อภินันทนาการ

การออกแบบและสร้างชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

Designing and prototyping of mobile solar charging station for electric bicycle

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน
เลขทะเบียน 1916399
เลขเรียกหนังสือ

นายกฤษฎา เขียวงาม รหัส 55360642
นางสาวปวีณา จำปาแก้ว รหัส 55360734
นายศุภกิจ ป่ายปาน รหัส 55363582

ปร
ก ๓๗ก
๒๕๕

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2558

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงาน : การออกแบบและสร้างชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายกฤษฎา เขียวงาม รหัสนิสิต 55360642
นางสาวปวีณา จำปาแก้ว รหัสนิสิต 55360734
นายศุภกิจ ป่ายปาน รหัสนิสิต 55363582

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร. อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สุรเจษฎ์ สุขไชยพร)

หัวข้อโครงงาน : การออกแบบและสร้างชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายกฤษฎา เขียวงาม รหัสนิสิต 55360642
นางสาวปวีณา จำปาแก้ว รหัสนิสิต 55360734
นายศุภกิจ ป่ายปาน รหัสนิสิต 55363582

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2558

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มนุษย์นำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยผ่านระบบเซลล์แสงอาทิตย์ จึงได้จัดทำโครงงานนี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาอิทธิพลของพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการซึ่งโครงงานนี้จัดเป็นโครงงานประเภทโครงงานพื้นฐานและประยุกต์ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาทฤษฎีและออกแบบเชิงหลักการของระบบชุดต้นแบบ สำหรับติดตั้งชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่สร้างชุดต้นแบบและทดสอบการทำงานของชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าโดยทำการศึกษาการออกแบบและสร้างชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้า ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ เครื่องควบคุมประจุ และเครื่องแปลงไฟตัวแปรที่สำคัญคือ ความเข้มของแสงและอุณหภูมิ เมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าจะลดลง ขณะที่กระแสไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลง วิธีการทดลองคือ สร้างสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์ ให้แผงทำมุมกับพื้นราบ 16 องศา โดยจะทำการตั้งแผง 2 แบบคือ แบบตั้งแผงหันไปทางทิศใต้ และแบบหมุนแผงตามแสงอาทิตย์ ทำการเก็บข้อมูลแรงดันกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผง แล้วนำไปทดสอบกับจักรยานไฟฟ้า โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ชาร์ตเข้าที่แบตเตอรี่จักรยานไฟฟ้า นำไปทดสอบวิ่งที่ความเร็วประมาณ 20 กม./ชม. พบว่า การตั้งแผงแบบหมุนตามแสงอาทิตย์ จะได้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าแบบหันแผงคงที่ไปทางทิศใต้ สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ได้จะเพียงพอต่อการชาร์ตจักรยานหรือไม่นั้นขึ้นกับความเข้มของแสงและอุณหภูมิในแต่ละวัน จากการเก็บข้อมูลที่ผ่านมา จะได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพียงพอต่อการชาร์ตจักรยาน ซึ่งสามารถใช้งานได้ประมาณ 30 กิโลเมตรซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานใน 1 วัน

Project Title : Designing and prototyping of mobile solar charging station for electric bicycle

Name : Mr. Kritsada Khieongam ID : 55360642
Miss. Paweena Jampakaew ID : 55360734
Mr. Supakit Paipan ID : 55363582

Project Advisor : Mr. Ananchai Ukaew

Year : 2558

Abstract

At present solar energy is another alternative that men used to generate. The preparation of this project was to study the effect of solar energy that can be used to generate electricity to meet the needs of this project is a project type and project-based application. The main objective is to study the theory and design principles of the master suite. Install the master station for charging from solar cells into portable electric bicycle Create a master suite and a master suite of testing stations charged by the study, design and build a prototype charging station. The solar system consists of solar battery charge controller. And the power converter is a critical variable. The light intensity and temperature when the light intensity high the flow from the solar cell will be higher. While the voltage does not change. When temperatures rise the voltage is reduced while electricity unchanged. How the experimental from solar electric generating station. The panel is angled 16 degrees to the ground by two panels will be types of panels facing south. And rotating solar panels on the storage voltage electrical power from the electrical panel. Then experiment with electric bikes. The electric power produced by the solar cells into a battery charging electric bike. Put to the test run at a speed of about 20 km/hr. Found that the solar panel rotation. It has higher energy than fixed panels facing south. For electrical energy will be sufficient to charts bike or not, depends on the light intensity and temperature on a daily basis. Data from the past. It has the power sufficient to charts bike. Which can be used for about 30 kilometers, which is enough to operate in one day.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว ที่ได้ให้คำปรึกษา ในการค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์และการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ ตลอดจนแนวคิดและความรู้ต่าง ๆ ที่นำไปสู่ความสำเร็จของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบกราบพระคุณเป็นอย่างสูงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่อบรมสั่งสอนทั้งในด้านความรู้ คุณธรรม และจริยธรรมอันดีงามให้กับผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณนายชัชชัย อินเขียน ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำความรู้ และช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ในการทำโครงงานนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความสนับสนุนเรื่อยมา และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ทำให้มีกำลังใจและเป้าหมายในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กฤษฎา เขียวงาม

ปวีณา จำปาแก้ว

ศุภกิจ ป่ายปาน

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อ ..... ข

Abstract ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญรูป ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนแผนการดำเนินงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 5

2.1 วรรณกรรมปริทัศน์ 5

2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ 6

2.2.2 สูตรที่เกี่ยวข้อง 15

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 18

2.2.4 การหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 18

2.2.5 หลักการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 19

2.2.6 ระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ 20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 22

3.1 การศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 22

3.2 การออกแบบโครงสร้างชุดติดตั้ง 25

3.3 การติดตั้งและทดลอง 26

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผล 29

4.1 กรณีตั้งแผงแบบอยู่กับที่ (หันหน้าแผงไปทางทิศใต้) 29

4.2 กรณีหมุนแผงไปตามทิศของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ 32

4.3 การทดสอบจักรยานไฟฟ้า 33

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 35

5.1 สรุปการวิเคราะห์ผล 35

5.2 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 35

5.3 ข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง 37

ภาคผนวก ก 38

ภาคผนวก ข 42

ภาคผนวก ค 46

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน 49

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 หลักการเปลี่ยนพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า 8

รูปที่ 2.2 Single Crystalline Silicon Solar Cell 9

รูปที่ 2.3 Polycrystalline Silicon Solar Cell 10

รูปที่ 2.4 Amorphous Silicon Solar Cell 11

รูปที่ 2.5 Copper Indium (Gallium) Di-Selenide 12

รูปที่ 2.6 แสดงการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม 16

รูปที่ 2.7 แสดงการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน 16

รูปที่ 2.8 แสดงการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรมและแบบขนาน 17

รูปที่ 2.9 แสดงความเข้มแสงของดวงอาทิตย์แต่ละช่วงเวลา 17

รูปที่ 2.10 แผนที่ปริมาณการแพร่รังสีอาทิตย์ในประเทศไทย 20

รูปที่ 3.1 แผนผังของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ 22

รูปที่ 3.2 แสดงกระบวนการทำงานหลัก 24

รูปที่ 3.3 แบบโครงสร้างชุดติดตั้ง 25

รูปที่ 3.4 ชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์ 26

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559) 29

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559) 30

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2559) 30

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559) 31

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559) 31

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีหมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ (วันที่ 9 มีนาคม 2559) 32

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง กรณีหมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ (วันที่ 9 มีนาคม 2559) 33

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบจักรยานไฟฟ้า 33

ตารางที่ 4.2 ผลการชาร์จจักรยานไฟฟ้า 34

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการวิ่งของจักรยานไฟฟ้า 34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ปลอดภัย บริสุทธิ์ สามารถหาได้ง่ายทุกที่ เพียงอาศัยแค่ชุดอุปกรณ์แผงโซล่าเซลล์มาแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับให้เป็นพลังงานไฟฟ้าก็สามารถใช้งานได้ทันที ตลอดจนสามารถที่จะนำไปจัดเก็บสำรองไว้แล้วนำพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวที่ได้รับไปใช้งานในภายหลัง ซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด เช่น หลอดไฟเพื่อให้แสงสว่างในยามค่ำคืน หรือทีวี พัดลม วิทยุ เครื่องเล่นดีวีดี เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ เป็นต้นปัจจุบันนี้แผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้กับระบบโซล่าเซลล์มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกทั้งค่าใช้จ่ายถูกลงเมื่อเทียบกับเมื่อก่อนเป็นอย่างมาก ด้วยงบประมาณเริ่มต้นเพียงไม่กี่พันบาทก็สามารถมีระบบโซล่าเซลล์ขนาดเล็กไว้ใช้งานได้ หรือจะประยุกต์ทำเป็นระบบโซล่าเซลล์ขนาดใหญ่ใช้งานต่าง ๆ ตามที่ต้องการก็ได้ อีกทั้งอายุการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์ที่มีคุณภาพในปัจจุบันสามารถใช้งานประมาณ 20-30 ปี ในขณะที่จุดคุ้มค่าในการลงทุนเพียงแค่ปีกว่าเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ห่างไกลไฟฟ้า ทุกคนสามารถมีแสงสว่างในห้องน้ำ ห้องนอน ห้องนั่งเล่น สำหรับอ่านหนังสือ ดูหนัง ฟังเพลง สูบน้ำมาใช้ในบ้านโดยไม่ต้องหาบน้ำเป็นระยะทางไกลๆ อีกทั้งเป็นไฟฟ้าของเราเอง ไม่ต้องปักเสาลากสายจ่ายค่าหม้อแปลง ไม่ต้องจ่ายค่าไฟรายเดือน เป็นอิสระยืนหยัดพึ่งตนเอง อีกทั้งยังได้ช่วยชาติเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ลดการทำลายป่าต้นไม้สำธาร ลดการบุกรุกป่าทำลายระบบนิเวศน์ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์และคนในพื้นที่ เพื่อนำพื้นที่ป่าไม้มาสร้างเขื่อน ตลอดจนช่วยลดภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่งด้วย

คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงงานนี้ขึ้นมา โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างชุดต้นแบบ สถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่ซึ่งจะทำการศึกษาการเก็บประจุไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จากการวางแผงที่ตำแหน่ง ทิศทาง และช่วงเวลาต่าง ๆ โดยทำการทดลองจากชุดทดสอบแล้วนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้นี้ไปใช้กับจักรยานไฟฟ้าหรือสามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีและออกแบบเชิงหลักการของระบบชุดต้นแบบ สำหรับติดตั้งชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

1.2.2 เพื่อสร้างชุดต้นแบบและทดสอบการทำงานของชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ใช้พื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก (ละติจูดที่ 16.74 องศา) เป็นสถานที่ทดลองและติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์

1.3.2 ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Mono-crystalline) ขนาด 100 วัตต์, แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด (Lead-acid) ขนาด 100 แอมป์ชั่วโมง, เครื่องควบคุมการชาร์จ (Controller) ขนาด 10 แอมป์, เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 500 W

1.3.3 ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลคือ 09.00 น. – 17.00 น.

1.4 ขั้นตอนแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2558				2559			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง								
2.เลือกชนิดเซลล์แสงอาทิตย์และชนิดของแบตเตอรี่								
3. ออกแบบโครงสร้างชุดติดตั้ง								
4.ทำการติดตั้งและทดลอง								
5. ทำการวัดและเก็บข้อมูลแรงดันกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่มุมองศาการวางแผงที่แตกต่างกัน								
6. วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง								
7. สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์								

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบถึงการวางตัวเซลล์แสงอาทิตย์ในทิศทางที่ทำมุมต่าง ๆ กับแสงอาทิตย์ เวลาที่ทดสอบที่จะสามารถผลิตประจุไฟฟ้าได้มากที่สุด และรวมไปถึงการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

1.5.2 ได้ชุดต้นแบบและทดสอบการทำงานของชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.3 ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการชาร์จแบตเตอรี่ซึ่งทำให้สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1) วัตต์มิเตอร์	900 บาท
2) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้ง	830 บาท
3) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,270 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สามพันบาทถ้วน)	3,000 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 วรรณกรรมปริทัศน์

ณัฐนิติ วัลลิยะเมธี และคณะ [1] ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 2.85 กิโลวัตต์ เพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวน 4 ระบบ คือ ระบบสูบน้ำใช้เข้าถังเก็บน้ำ ระบบสูบน้ำดื่มอัตโนมัติ ระบบอัดประจุแบตเตอรี่ และระบบไฟส่องสว่างภายในโรงเรียนบ้านเนินทอง อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งเครื่องวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าเพื่อเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ภายในส่วนต่างๆ ของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 9.78 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ให้กับภาระทั้ง 4 ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ออกแบบไว้ และยังพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ตัวที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 77.65% และ 74.21% ตามลำดับ รวมทั้งประสิทธิภาของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 75.65%

สัญญา พรหมภาสิต [2] ศึกษาเกี่ยวกับการหามุมเอียงที่เหมาะสมของแผงเซลล์อาทิตย์สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์แบบอิสระในจังหวัดพิษณุโลก จากผลการทดลองในการติดตั้งและปรับมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 วัตต์ ณ บริเวณพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก (ละติจูด 16.74 องศา) โดยหันหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้ ตั้งแต่วันที่ 20 ธันวาคม 2551 ถึงวันที่ 20 มีนาคม 2552 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ค่ามุมเอียงคงที่ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตพลังงานไฟฟ้ารวมรายปีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 15.4 องศา โดยความผิดพลาดของแบบจำลองมีค่าน้อยมากซึ่งสอดคล้องกับสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของการประมาณที่มีค่าเข้าสู่หนึ่ง นอกจากนี้ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยการใช้ทฤษฎีเรขาคณิตวิเคราะห์ มุมตกกระทบทำกับพื้นราบในการรับค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์นอกชั้นบรรยากาศโลกรวมรายปีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 16.6 องศา

ฐิติพร เจาะจง [3] ศึกษาการลดลงของประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลังการติดตั้งใช้งาน แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิดเมื่อติดตั้งใช้งานเป็นเวลานาน ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3 ส่วนคือ เพื่อศึกษาการลดลงของประสิทธิภาพของแผงเซลแสงอาทิตย์ในระยะยาว โดยศึกษาข้อมูลการผลิต

พลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระหว่างปี 2548 – 2551 พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิกอน (a-Si) ไฮบริดซิลิกอน (HiT) และผลึกผสม (p-Si) มีอัตราการลดลงของประสิทธิภาพเฉลี่ยรายปีร้อยละ 2.78, 1.47 และ 0.96 ตามลำดับ ส่วนที่สองทำการศึกษาตัวแปรที่มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไป โดยมุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานอนุกรมและความต้านซันต์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากการศึกษาพบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิกอน ไฮบริดซิลิกอน และผลึกผสม มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความต้านทานอนุกรมประมาณ 2.19 8.20 และ 2.21%ปี ตามลำดับ และมีอัตราการลดลงของความต้านทานซันต์ประมาณ 0.00 0.23 และ 0.05%ปี ตามลำดับ และส่วนสุดท้ายคือการศึกษาผลของสเปกตรัมรังสีอาทิตย์ต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษาสเปกตรัมรังสีอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่น 350 – 1,050 นาโนเมตร ที่มวลอากาศ 1.5 พบว่า สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 755 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิกอน สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 329 วัตต์ต่อตารางเมตร และสำหรับลักษณะของสเปกตรัมที่จังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูหนาวสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 549 วัตต์ต่อตารางเมตร ฤดูร้อนสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 477 วัตต์ต่อตารางเมตร และฤดูฝนสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 407 วัตต์ต่อตารางเมตร

2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โซล่าเซลล์ (Solar Cell) หรือเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ (หรือแสงจากหลอดแสงสว่าง) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง และไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง (Renewable Energy) สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใด ๆ ขณะใช้งาน

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell Panel)

ความหมายของโซล่าเซลล์หรือ PV Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึงกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959

ดังนั้น สรุปได้ว่าเซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซล่าเซลล์คือสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

ในทุกวันนี้ เกือบ 90% ของแผงโซล่าเซลล์ นั้นทำมาจาก ซิลิคอน (Silicon) ซึ่งซิลิคอนนี้อาจจะอยู่ในรูปต่างๆกันไป และ 95% ของแผงโซล่าเซลล์ ที่มีใช้ตามบ้านเรือนนั้น เป็นซิลิคอนที่อยู่ในรูปของ ผลึกซิลิคอน หรือ crystalline Silicon ความบริสุทธิ์ของเนื้อซิลิคอน เป็นคุณสมบัติสำคัญที่สุด ที่ทำให้รูปแบบของซิลิคอน ที่นำมาใช้ทำโซล่าเซลล์ มีความแตกต่างกันออกไป ด้วยคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีแล้ว ซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์กว่า จะมีโมเลกุลจัดเรียงตัวดีและเป็นระเบียบกว่า และทำให้มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า นั่นเอง ดังนั้น ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ จึงขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของซิลิคอน แต่กระบวนการที่จะทำให้ซิลิคอนมีความบริสุทธิ์นั้นยุ่งยาก มีขั้นตอนที่ซับซ้อน และมีต้นทุนสูงประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ จึงไม่ใช่สิ่งแรกที่เราต้องคำนึงถึง แต่อาจเป็นเรื่องของราคาต้นทุน ความคุ้มค่าในการลงทุนหรือจุดคืนทุน ประสิทธิภาพต่อพื้นที่ และขนาดพื้นที่ที่คุณมีอยู่ต่างหากที่จะต้องมาก่อน

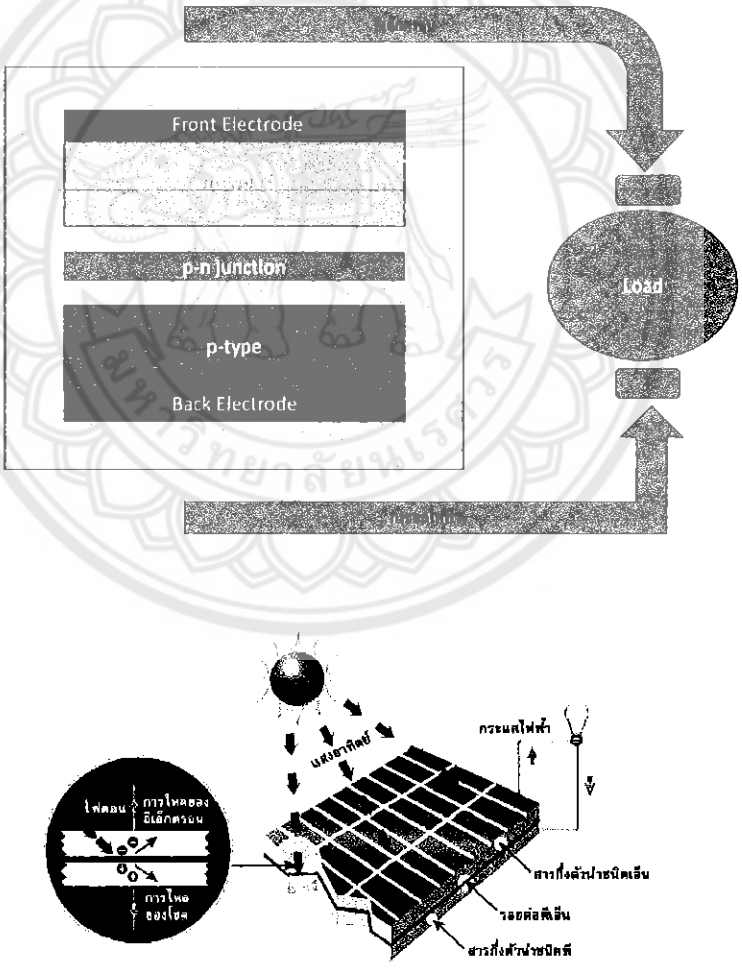
หลักการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อแสงอาทิตย์ถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่นซิลิกอนมาผ่านกระบวนทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบในทิศตั้งฉากบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่เรียกว่าโฟตอน จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น

ทฤษฎี Semiconductors

Semiconductors เป็นหัวใจหลักเกือบจะทั้งหมดของระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถที่จะนำไฟฟ้าหรือปิดกั้นกระแสไฟฟ้าได้ ขึ้นอยู่กับจะควบคุมยังไง ซึ่งเซมิคอนดักเตอร์สามารถที่จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียวได้ (one direction) รวมถึงยังสามารถที่จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มาต่ำๆได้อีกและหลักการที่นำมาประยุกต์ใช้กับเซลล์แสงอาทิตย์คือ การโดปสาร impurity atom ลงไปในซิลิคอนบริสุทธิ์ (Doping Semiconductor) ในการโดปสารนั้นจะใช้สารอยู่สองชนิดคือ Trivalent และ Pentavalent โดยที่ Boronซึ่งเป็นสารชนิด Trivalent จะเป็นสารที่มีอะตอมวงนอกสุดอยู่ 3 อิเล็กตรอน โดปกับสารซิลิคอน จะทำให้ขาดอิเล็กตรอนวงนอกสุดอยู่ 1 อิเล็กตรอนเราจะ

ได้วัสดุที่เรียกว่า p-type พบว่าMajority carrier คือ โฮลMinority carrier คือ อิเล็กตรอน ถ้านำ Arsenic ซึ่งเป็นสารชนิด Pentavalent โดปกับซิลิคอนจะทำให้เหลืออิเล็กตรอนวงนอกสุดที่ไม่ได้จับคู่อยู่ 1 อิเล็กตรอน ซึ่งจะกลายเป็นวัสดุที่เราเรียกว่า n-type พบว่าMajority carrier คือ อิเล็กตรอน Minority carrier คือ โฮล โดยเซลล์แสงอาทิตย์จะประกอบไปด้วย n-type p-type และ p-n junction มีหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าดังนี้ เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อพลังสูงพอทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กัน อิเล็กตรอนจะวิ่งไปยังชั้น n - type และโฮลจะวิ่งไปยังชั้น p typeอิเล็กตรอนวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กัน



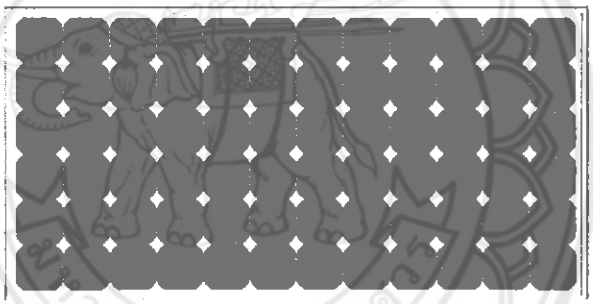
รูปที่ 2.1 หลักการเปลี่ยนพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า

(ที่มา : http://solarcell-thailand.com/wp-content/uploads/2014/07/solar-other1.jpg)

ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน แบ่งเป็น

1.1 ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell สังเกตค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์นั้นเป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการกวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลางที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์



รูปที่ 2.2 Single Crystalline Silicon Solar Cell

(ที่มา : http://www.klcbright.com/image/solarcellpanelmonocrystal.jpg)

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

- มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%

- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film

- มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป

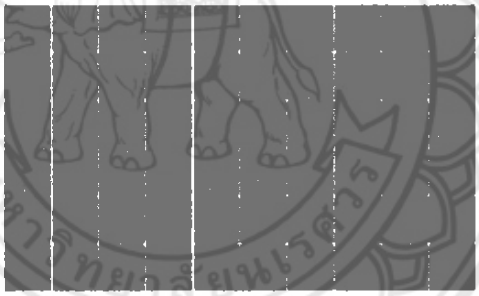
- ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

- เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า

- ถ้าหาก แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

1.2 ชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิตสามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก



รูปที่ 2.3 Polycrystalline Silicon Solar Cell

(ที่มา : http://www.klcbright.com/image/solarcellpanelpolycrystal.jpg)

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์

- มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึงใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

- มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่า ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย

- มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

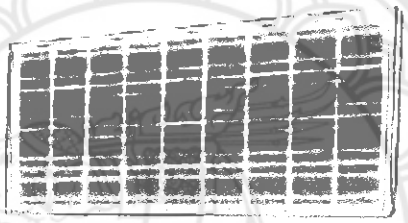
ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์

- มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์

- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

- มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า

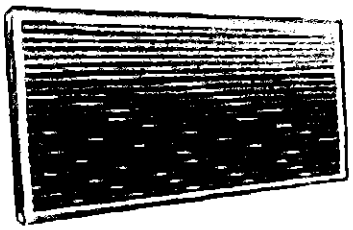
2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน Amorphous Silicon (a-Si) เป็นการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์อีกชนิดหนึ่ง โดยใช้สารซิลิคอน สารโบรอน และสารฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปก๊าซทั้งหมด นำมาเคลือบเป็นฟิล์มบาง (Thin film) ลงบนแผ่นแก้ว แผ่นพลาสติก หรือแผ่นโลหะ มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงานต่ำกว่าชนิดผลึกซิลิคอน แต่ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิต ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลง และเพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงประมาณร้อยละ 6-8



รูปที่ 2.4 Amorphous Silicon Solar Cell

(ที่มา : http://solarcellthailand96.com/wp-content/uploads/2015/07/Amorphous-Silicon-Solar-Cell.jpg)

3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสารประกอบของคอปเปอร์อินเดียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium (Gallium) Di-Selenide) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ใช้สารผสมของ Copper Indium Gallium และ Selenium โดยมีทั้งที่ใช้ Cadmium Sulphideและไม่ใช้ Cadmium Sulphideเป็นบัฟเฟอร์ในเซลล์แสงอาทิตย์ มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับชนิดผลึกซิลิคอน อยู่ที่ประมาณ 9-13



รูปที่ 2.5 Copper Indium (Gallium) Di-Selenide

(ที่มา : http://solarcellthailand96.com/wp-content/uploads/2015/07/Copper-Indium-Gallium.jpg)

ข. แบตเตอรี่(Battery)

จะทำหน้าที่เก็บสำรองไฟฟ้า ในเวลาที่แผงโซลาร์เซลล์ไม่สามารถรับแสงได้ (เวลากลางคืน) แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ควรใช้แบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle แต่จะมีราคาสูง ซึ่งเราสามารถเลือกใช้กับแบตเตอรี่ชนิดอื่นแทนได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ หรือ แบตเตอรี่แห้ง (Sealed Lead Acid Battery) ได้ ซึ่งจะมีราคาถูกกว่า

ลักษณะของการปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุ(กระแส)ไฟฟ้าได้น้อย(Shallow-Cycle Battery) คือ แบตเตอรี่ที่ออกแบบมาให้ปล่อยประจุไฟฟ้าได้ประมาณ 10-20 % ของประจุไฟฟ้ารวมก่อนจะทำการชาร์จประจุใหม่ การปล่อยประจุไฟฟ้าจะมีหน่วยเป็นแอมอาวด์(Ah) , 100 Ah หมายถึงแบตเตอรี่สามารถปล่อยประจุกระแสไฟฟ้า 100 A ได้ 1 ในชั่วโมง(ในความเป็นจริงไม่สามารถทำอย่างนั้นได้ เพราะเมื่อปล่อยประจุจากแบตเตอรี่จนหมด แบตเตอรี่จะเสียทันที)ซึ่งจริงแล้วจะสามารถปล่อยออกมาได้เพียง 10-20 Ah หลังจากนั้นจะต้องทำการชาร์จประจุให้เต็มก่อนการคลายประจุครั้งต่อไป

แบตเตอรี่ที่สามารถปล่อยประจุ(กระแส)ไฟฟ้าได้มาก(Deep-Cycle Battery) คือแบตเตอรี่สามารถปล่อยประจุได้ถึง 60-80%ของประจุรวมก่อนที่จะทำการชาร์จประจุใหม่ ส่วนมากแล้วจะนำมาใช้กับระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย

แบตเตอรี่แบบพิเศษเพื่อใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์

แบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีขายในท้องตลาดน้อยมาก และเป็นแบตเตอรี่ที่มีรูปแบบการทำงานเฉพาะตัว แบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีการประจุไฟฟ้า/จ่ายไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้าค่าต่ำ (ประมาณ 0.1 ถึง 0.5 เท่าของ 10 Ah ของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด)

2. มีช่วงเวลาของการประจุไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าที่ยาวนาน (สามารถใช้งานได้นานกว่า 20 ชั่วโมง)

3. สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ปริมาณมาก (มากกว่า 70% ของการจ่ายไฟฟ้าลึก)

4. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

แบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ควรมีคุณสมบัติการคายประจุไฟฟ้าเองต่ำ ถ้าพิจารณาพื้นฐานการทำงานของแบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์รายวัน ในทุกๆ วันจะมีการจ่ายไฟฟ้าออกมาเองน้อยมาก โดยมีอัตราการจ่ายไฟฟ้าสูงสุดสัมพัทธ์เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน หรือมีค่าสมดุลพลังงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

มีการกำหนดคุณสมบัติจำเพาะของแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรดคือ ขั้วไฟฟ้าทำจากตะกั่วอัล-ลอย ที่ออกแบบมาเพื่อใช้เฉพาะงาน ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดนี้เมื่อนำมาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ คือ

1. มีค่าประสิทธิภาพทางพลังงานสูง

2. มีสมรรถนะของรอบการใช้งานสูง เนื่องจากแบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะมีรอบการใช้งานจำนวนมาก และมีการจ่ายไฟฟ้าจนถึงค่าการจ่ายไฟฟ้าลึกบ่อยมาก

3. มีอายุการใช้งานยาวนาน เนื่องจากจำนวนรอบของการใช้งานแบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะจริงจะมีค่ามากกว่า 700 รอบ ซึ่งหมายถึงแบตเตอรี่อาจจะสามารถทำงานได้ถึง 2000 รอบของการใช้งานที่ค่าเฉลี่ย 35% ของการจ่ายไฟฟ้าลึก (อายุการใช้งานประมาณ 5-6 ปี)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้เห็นประโยชน์ของแบตเตอรี่แบบที่ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์คือ ถึงแม้ว่าจะมีราคาลงทุนค่อนข้างสูง แต่เป็นแบตเตอรี่ที่มีคุณสมบัติเหมาะกับสภาวะการใช้งานและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

แบตเตอรี่ที่ใช้ติดเครื่องยนต์ ไม่เหมาะสมกับการใช้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากมีรูปแบบที่ไม่แน่นอนในตอนเริ่มต้นและมีตัวแปรมากมายที่มีผลต่อการทำงาน นอกจากนี้ยังอาจเสียได้ตลอดเวลา เมื่อมีการใช้งานเพียงไม่กี่เดือน หรือไม่กี่สัปดาห์ จึงไม่ควรนำมาใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีรอบการใช้งานอย่างหนัก

ค. เครื่องควบคุมการประจุ (Solar Charge Controller)

เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า มีหน้าที่ป้องกันแบตเตอรี่จากการประจุไฟฟ้าเกิน เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่แบบง่ายที่สุดจะใช้รีเลย์เป็นสวิทช์ปิดเปิด ซึ่งรีเลย์จะตัดวงจรไฟฟ้าระหว่างแบตเตอรี่และแผงเซลล์ออกจากกันเมื่อแบตเตอรี่มีค่าแรงดันไฟฟ้าถึงขีดจำกัดสูงสุด และรีเลย์จะตัดวงจรไฟฟ้าระหว่างแบตเตอรี่กับภาระไฟฟ้าเมื่อแรงดันของแบตเตอรี่มีค่าลดลงต่ำกว่าค่าต่ำสุด

ที่ตั้งไว้ การประจุไฟฟ้าแก่แบตเตอรี่อย่างต่อเนื่อง จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ประจุแก่แบตเตอรี่มีค่าลดลงเรื่อยๆ ซึ่งเกิดจากแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ระดับสูงสุด หรือแบตเตอรี่อยู่ในสภาวะเต็ม

เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูง จะมีการควบคุมการประจุแบตเตอรี่อยู่ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกจะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีค่าคงที่ก่อนที่แบตเตอรี่จะเกิดแก๊ส ซึ่งมีการกำหนดเวลาประมาณ 30 นาที ก่อนที่แบตเตอรี่จะเต็ม ขั้นตอนที่สองเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่จะทำการลดค่าแรงดันไฟฟ้าลงไปยังระดับที่เหมาะสมต่อการประจุไฟฟ้า

การเลือกประเภทของเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่

-สามารถทนต่อค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้

-ช่วงเวลาที่ทำการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ควรมีการสูญเสียและใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยมาก

-สามารถใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้

-มีอายุการใช้งานที่นาน

ง. เครื่องแปลงไฟ (Power Inverter)

<u>หลักการทำงานของเครื่องแปลงไฟ</u>

เครื่องแปลงไฟ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของเครื่องแปลงไฟ

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่แปลงได้จากตัวInverter จะมีรูปแบบของลูกคลื่นที่ผลิตได้อยู่ 2 แบบใหญ่ๆด้วยกันคือ

- รูปคลื่น Square Wave มีลักษณะเป็นทรงเหลี่ยม ซึ่งจุดที่เปลี่ยนระหว่างคลื่นบวกกับลบจะมีความชันน้อยกว่า Inverterที่มีแรงดันขาออกเป็นแบบสองลูกคลื่นนี้จะนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ค่อยมีผลกับรูปแบบของลูกคลื่นมากนักเช่นหลอดไฟ เป็นต้น แต่ถ้านำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบของเส้นลวดพัน เช่นมอเตอร์พัดลม จะทำให้เกิดเสียงฮัมและความร้อนจากตัวมอเตอร์ส่งผลให้มอเตอร์เสียหายได้ เนื่องจากรูปแบบลูกคลื่นไม่สอดกับหลักการทำงานภายในของตัวมอเตอร์นั่นเอง

- รูปคลื่น Sine Wave จะรองรับการนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทุกชนิดโดยไม่ทำให้เกิดปัญหา และมีรูปร่างของคลื่นที่ผลิตได้เหมือนกับรูปคลื่นไฟฟ้าตามบ้านทุกประการ การนำเอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์ไซน์เวฟนี้ไปจ่ายให้กับพัดลม พัดลมจะทำงานปกติไม่เกิดเสียงฮัมแต่อย่างใด

โครงสร้างภายในของเครื่องแปลงไฟ

- ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC.power supply (50 Hz) ให้เป็นไฟตรง (DC Voltage)

- ชุดอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ แปลงไฟตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้

- ชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์และชุดอินเวอร์เตอร์

ตัวอย่างการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน ได้แก่

- การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟสำรอง หรือที่เรียกว่า UPS (Uninterruptible Power Supply) เพื่อแก้ปัญหาไฟเกิน, ไฟตก, ไฟดับ และคลื่นรบกวน ช่วยป้องกันการเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยไฟฟ้าที่สำรองไว้จะเก็บในแบตเตอรี่

- ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้หลักการควบคุมความถี่ของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อต้องการให้แรงบิด (Torque) คงที่ทุกๆ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป

- ใช้แปลงไฟฟ้าจากระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงชนิดไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อบริการให้แก่ผู้ใช้

- ใช้ในระบบเตาถลุงเหล็กที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อน (Induction heating) ซึ่งใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงในการทำงาน

2.2.2 สูตรที่เกี่ยวข้อง

สูตรที่ใช้ในการหา กำลังฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

$$P = I * E \qquad (2.1)$$

โดยที่ P คือ กำลังทางไฟฟ้า มีหน่วย คือ วัตต์ (W)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วย คือ แอมแปร์ (A)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วย คือ โวลต์ (V)

$$Ah = I * hr \qquad (2.2)$$

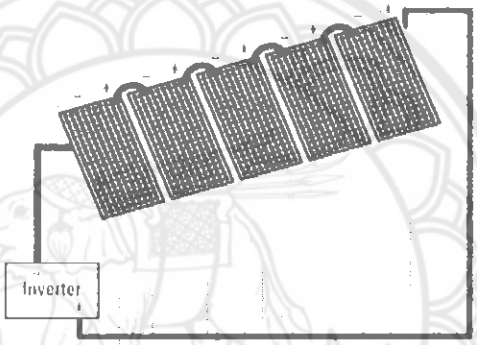
โดยที่ I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วย คือ แอมแปร์ (A)

Hr คือเวลา (ชั่วโมง)

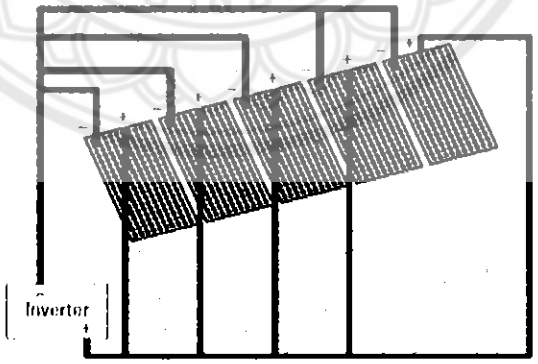
$$\text{ขนาดของแผง} = \frac{\text{ค่าการใช้พลังงานรวม (Wh)}}{\text{ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้ใน 1 วัน)}} \quad (2.3)$$

สูตรคำนวณ ขนาดกระแส/ชั่วโมง ของแบตเตอรี่สามารถคำนวณได้จาก

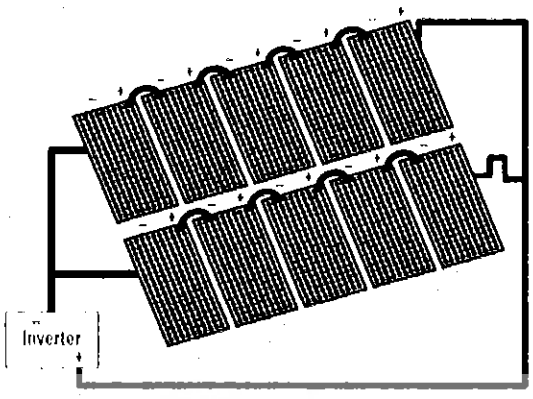
Ah = ค่าพลังงานรวม / [แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ X 0.6 (% การใช้งานกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่) X 0.85 (ประสิทธิภาพของ Inverter)] (2.4)



รูปที่ 2.6 แสดงการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม



รูปที่ 2.7 แสดงการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน

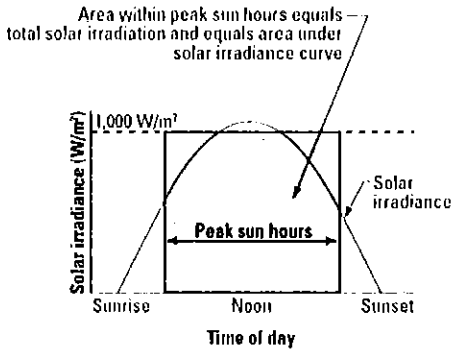


รูปที่ 2.8 แสดงการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรมและแบบขนาน

วิธีคำนวณการต่อแบบอนุกรม แผลเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 12 V 4 A
60volts (V) x 4 amps (A) = 240 watts (W)

วิธีคำนวณการต่อแบบขนาน แผลเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 12 V 4 A
12volts(V) x 20 amps (A) = 240 watts (W)

วิธีคำนวณการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน แผลเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 12 V 4 A
5 x 12 volts (V) = 60 volts (V)
2 x 4 amps (A) = 8 amps (A)
60volts (V) x 8 amps (A) = 240 watts (W)



รูปที่ 2.9 แสดงความเข้มแสงของดวงอาทิตย์แต่ละช่วงเวลา

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอก และวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 1,000วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 750 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

อุณหภูมิ

กระแสไฟจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่น กำหนดไว้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ Voc) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก็จะหมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 2.5% (0.5% x 5 องศาเซลเซียส) นั่นคือ แรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ Voc จะลดลง 0.525 V (21 V x 2.5%) เหลือเพียง 20.475 V (21V – 0.525V) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงด้วย

- การสะท้อนของแสงแดดที่เกิดจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ยังไม่ได้เคลือบสารกันสะท้อน
- ความหนาของเซลล์แสงอาทิตย์

2.2.4 การหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การหาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไป จะได้จากการวัดค่ากำลังของแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผงเซลล์ด้วยไพรานอมิเตอร์ และหากำลังไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ จากการที่มีการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมของแสงอาทิตย์อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากปัจจัยค่ามวลอากาศ ปริมาณไอน้ำในอากาศ ความขุ่นมัวของท้องฟ้า และสาเหตุอื่นๆ อีกมากมาย รวมถึงความผิดพลาดที่เกิดจากการปรับเทียบหัววัดไพรานอมิเตอร์ (มีค่าประมาณ ±5%) จากสาเหตุต่างๆ ที่

กล่าวมา จะทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการเปรียบเทียบสมรรถนะของแผงเซลล์ที่มีการทดสอบในเวลาและสถานที่แตกต่างกัน

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำได้โดยใช้วิธีการปรับค่าโดยเทียบกับเซลล์อ้างอิงภายใต้เงื่อนไขความเข้มแสงมาตรฐาน สมรรถนะของเซลล์ภายใต้การทดสอบในภาคสนามจะถูกวัดเทียบกับเซลล์อ้างอิง การใช้เทคนิคนี้จะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขดังนี้

1. การตอบสนองที่ค่าความยาวคลื่นแสงค่าต่างๆ หรือการตอบสนองเชิงสเปกตรัมของเซลล์อ้างอิงและเซลล์ทดสอบ ควรมีลักษณะเหมือนกัน

2. สเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้สำหรับทดสอบเปรียบเทียบต้องมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเข้มแสงมาตรฐาน และมีค่าความเข้มอยู่ในช่วงที่ทำการทดสอบ

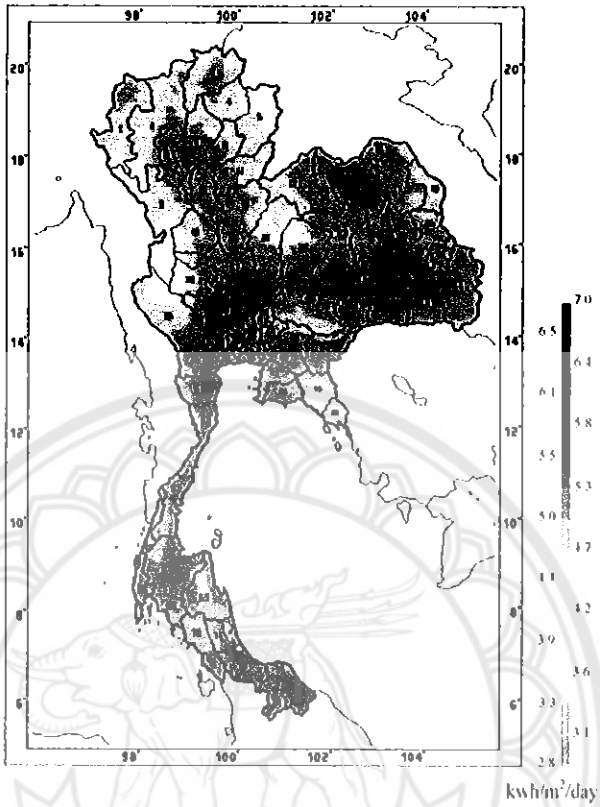
เซลล์ที่ต้องการทดสอบหาสมรรถนะและเซลล์อ้างอิงควรทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกัน และมีเทคนิคของการสร้างเซลล์เหมือนกัน ซึ่งจะทำให้ค่าที่วัดจากเซลล์ทดสอบและเซลล์อ้างอิงสามารถปรับเทียบไปที่เงื่อนไขของค่าความเข้มมาตรฐานในห้องปรับเทียบได้

2.2.5 หลักการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถติดตั้งได้ทั้งบนหลังคาบ้าน บนหลังโรงจอดรถ และบนพื้นดิน ตำแหน่งที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นตำแหน่งที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวัน ตลอดทั้งปี ต้องไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งของอื่นใดมาบังแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน (เช่น ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ เสาอากาศ ฯลฯ) ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีฝุ่นหรือไอระเหยจากน้ำมันมากเกินไป

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยที่ได้มาตรฐานโดยทั่วไป จะติดตั้งให้ด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ และแผงเซลล์เอียงเป็นมุมประมาณ 10-15 องศากับพื้นโลก

หรือการหมุนแผงตามทิศของแสงดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ ปัจจุบันจึงมีการออกแบบระบบที่ทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ได้ตั้งแต่เช้าถึงเย็นโดยอัตโนมัติ ระบบดังกล่าวเรียกว่า Tracking System หรือระบบ “หมุนตามดวงอาทิตย์” ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบคงที่ประมาณ 20% หลักการทำงานของระบบหมุนตามดวงอาทิตย์นี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถหมุนตามดวงอาทิตย์ เพื่อรับความเข้มของแสงได้สูงสุดตลอดวัน ซึ่งระบบดังกล่าวจะมีลักษณะเป็น “แขนกล” ทำหน้าที่หมุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยอาศัยการทำงานของซอฟต์แวร์ที่เก็บข้อมูลความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ไว้ ซึ่งโปรแกรมนี้จะตั้งองศาการหันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามมุมที่รับแสงได้มากที่สุดในแต่ละช่วงเวลา แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหมุนตาม ดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ทุก 8 นาที การหมุนหนึ่งครั้งจะเปลี่ยนมุมไป 3 องศา และใช้เวลาหมุน 20 วินาที เมื่อแสงอาทิตย์หมดในตอนเย็น แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะปรับมาอยู่ในตำแหน่ง Home ซึ่งเป็นตำแหน่งขนานกับพื้นดิน



รูปที่ 2.10 แผนที่ปริมาณการแพร่รังสีอาทิตย์ในประเทศไทย

(ที่มา : http://www3.egat.co.th/re/egat_pv/sun%20thailand.jpg)

2.2.6 ระบบของเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบติดตั้งแบบอิสระ (Stand-alone system)

เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้าเข้าถึง หลักการทำงานของระบบติดตั้งแบบอิสระ แบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน โดยในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งได้รับแสงแดดจะ สามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อม ๆ กัน ส่วนในช่วงเวลากลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้รับแสงแดดจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นพลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่โหลด จึงกล่าวได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ระบบติดตั้งแบบอิสระนี้ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

ระบบติดตั้งแบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย (Grid connected system)

เป็นระบบที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อน การลงทุนไม่สูงมากเท่าแบบติดตั้งอิสระ แต่ต้องติดตั้งในพื้นที่ที่มีระบบสายส่งไฟฟ้าอยู่แล้ว ระบบนี้จะไม่มีการเก็บพลังงานลง

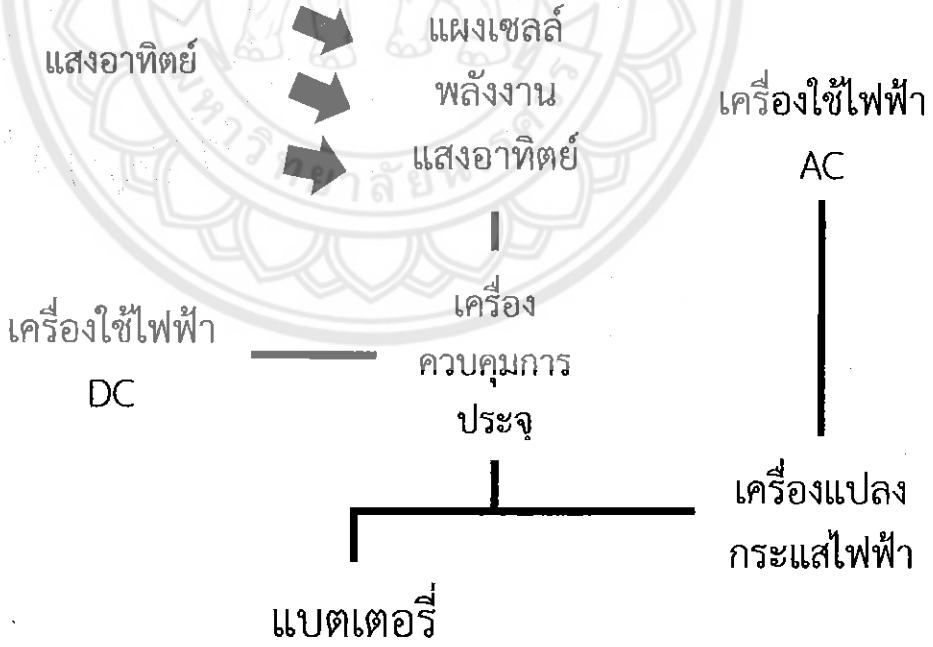
แบตเตอรี่ ผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์แล้วก็จ่ายเข้าระบบได้ เลย ทำให้ช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของการดูแลรักษาแบตเตอรี่ แต่หากระบบไฟฟ้าหลักขัดข้อง ระบบนี้ก็จะหยุดจ่ายกระแส ไฟฟ้าเข้าระบบด้วย เนื่องจากเป็นมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับช่างไฟฟ้าที่จะซ่อมบำรุงระบบ ซึ่งเป็นมาตรฐานที่บังคับใช้ทั่วโลก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีดังกล่าวประกอบไปด้วยการศึกษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ศึกษาข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การเลือกขนาด Inverter การเลือกขนาด Charge Controller และการเลือก PV



รูปที่ 3.1 แผนผังของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

3.1.1 กำหนดพื้นที่ที่จะติดตั้งซึ่งก็คือ จังหวัดพิษณุโลกละติจูดที่ 16.78

3.1.2 กำหนดขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะใช้ และจำนวนชั่วโมงต่อวัน

เครื่องชาร์จแบตเตอรี่จักรยานไฟฟ้า ขนาด 75 W ใช้งาน 3 ชั่วโมงต่อวัน

3.1.3 เลือกขนาด inverter ให้มีขนาดมากกว่า 50 % ของเครื่องใช้ไฟฟ้ารวม (50 % เปลี่ยนได้จากประสิทธิภาพของเครื่องInverter แต่ละตัว)

ขนาด Inverter คือ $\frac{75W}{0.5} = 150\ W$

ใช้พลังงานในแต่ละวันคือ 150 W ×3 hr = 450 Wh

3.1.4 เลือกขนาดของ Charge control

จาก $I = \frac{P}{V} = \frac{150W}{12V} = 12.5\ A \approx 12\ A$

และ หาข้อมูล Radiation data จาก http://www.gaisma.com/en/location/phitsanulok.html ที่จังหวัดพิษณุโลก จะได้ Radiation data ที่น้อยที่สุดคือ 4.47 kWh/m2/day และสมมุติให้ค่า Radiation data ที่น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับค่า Sun hour

จะได้ Sun hour = 4.47 hr

3.1.5 เลือก PV

เลือกใช้ PV ขนาด 100W

จะได้พลังงานในแต่ละวันคือ 4.47 hr ×100 W = 447 Wh

หาจำนวนแผง $\frac{447Wh}{450Wh} = 0.933 \approx 1$ แผง

3.1.6 เลือก Battery

ชนิด 100 Ah 12 V สำหรับสำรองพลังงานใน 1 วัน

พลังงานที่ต้องใช้ใน 1 วัน คือ 450 Wh

$$I = \frac{450Wh}{12V} = 37.5\ Ah$$

จำนวนของ Battery $\frac{37.5Ah}{100Ah} = 0.375 \approx 1$ ลูก

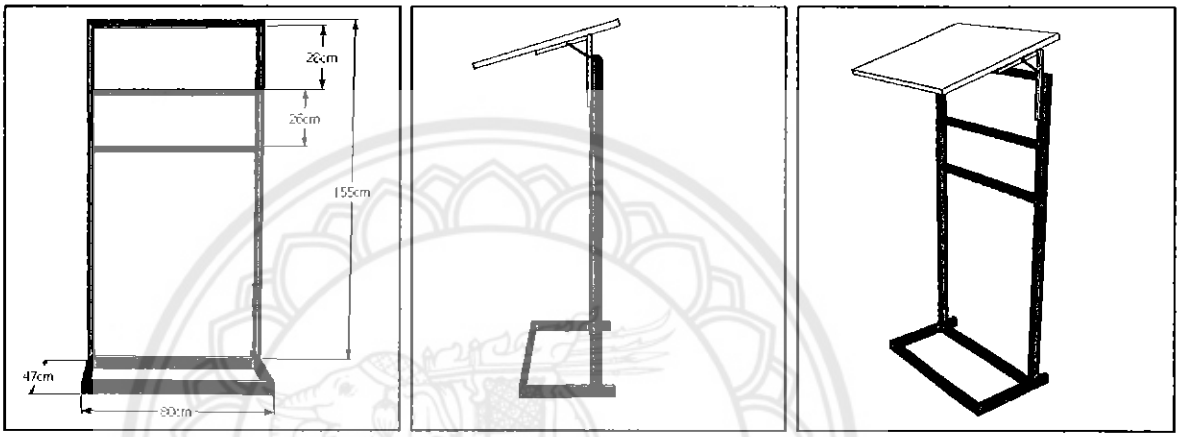
DESIGNING	1. ออกแบบชุดโครงสร้างสำหรับติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2. ออกแบบชุดหลังคา
INSTALLING	1. ประกอบโครงสร้าง + หลังคา 2. ติดตั้งระบบชุดเซลล์แสงอาทิตย์
TESTING	ทดสอบสถานีประจุไฟฟ้าโดยนำไปติดตั้งกลางแจ้ง แล้วเก็บบันทึกผล
ANALYSIS	วิเคราะห์และสรุปผลว่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้เพียงพอต่อการชาร์จจักรยานไฟฟ้าที่ต้องใช้ใน 1 วันหรือไม่

รูปที่ 3.2 แสดงกระบวนการทำงานหลัก

1919139

3.2 ออกแบบโครงสร้างชุดติดตั้ง

ชุดโครงสร้างติดตั้งมีลักษณะเป็นโครงเหล็ก สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยล้อ 4 ล้อประกอบติดที่ด้านล่างของโครง มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 แผงขนาด 120×55×3.5 เซนติเมตรประกอบติด ด้านบนฝั่งซ้ายโดยทำมุมเอียง 15 องศากับพื้นราบ ด้านฝั่งขวาติดหลังคาเพิ่มเติมสำหรับกันแดด

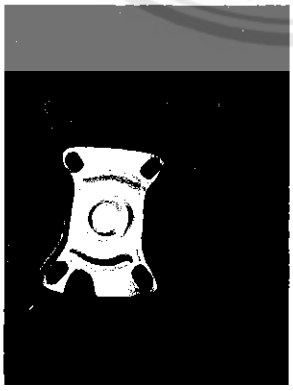


รูปที่ 3.3 แบบโครงสร้างชุดติดตั้ง

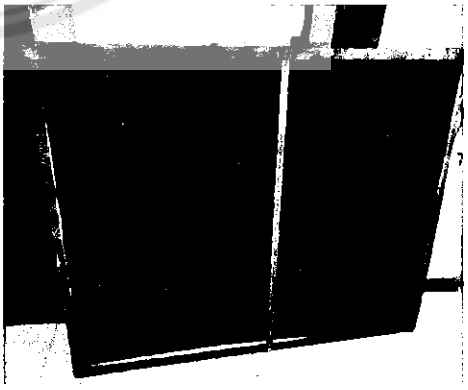
- โครงเหล็กสูง 155 เซนติเมตร ฐาน 80×47 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม (รวมหลังคา)

3.3 การติดตั้งและทดลอง

รูปที่ 3.4 ชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์



รูป ก. ล้อเลื่อน



รูป ข. หลังคา

รูป ค. แบตเตอรี่ขนาด 100 Ah

รูป ง. ชุดควบคุมการประจุไฟ

3.3.1 ส่วนประกอบของชุดต้นแบบ

(1) ชุดโครงสร้างติดตั้ง

(2) แผงเซลล์แสงอาทิตย์

(3) ล้อ 4 ล้อ (ดังรูป ก.)

(4) หลังคาสำหรับกันแดด ทำจากแผ่นไฟเบอร์ (ดังรูป ข.)

(5) แบตเตอรี่ (ดังรูป ค.)

(6) Charge Controller, Inverter, วัตต์มิเตอร์ (ดังรูป ง.)

3.3.2 การติดตั้ง โดยการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดของชุดต้นแบบ มีขั้นตอนดังนี้

(1) ติดตั้งล้อทั้ง 4 ล้อที่ด้านล่างของโครงสร้าง

(2) ทำฐานรองแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการร่วงหล่น

(3) ติดตั้งชุด Charge Controller, Inverter, วัตต์มิเตอร์

(4) ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 W โดยวางแผงทำมุม 15 องศากับพื้นราบ

(5) ติดตั้งหลังคาสำหรับกันแดด

3.3.3 การทดลอง โดยการนำชุดต้นแบบไปวางกลางแจ้งในที่โล่ง แบ่งการทดลองเป็น 2 แบบ คือการทดลองโดยการตั้งแผงคงที่หันไปทางทิศใต้ ทำการเก็บข้อมูลทุก 15 นาที ตั้งแต่เวลา 10.00 – 16.00 น. และการทดลองโดยการหมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ เก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00 – 17.00 น. โดยอ้างอิงการหมุนชุดต้นแบบตาม http://www.gaisma.com/en/location/phitsanulok.html เพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

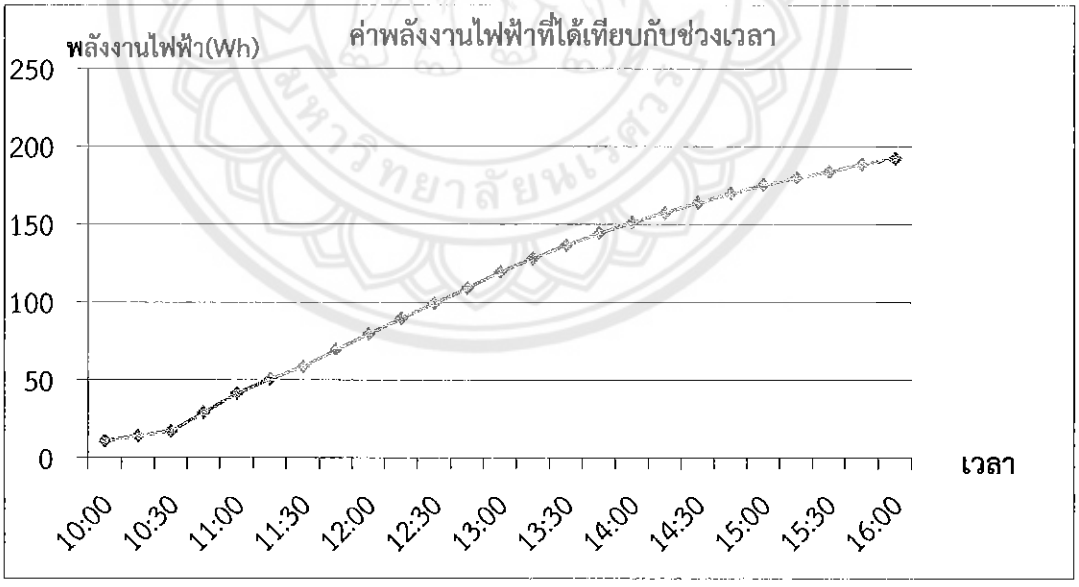
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผล

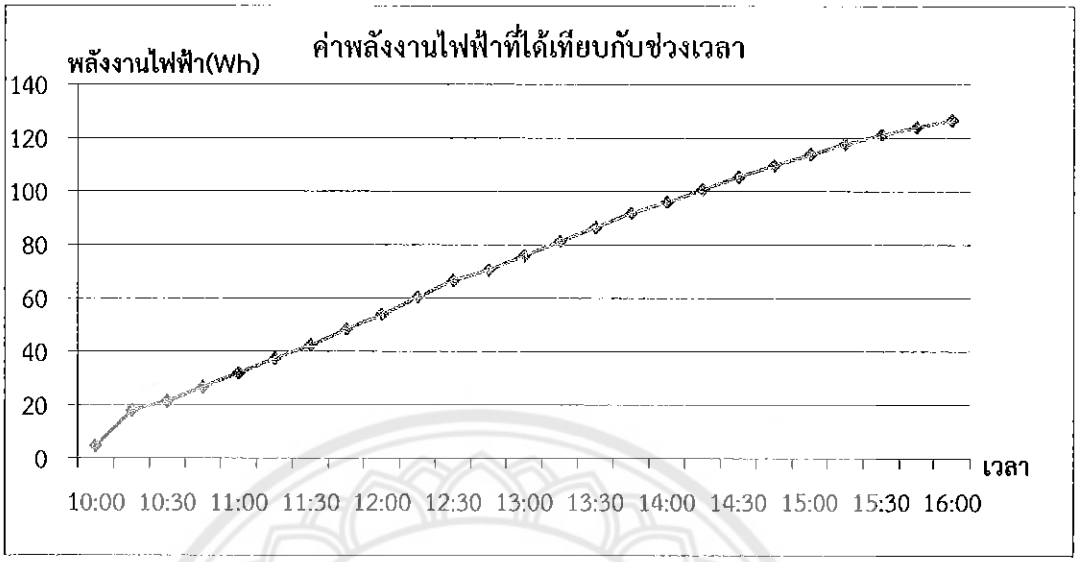
หลังจากทำการศึกษาหลักการและทฤษฎีในบทที่ 2 และดำเนินการออกแบบและติดตั้งในบทที่ 3 ซึ่งได้ผลการทดสอบ สามารถแบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้ 1) กรณีตั้งแผงอยู่กับที่ (หันหน้าแผงไปทางทิศใต้) 2) กรณีหมุนแผงไปตามทิศของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ ดังนี้

4.1 กรณีตั้งแผงแบบอยู่กับที่ (หันหน้าแผงไปทางทิศใต้)

การตั้งแผงอยู่กับที่ เป็นการหันหน้าแผงไปทางทิศใต้โดยแผงทำมุมในแนวราบประมาณ 15-16 องศา จากการทดลองนั้น ผู้จัดทำได้สนใจค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้ สามารถนำมาแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้ากับช่วงเวลา ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2

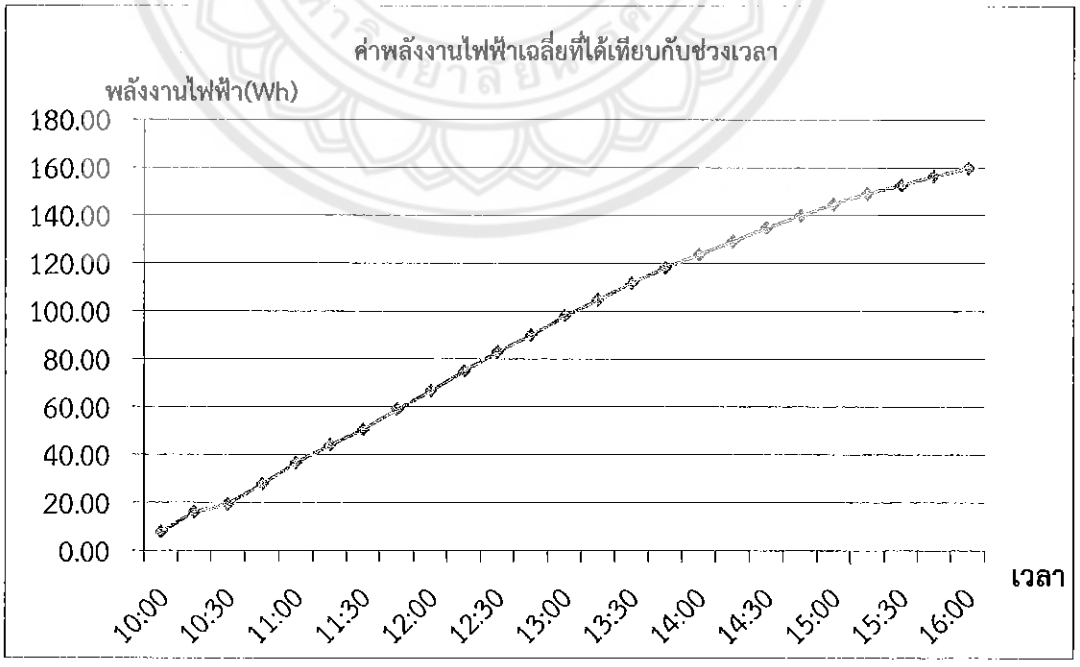


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559)

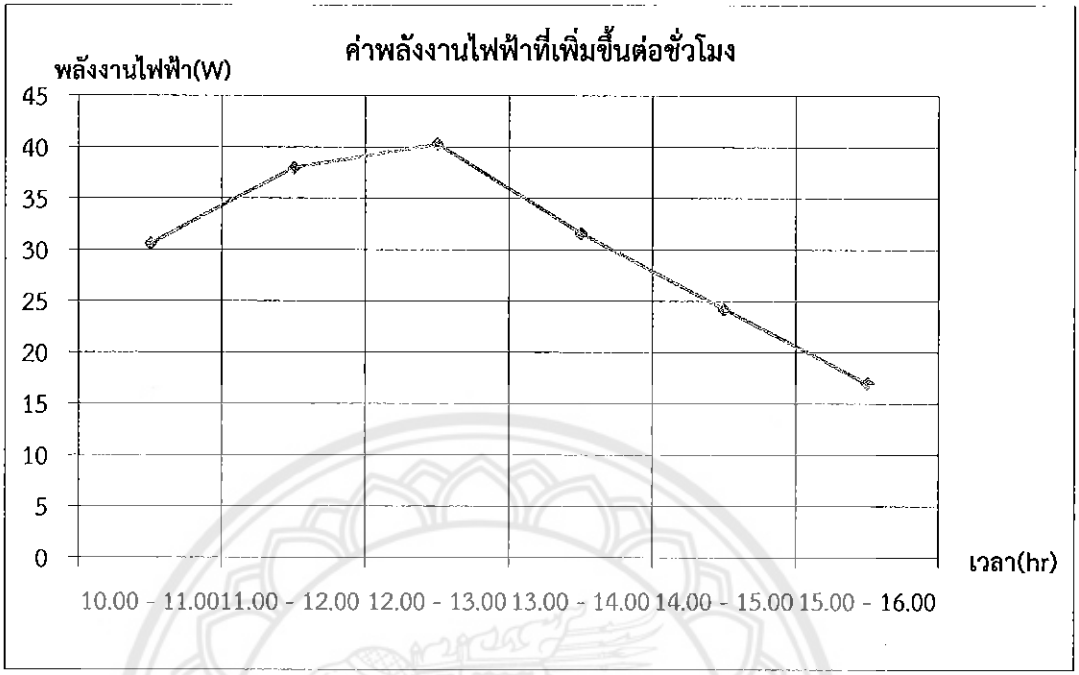


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559)

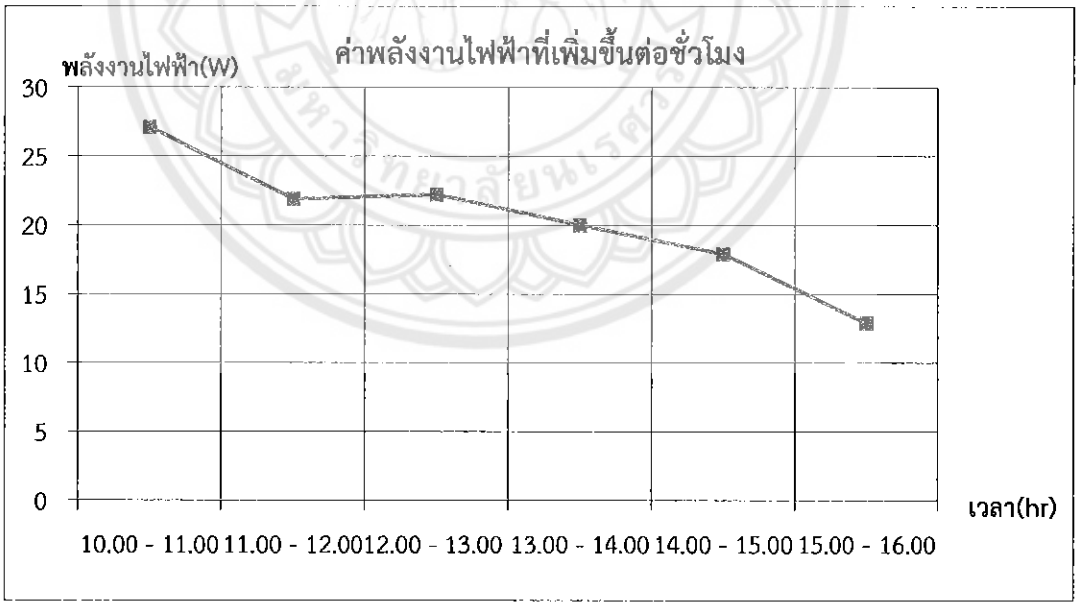
จากกราฟจะเห็นได้ว่า พลังงานไฟฟ้าจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ได้ในแต่ละวันมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งปริมาณพลังงานไฟฟ้าในวันที่ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559 นั้นมากกว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าในวันที่ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559 เพราะว่าในแต่ละวันนั้นมีปริมาณแสงอาทิตย์ที่ต่างกัน ถ้ามีปริมาณแสงอาทิตย์มากก็จะทำให้ได้พลังงานไฟฟ้ามากตามไปด้วย



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2559)



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559)

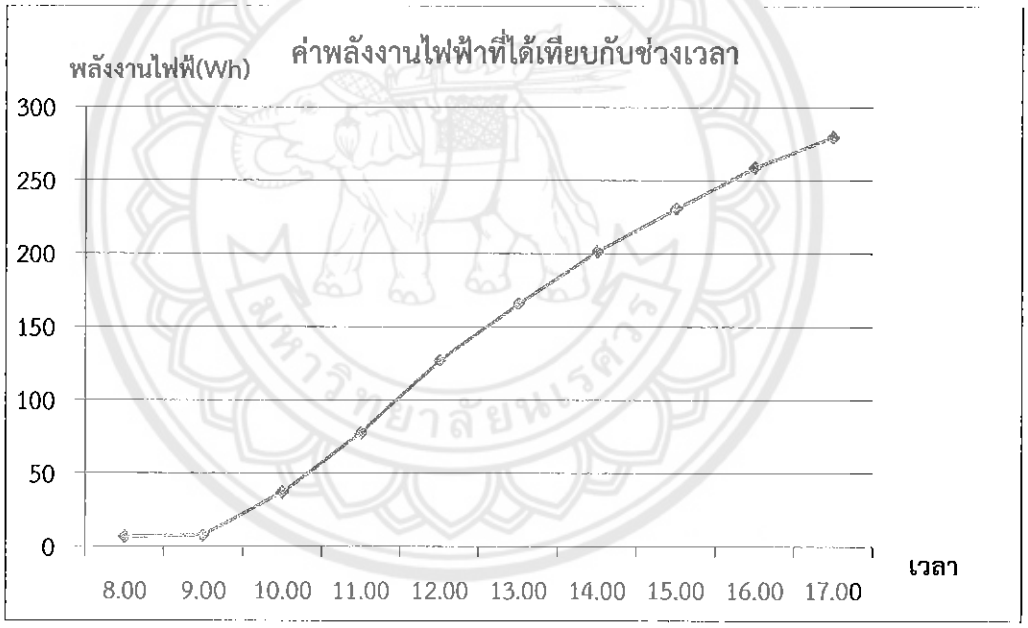


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง กรณีตั้งแผงอยู่กับที่หันไปทางทิศใต้ (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559)

จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 แสดงกราฟค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งชั่วโมง ในรูปที่ 4.4 พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งชั่วโมงมากที่สุด คือช่วงเวลา 12.00-13.00 น. เท่ากับ 40.3 Wh และในรูปที่ 4.5 พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งชั่วโมงมากที่สุด คือช่วงเวลา 10.00-11.00 น. เท่ากับ 27.1 Wh

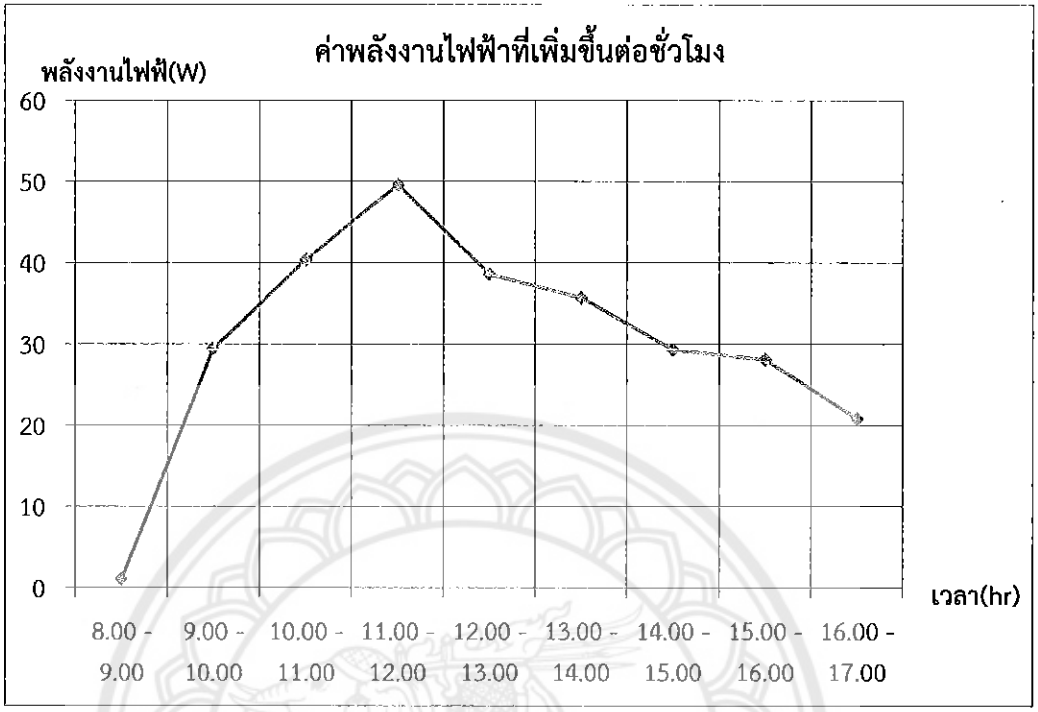
4.2 กรณีหมุนแผงไปตามทิศของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ

การตั้งแผงแบบหมุนแผงไปตามทิศของแสงอาทิตย์ โดยที่มุมตกกระทบของแสงกับเซลล์แสงอาทิตย์ยังคงเท่าเดิม (ประมาณ 15-16 องศา) ซึ่งจะหมุนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกตามช่วงเวลา ช่วงละประมาณ 1 ชั่วโมง จะได้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าเทียบกับช่วงเวลา สามารถแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา กรณีหมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ (วันที่ 9 มีนาคม 2559)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า พลังงานไฟฟ้าจะค่อยเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาเช่นกับกรณีที่หนึ่ง แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นในช่วงหนึ่งชั่วโมงจะมีค่ามากกว่าและปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ได้ก็มีค่ามากกว่าเช่นกัน เพราะเป็นการหมุนตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามทิศของแสงที่ตกกระทบ ทำให้ได้ปริมาณแสงที่ตกกระทบมากขึ้นกว่าเดิม จึงเป็นผลที่ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง กรณีหมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ (วันที่ 9 มีนาคม 2559)

จากรูปที่ 4.7 แสดงกราฟค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งชั่วโมง พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งชั่วโมงมากที่สุด คือช่วงเวลา 11.00-12.00 น. เท่ากับ 49.6 wh

4.3 การทดสอบกับจักรยานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าที่ได้จะถูกเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ จากนั้นจะถูกชาร์จเข้าจักรยานไฟฟ้า แล้วนำไปทดสอบว่าสามารถวิ่งได้ระยะทางเท่าใด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบจักรยานไฟฟ้า

วันที่	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้	ระยะเวลาการชาร์จ	ระยะเวลาที่วิ่ง	อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาที่วิ่ง/ระยะเวลาการชาร์จ	ระยะทางที่วิ่ง
4/2/2559	192.5 Wh	2 hr 29 min	1 hr	2 : 5	20.5 km
5/2/2559	126.8 Wh	1 hr 38 min	40 min	2 : 5	13 km
9/3/2559	279.7 Wh	3 hr 29 min	1 hr 30 min	3 : 7	29.8 km

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 279.7 wh จะได้ค่าระยะเวลาที่วิ่งและระยะทางที่วิ่งสูงสุด และมีเวลาในการชาร์จนานที่สุด

ตารางที่ 4.2 ผลการชาร์จจักรยานไฟฟ้าโดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 279.7 wh

ครั้งที่	ระยะเวลาชาร์จ(hr)	Wh
1	3 hr 29 min	279.7
2	3 hr 32 min	279.7
3	3 hr 18 min	279.7
เฉลี่ย	**3 hr 26 min**	**279.7**

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองระยะเวลาในการชาร์จจักรยานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมในแบตเตอรี่ที่ได้จากการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ จะได้ว่าค่าเฉลี่ย ระยะเวลาการชาร์จประมาณ 3 hr 26 min โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 279.7 Wh ทั้งสามการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการวิ่งของจักรยานไฟฟ้าโดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 279.7 Wh

ครั้งที่	ระยะเวลาที่วิ่ง (hr)	ระยะทาง (km)	ช่วงความเร็ว (km/hr)
1	1 hr 3 min	29.8	20-22
2	1 hr 26 min	30.2	20-22
3	1 hr 27 min	29.7	20-22
เฉลี่ย	**1 hr 28 min**	**30 km**	

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบการวิ่งของจักรยานไฟฟ้า จากการชาร์จแบตเข้าจักรยานไฟฟ้าดัง ตารางที่ 4.1 แล้วนำไปวิ่งทดสอบ 3 ครั้ง ที่ช่วงความเร็วประมาณ 20-22 km/hr พบว่าใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 1 hr 28 min เป็นระยะทางเฉลี่ย 30 km

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ผลการบันทึกค่าพลังงานที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์โดยเฉลี่ยบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลกโดยมีการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ที่ทำมุมในแนวระนาบ 15 องศา หันหน้าแผงไปทางทิศใต้ จากรูปที่ 4.3 และติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ทำมุมในแนวระนาบ 15 องศา หมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ จากรูปที่ 4.6 พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งแผลโซล่าเซลล์แบบหมุนแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่า คือ 279.7 Wh

ซึ่งการที่จะได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้าว่ามากหรือน้อยแค่ไหนนั้น ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ในแต่ละวัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับการตั้งตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองแบบด้วย หากเราตั้งแผงแบบมีการหมุนให้ตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์รับแสงที่ตกกระทบตามทิศของแสงก็จะทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองกรณีนั้นตัวเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุม 15-16 องศาในแนวราบ

จากการนำพลังงานสูงสุดที่ได้ไปชาร์จเข้ากับจักรยานไฟฟ้า แล้วนำไปวิ่งทดสอบจนกระทั่งไม่สามารถวิ่งต่อไปได้ พบว่าได้ระยะทางเฉลี่ย 30 km ใช้เวลาเฉลี่ย 1 hr 28 min โดยวิ่งที่ช่วงความเร็วประมาณ 20-22 km/hr ซึ่งเพียงต่อการใช้งานภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรในหนึ่งวัน

5.2 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ได้ความรู้จากการศึกษาทฤษฎีของเซลล์แสงอาทิตย์ การประจุไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ การประจุไฟฟ้าเข้าจักรยานไฟฟ้า การทดสอบการใช้งานชุดต้นแบบและจักรยานไฟฟ้า และได้ชุดต้นแบบนี้ขึ้นมาซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ได้อีกด้วย และก็ยังมีน้ำหนักโดยรวมที่มากอยู่ จากการทดสอบพบว่ากรณีที่หันแผงตามทิศของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบจะให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่ากรณีที่หันแผงอยู่กับที่ ผลทดสอบพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ได้คือ 279.7 Wh นำไปชาร์จเข้ากับจักรยานไฟฟ้าจะสามารถนำไปวิ่งได้ระยะทางถึง 30 km

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ออกแบบตัวหลังคาใหม่ให้มีน้ำหนักเบากว่าเดิมและสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2) ออกแบบตัวโครงสร้างที่รองรับแผงให้สามารถเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้นและมีน้ำหนักเบากว่าเดิม

3) การหมุนตามทิศของแสงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก จะทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4) ออกแบบระบบให้สามารถชาร์จเข้าแบตเตอรี่ของจักรยานได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านอินเวอเตอร์เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

Ryan Mayfield. (2010). **Photovoltaic Design and Installation for Dummies.** Indianapolis, Indiana. Wiley Publishing

ณัฐนิติ วัลลิยะเมธี, พรชัย อินทะโก, สายชล ศรีแป้น. (2554). **การออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สัญญา พรหมภาสิต. (2552). **การหามุมเอียงที่เหมาะสมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบผลิต ไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์แบบอิสระในจังหวัดพิษณุโลก**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ฐิติพร เจาะจง. (2552). **การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลังการติดตั้งใช้งานในระยะยาว**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

การคำนวณและเชื่อมต่อระบบโซล่าเซลล์. สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2557, จาก http://solarcellthailand96.com/2013/09/blog-post.html

ระบบและการคำนวณ. สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2557, จาก http://www.easypowers.com/store/index.php?route=information%2Finformation&information_id=3

โซลาร์ฟาร์ม"แบบหมุนตามดวงอาทิตย์". สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2559, จาก http://www.egco.com/th/energy_knowledge_solar8.asp

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลองดิบ

ตารางที่ 1 ข้อมูลการทดลองวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559

Time	Amp	Volt	Ah	Wh	Watt	อุณหภูมิเหนือแผง	อุณหภูมิใต้แผง
10:00	3.85	12.36	0.89	10.8	45.5	30.1	27.6
10:15	3.79	12.67	1.25	14.1	43.2	30.8	28.8
10:30	3.74	13.15	1.342	17.2	48.1	31.4	29.8
10:45	3.67	13.16	2.216	29	48.4	30.4	28.4
11:00	2.17	14.94	3.036	41.4	42.9	34.5	29.7
11:15	2.69	16.68	3.675	50.7	41.7	35	29.9
11:30	2.77	17.71	4.213	58.6	45.3	32.8	30.3
11:45	2.55	17.61	4.835	69.6	40.5	34	30.4
12:00	2.62	17.36	5.536	79.4	44.2	36.4	33.6
12:15	2.74	17.54	6.136	89.5	48.8	37.3	31.4
12:30	2.45	17.52	6.736	99.4	41.1	35	31.5
12:45	2.79	18.15	7.447	109.2	47.7	37.6	31.8
13:00	2.78	18.2	8.132	119.7	50.9	36.3	32.4
13:15	2.65	18.19	8.659	128.2	49.8	36.7	34.3
13:30	2.58	18.22	9.221	136.7	39.1	37.2	35.6
13:45	1.95	18.82	9.702	144.5	35.2	43.7	34.8
14:00	1.95	19.76	10.121	151.3	32.3	36.2	32.2
14:15	1.87	18.94	10.521	157.5	34.7	38.3	33.9
14:30	1.83	19.38	10.912	164	30.3	42.8	34.6
14:45	1.61	18.03	11.286	169.9	27.6	39.8	36.3
15:00	1.32	18.08	11.628	175.5	26.5	39.4	38.1
15:15	0.94	18.78	11.911	180.1	16.6	40	36.4
15:30	0.78	16.47	12.164	184	20.4	37	34.1
15:45	0.95	17.93	12.437	188.6	15.9	40.7	34.9
16:00	1.07	17.12	12.685	192.5	17.8	37.5	34.8

ตารางที่ 2 ข้อมูลการทดลองวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2559

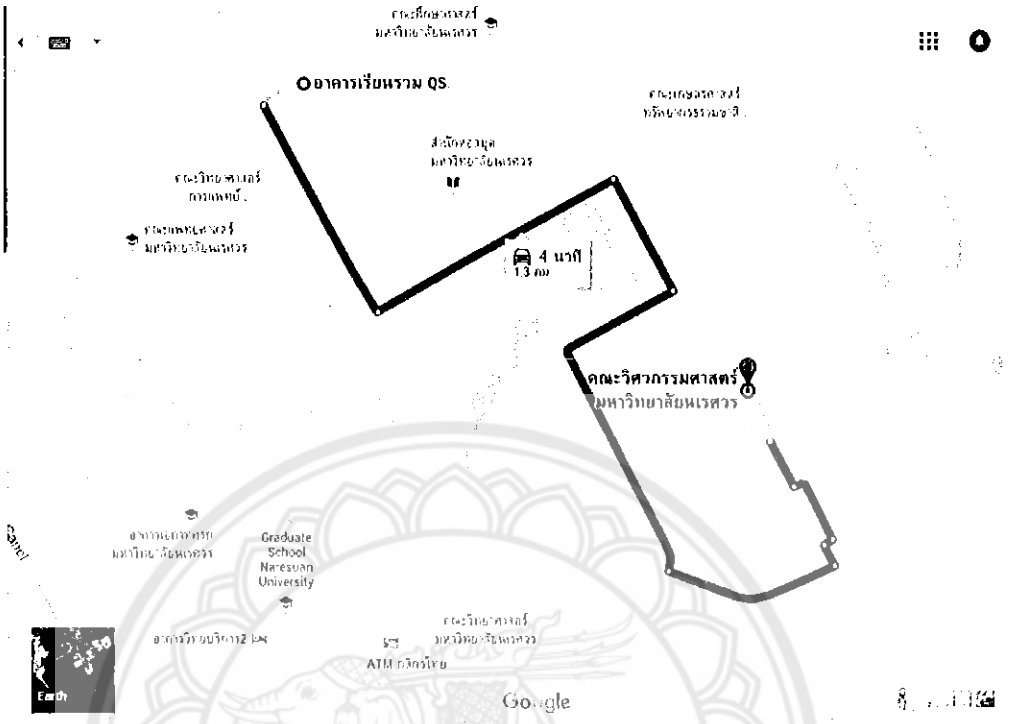
Time	Amp	Volt	Ah	Wh	Watt	อุณหภูมิเหนือแผง	อุณหภูมิใต้แผง
10:00	3.58	13.49	0.364	4.8	47.8	30.7	28.4
10:15	1.64	18.3	1.324	18	31.6	33.6	29.9
10:30	1.64	19.97	1.537	21.5	23.9	32.2	30.1
10:45	1.59	19.21	1.866	26.7	29.7	32.6	31.8
11:00	1.3	19.01	2.162	31.9	25.3	31.6	30.5
11:15	1.61	19.35	2.433	37.5	32.5	36.7	34.5
11:30	1.55	19.83	2.808	42.4	30.7	32.4	30.4
11:45	1.78	18.96	3.169	48.4	34.1	38	35.1
12:00	1.85	19.89	3.498	53.8	34.8	33.3	32.1
12:15	1.59	19.16	3.91	60.4	28.4	36.2	34.6
12:30	0.92	19.7	4.232	66.6	27.3	36.8	34.1
12:45	1.5	19.43	4.54	70.5	21.5	34.8	32.6
13:00	1.68	19.63	4.868	76	31.1	34.6	33.2
13:15	1.46	18.96	5.212	81.3	28.04	33.3	32.6
13:30	1.17	17.94	5.525	86.6	25	41.5	37.5
13:45	1.08	19.6	5.849	91.9	21.3	37.3	36.3
14:00	1.23	18.86	6.098	96	23.4	38	35.3
14:15	1.34	18.9	6.387	100.8	21.5	39.2	36.2
14:30	1.26	18.73	6.661	105.5	22.4	42.4	36.3
14:45	1.15	19.62	6.923	109.8	20.1	36.4	37.4
15:00	1.07	19.01	7.164	113.9	19.6	37.6	35.7
15:15	0.61	19.36	7.392	117.9	15.3	40.3	37.3
15:30	1.01	19.68	7.574	121.2	16.3	39.5	35.4
15:45	0.53	18.91	7.753	124.1	13.3	37.3	37.3
16:00	0.63	19.55	7.912	126.8	14.9	36.5	35.4

ตารางที่ 3 ข้อมูลการทดลองวันที่ 9 มีนาคม 2559

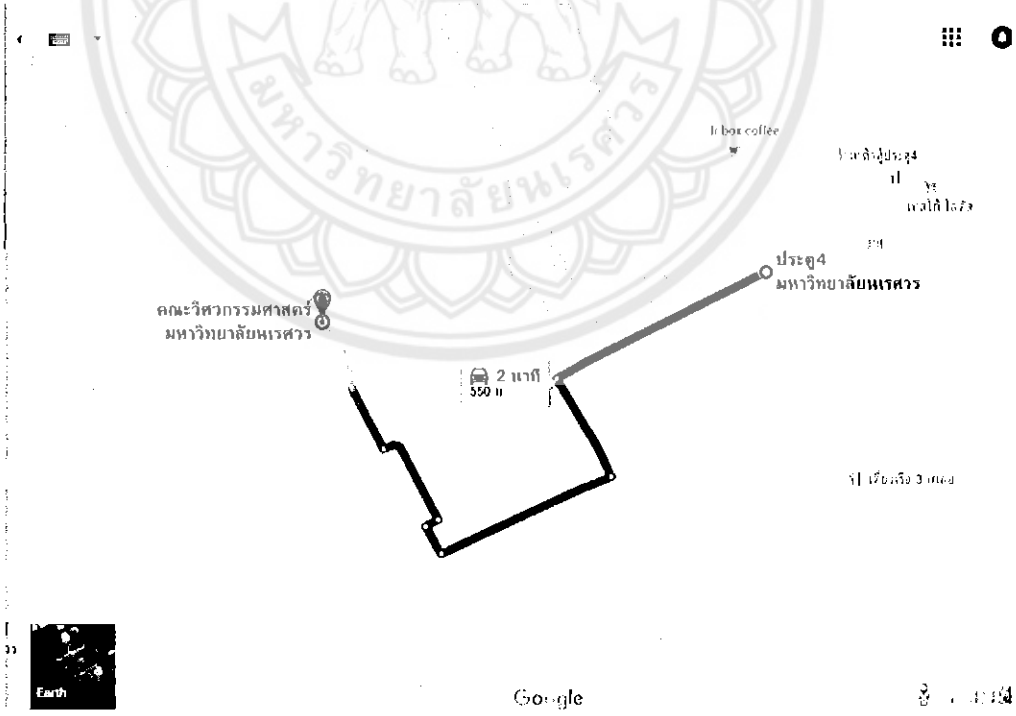
Time	Ah	Wh	Amp	Volt	Watt	อุณหภูมิเหนือแผง	อุณหภูมิใต้แผง
8.00	0.031	6.7	0.78	12.08	9.4	29	28.6
9.00	0.646	7.8	2.01	12.28	23.5	32.4	30.3
10.00	3.022	37.2	3.06	12.4	37.9	34.4	32.2
11.00	6.273	77.6	2.22	12.37	24.1	35.8	33.6
12.00	10.263	127.2	4.38	12.62	61.5	38.4	35.1
13.00	13.336	165.8	2.81	12.51	27.2	42.4	37.1
14.00	16.249	201.5	2.72	12.55	38.5	39.8	37.5
15.00	18.635	230.8	2.72	12.54	30.1	45.1	40.6
16.00	20.891	258.9	1.83	12.46	28.3	41.1	39.8
17.00	22.6	279.7	1.21	12.43	15.9	43	40.7

ภาคผนวก ข

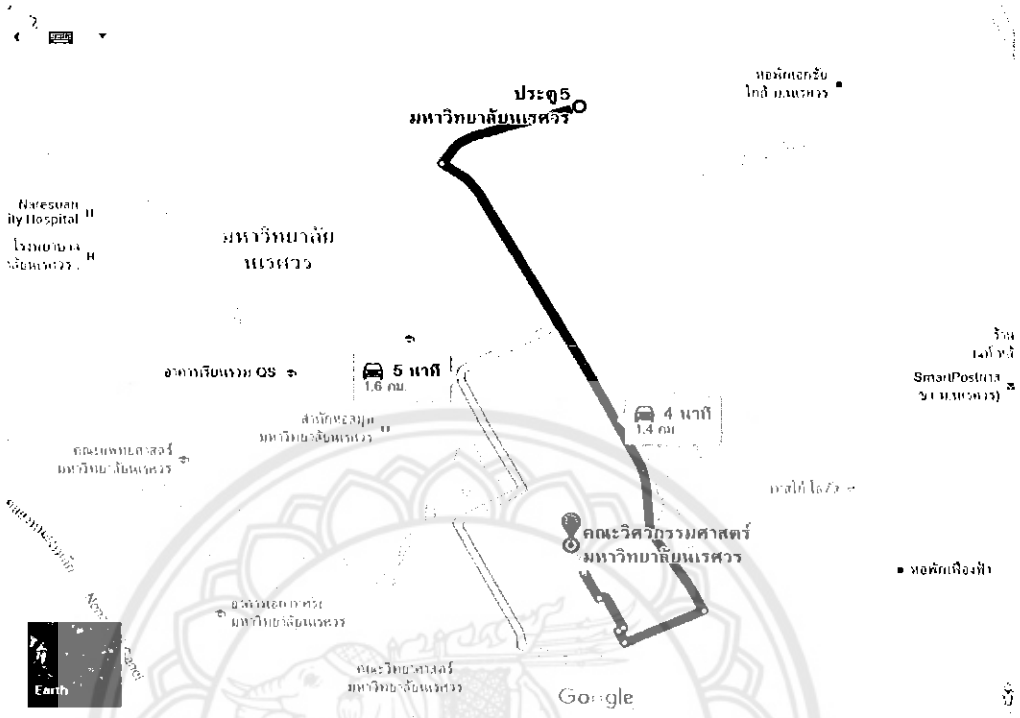
ระยะทางโดยประมาณของการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร



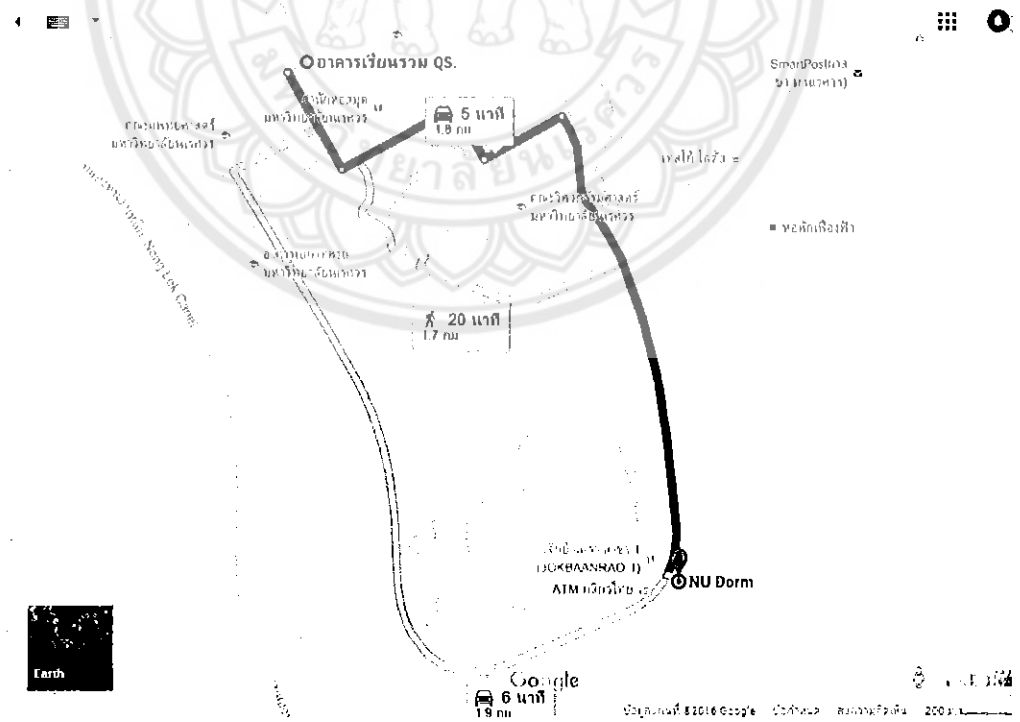
คณะวิศวกรรมศาสตร์-อาคารเรียนรวม QS (1.3 km)



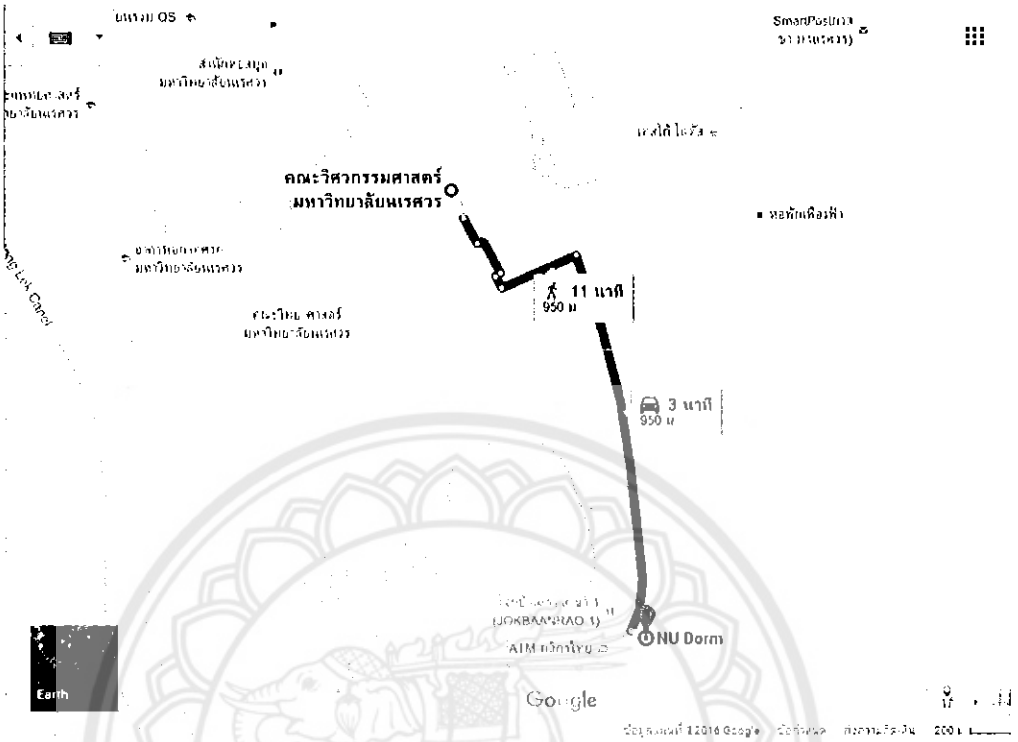
ประตู 4 – คณะวิศวกรรมศาสตร์ (550 m)



ประตู 5 – คณะวิศวกรรมศาสตร์ (1.4 km)



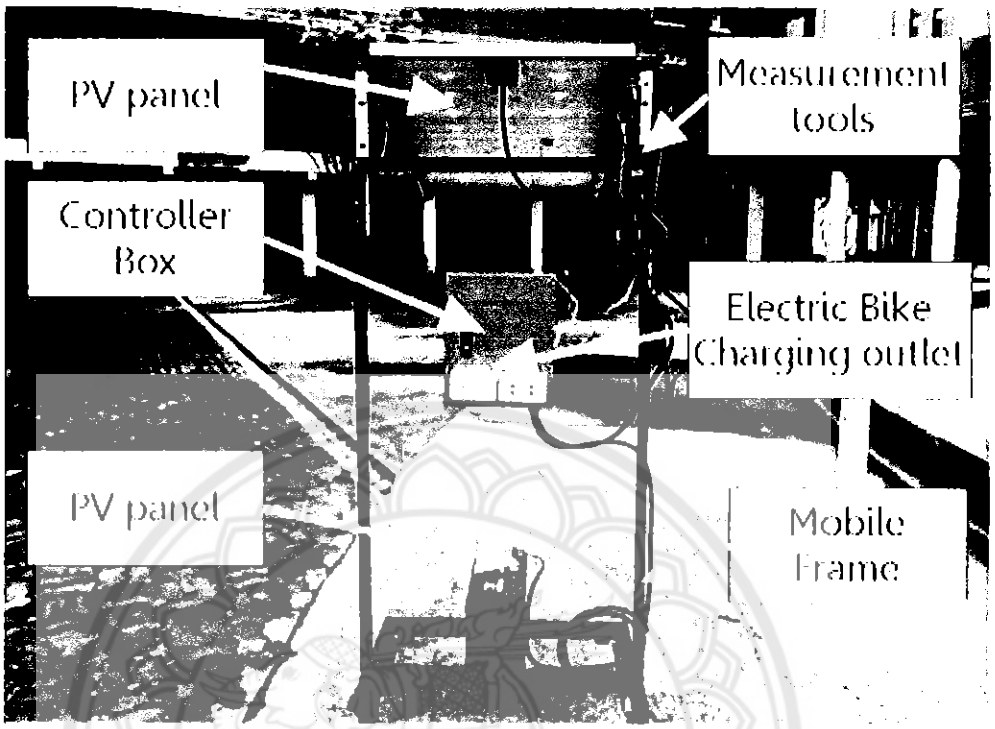
หอใน(NU Dorm) – อาคารเรียนรวม QS (1.7 km)



หอใน(NU Dorm) – คณะวิศวกรรมศาสตร์ (950 m)

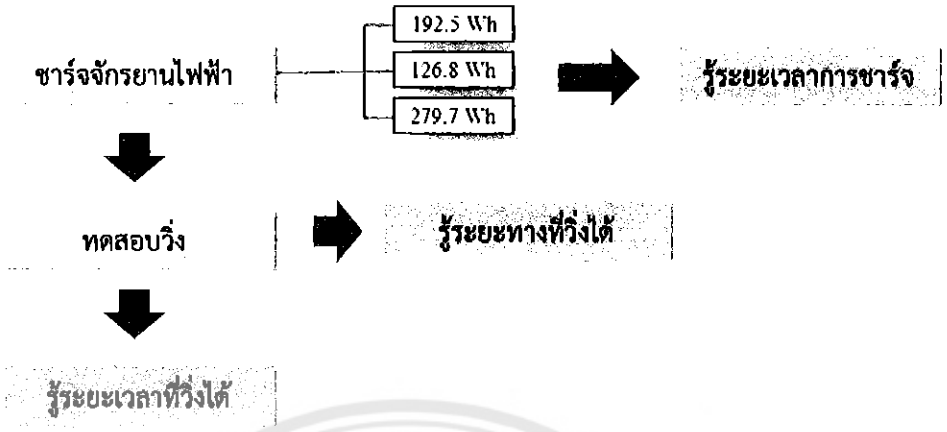
ภาคผนวก ค

รูปภาพประกอบเพิ่มเติม

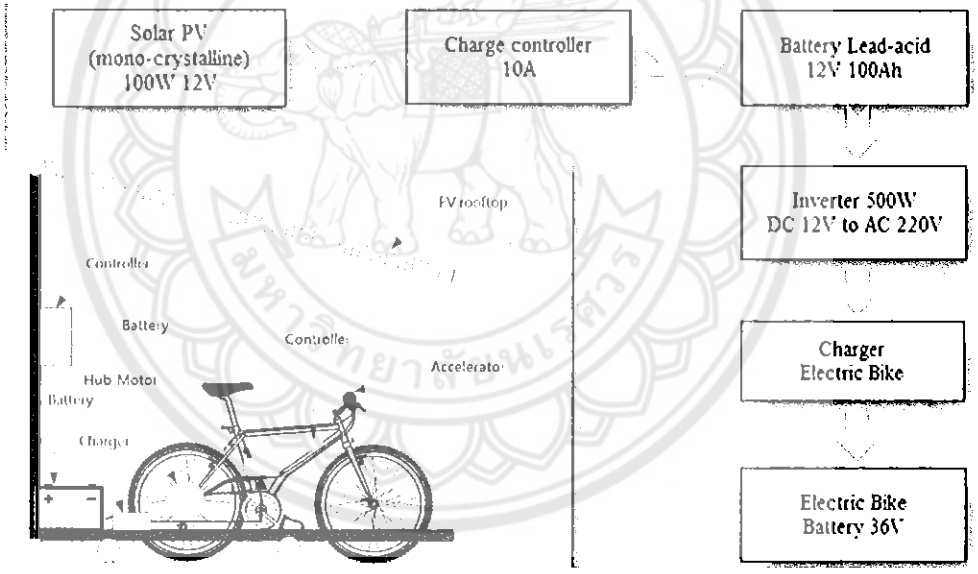


ส่วนประกอบชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

การประจุไฟฟ้าจากชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าเข้าจักรยานไฟฟ้า



ขั้นตอนการทดสอบจักรยานไฟฟ้า



ขั้นตอนการออกแบบการทำงานของชุดต้นแบบสถานีประจุไฟฟ้าจากแหล่งเซลล์แสงอาทิตย์เข้าจักรยานไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นายกฤษฎา เขียวงาม รหัสนิสิต 55360642

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 4
  มหาวิทยาลัยนเรศวร
  E-mail : armiizarm@hotmail.com

ชื่อ นางสาวปวีณา จำปาแก้ว รหัสนิสิต 55360734

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเอ.เจ.เนินมะปราง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 4
  มหาวิทยาลัยนเรศวร
  E-mail : paweena_17mk@hotmail.com

ชื่อ นายศุภกิจ ป่ายปาน รหัสนิสิต 55363582

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 4
  มหาวิทยาลัยนเรศวร
  E-mail : Supakit1.5@hotmail.com