
จาก https://umapon29.wordpress.com/2012/02/14/แอมมิเตอร์-ammeter

[7] แบตเตอรี่ สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2557
จาก https://th.wikipedia.org/wiki/แบตเตอรี่

[8] ปั๊มไดโว่ รุ่น 3500-GPH สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2557
จาก http://arduino.cc/en/main/softwarehttp://www.thaiwatersystem.com/product/7ปั๊มน้ำ-dc-12v-รุ่น-3500-gph-ปั๊มแช่-8-m

[9] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2557
จาก https://www.youtube.com/channel/UCK0wsUlRn39IduiKMWQnWyA
จาก https://www.facebook.com/phakdee.nun?ref=ts&fref=ts

ภาคผนวก ก

Data Sheet Suntech 300 w

STP300 - 24/Ve
STP295 - 24/Ve
STP290 - 24/Ve

SUNTECH

300 Watt
POLYCRYSTALLINE SOLAR MODULE

Features

High module conversion efficiency
Module efficiency up to 15.5% achieved through advanced cell technology and manufacturing capabilities

Excellent weak light performance
Excellent performance under low light conditions

Positive tolerance
Positive tolerance of up to 5% delivers higher outputs reliability

Suntech current sorting process
System output maximized by reducing mismatch losses up to 2% with modules sorted & packaged by amperage

Extended wind and snow load tests
Module certified to withstand extreme wind (3800 Pascal) and snow loads (5400 Pascal) *

Withstanding harsh environment
Reliable quality leads to a better sustainability even in harsh environment like desert, farm and coastline

Certifications and standards IEC 61215, IEC 61730, conformity to CE

Trust Suntech to Deliver Reliable Performance Over Time
- World-class manufacturer of crystalline silicon photovoltaic modules
- Unrivaled manufacturing capacity and world-class technology
- Rigorous quality control meeting the highest international standards: ISO 9001:2008, ISO 14001: 2004 and ISO17025: 2005
- Regular independently checked production process from international accredited institute/company
- Tested for harsh environments (salt mist, ammonia corrosion and sand blowing testing: IEC 61701, DIN 50916:1985 T2, DIN EN 60068-2-68)***

Compact and Durable Frame Design
The new compact frame means more modules per package, so it saves your shipping and inventory cost. The rigid and durable hollow chamber guarantees the same long-term and reliable performance.

Industry-leading Warranty based on nominal power

- 97% in the first year, thereafter, for years two (2) through twenty-five (25), 0.7% maximum decrease from MODULE's nominal power output per year, ending with the 80.2% in the 25th year after the defined WARRANTY STARTING DATE.****
- 10-year material and workmanship warranty

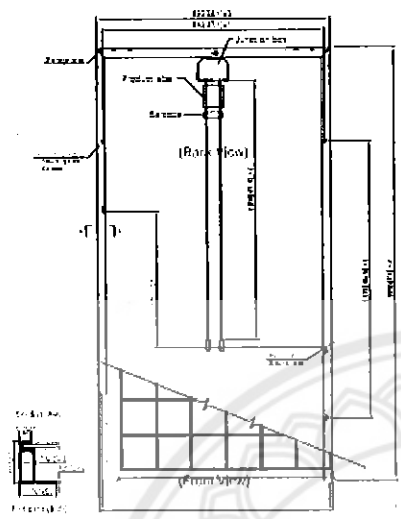
IP67 Rated Junction Box
Supports installations in multiple orientations. High reliable performance, low resistance connectors ensure maximum output for the highest energy production.

* Please refer to Suntech Standard Module Installation Manual for details. ** PV Cycle only for EU market
*** Please refer to Suntech Product Near-coast Installation Manual for details. **** Please refer to Suntech Product Warranty for details.

©Copyright 2013 Suntech Power

STP300 - 24/Ve
STP295 - 24/Ve
STP290 - 24/Ve

SUNTECH

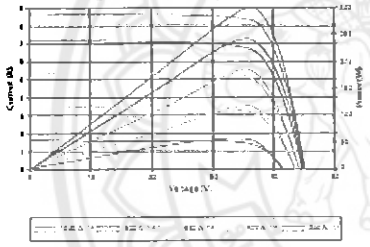


Electrical Characteristics

STC	STP300-24/Ve	STP295-24/Ve	STP290-24/Ve
Maximum Power at STC (Pmax)	300 W	295 W	290 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	35.9 V	35.6 V	35.4 V
Optimum Operating Current (Imp)	8.36 A	8.29 A	8.20 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.5 V	44.3 V	44.1 V
Short Circuit Current (Isc)	8.83 A	8.74 A	8.65 A
Module Efficiency	15.5%	15.2%	14.9%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 %		

NOCT	STP300-24/Ve	STP295-24/Ve	STP290-24/Ve
Maximum Power at NOCT (Pmax)	219 W	216 W	212 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	32.4 V	32.2 V	32.1 V
Optimum Operating Current (Imp)	6.75 A	6.70 A	6.60 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.6 V	40.5 V	40.3 V
Short Circuit Current (Isc)	7.14 A	7.07 A	6.99 A

Current-Voltage & Power-Voltage Curve (300-24)



Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.43 %/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.33 %/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.067 %/°C

Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156 x 156 mm (6 inches)
No. of Cells	72 (6 x 12)
Dimensions	1956 x 992 x 40mm (77.0 x 39.1 x 1.6 inches)
Weight	25.8 kgs (56.9 lbs.)
Front Glass	4.0 mm (0.16 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP67 rated (3 bypass diodes)
Output Cables	TUV (2Pfg1169-2007) 4.0 mm² (0.006 inches²), symmetrical lengths (-) 1100mm (43.3 inches) and (+) 1100 mm (43.3 inches)
Connectors	H4 connectors

Dealer Information

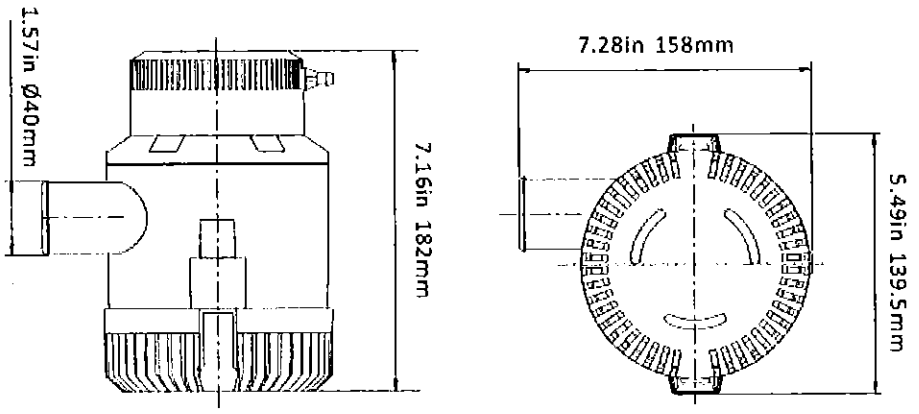
Packing Configuration

Container	20'GP	40'GP	40'HC
Pieces per pallet	25	25	25
Pallets per container	5	12	24
Pieces per container	125	300	600

E-mail: sales@suntech-power.com

ภาคผนวก ข

Data Sheet Divo pump 3500-GPH



3500 GPH

3500 gph Bilge Pump

Features & Benefits
Pump and switch are stand alone products
Compact, efficient, long life motors
New mercury free float switches
Size: 3500 gph in 12 and 24 volt versions
Easy clean snap-lock strainer bases
Anti-Airlock protection
Exclusive moisture tight seals
Completely submersible
Marine grade blocked wiring
Silent and vibrationless operation

Typical Applications
Marine
RV & Campers
Industrial

PUMP
Liquid Temperature
110°F (43°C) Max.
Priming Capabilities
Not needed flooded suction
Power
13.0 amps max current draw
Max Pressure
Not needed

MOTOR
Type
Compact, efficient, long life motor
Leads
18 AWG, 1 m long Leads
Temperature Limits
110°F (43°C) Max.
Duty Cycle
Intermittent
Voltage
12v/24v

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายธนดล บรรเจิดกิจ

ภูมิลำเนา 244/46 ม.3 ต.ศรีนคร อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5
  สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : draft8596@gmail.com