การสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา

Constrution of Portable DC to AC Voltage Converter

นาย ประจักษ์ เริงมิตร

นาย นนทกร เรืองงิ้ว

นาย อลงกรณ์ จุ้ยคง

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัย

ภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หัวข้อโครงการ การสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา
ชื่อนักศึกษา นายประจักษ์ เริงมิตร
นายนนทกร เรืองงิ้ว
นายอลงกรณ์ จุ้ยคง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พูนศรี วรรณการ
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย วิศวกรรมไฟฟ้า
วิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปี 2564

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันทรัพยากรพลังงานในโลกไม่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการของมนุษย์จึงต้องมีการคิดค้นอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่ประหยัดพลังงานและเป็นพลังงานที่หาได้ง่ายและทุกคนสามารถเข้าถึงได้ขึ้นมาใช้เพื่อให้มีพลังงานเพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์และช่วยลดความสิ้นเปลืองจากการสูญเสียทรัพยากรพลังงานในแต่ละปีเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานที่สามารถผลิตเองได้

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา หรือ “Constrution of Portable DC to AC Voltage Converter” โดยสามารถทำงานผ่านเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการที่ชาร์จพลังงานจากแสงอาทิตย์และเก็บพลังงานไว้ที่แบตเตอรี่และยังสามารถนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้งานได้ภายในอุปกรณ์แปลงแรงดันจะมีวงจรอินเวอร์เตอร์ที่แปลงแรงดันจาก DC เป็น AC เพื่อให้สามารถนำไฟฟ้า AC มาใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน โดยที่จะมีช่องระบบแสงสว่างช่องเสียบไฟช่องUSB และช่วยลดค่าไฟฟ้าภายในบ้านและสะดวกพกพาได้

จากผลการทดลองการสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาสามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวันในพื้นที่ที่ไฟฟ้าของการไฟฟ้าเข้าไม่ถึงและยังประหยัดพลังงานไฟฟ้าและยังเป็นพลังงานทดแทนที่ได้จากแสงอาทิตย์ไม่ก่อให้เกิดมลพิษเหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันเป็นตัวปั่นไฟ

Project Topic	Constrution of Portable DC to AC Voltage Converter
Researcher	Mr.Prajak Ruengmit
	Mr.Nontakorn RuenNgew
	Mr.Alongkorn Juikong
Project Advisor	Asst.Dr.Poonsri Wannakarn
Major Field/Faculty/University	Engineering
	Electrical Engineering
	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Year	2021

Abstract

As the world's energy resources are currently insufficient to meet human needs, energy-saving and energy-efficient appliances have to be invented that are readily available and accessible to everyone. To have enough energy to meet human needs and to reduce the waste from the waste of energy resources each year to meet the demand for energy that can be produced by itself.

This research presents the construction of a portable DC to AC voltage converter, or “Constrution of Portable DC to AC Voltage Converter,” which can be operated through a solar cell. By charging energy from the sun and storing energy at the battery. and can also bring electrical energy to use inside the pressure converter There is an inverter circuit that converts voltage from DC to AC so that AC power can be used in daily life. which has a lighting system, power socket, USB port and helps reduce electricity bills in the house and is convenient to carry

From the experimental results of creating a portable DC to AC voltage converter, it can be used in daily life and saves electricity and is also clean energy from sunlight that does not cause pollution like a generator that uses oil. be a generator

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ชื่อโครงการ “การสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา” จัดทำขึ้นเพื่อให้เป็นไปตามสัญญาในการได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้กำหนดให้ส่งรายงานการดำเนินงานโครงการฉบับสมบูรณ์นับแต่วันสิ้นสุดระยะเวลาการดำเนินงานโครงการตามสัญญา โดยทางผู้วิจัยได้ส่งรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 1 เล่ม และซีดีบรรจุไฟล์รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 1 แผ่น ในชื่อโครงการ “การสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา” ไปยังผู้ให้ทุนเพื่อรับการประเมินจากผู้ให้ทุน

สุดท้ายนี้ทีมวิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศรี วรรณการ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆทั้งด้านสถานที่ และเครื่องมือต่างๆเพื่อใช้ในการดำเนินโครงการดังกล่าวสำเร็จลุล่วง

นายประจักษ์ เริงมิตร หัวหน้าโครงการ
นายนนทกร เรืองงิ้ว ผู้ร่วมโครงการ
นายอลงกรณ์ จุ้ยคง ผู้ร่วมโครงการ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญเรื่อง ง
สารบัญรูปภาพ ช
สารบัญตาราง ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 บทนำ 3
2.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทบทวนวรรณกรรม 3
2.3 ศึกษาข้อมูลเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ 4
2.3.1 หลักการทำงาน 4
2.3.2 ชนิดของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ 4
2.3.3 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ 6
2.3.4 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ 6
2.3.5 ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์ 8
2.3.6 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 8
2.3.7 รูปแบบต่างๆของการนำโซลาร์เซลล์ไปผลิตไฟฟ้าใช้งาน 9
2.3.8 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 13
2.4 ศึกษาข้อมูลโซลาร์ชาร์จเจอร์ 16
2.4.1 คุณสมบัติโซล่าชาร์จเจอร์ 16
2.4.2 หลักการทำงานของโซลาร์ชาร์จเจอร์ 17
2.4.3 โซลาร์ชาร์จเจอร์แบ่งเป็น 2 ประเภท 17

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5 แบตเตอรี่ 18
2.5.1 หลักการทำงานแบตเตอรี่ 19
2.6 ศึกษาข้อมูลแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ 20
2.6.1 คุณลักษณะของแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ 20
2.6.2 การเชื่อมต่อแบตเตอรี่โซลาร์เซลล์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท 20
2.7 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ 21
2.7.1 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ 21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 22
3.1 บทนำ 22
3.2 การออกแบบ และ คำนวณ 22
3.2.1 การคำนวณหาขนาดแบตเตอรี่ 22
3.2.2 การหาขนาดหม้อแปลง 23
3.2.3 การคำนวณหาขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 24
3.2.4 การคำนวณหาขนาดโซล่าชาร์จเจอร์ 25
3.2.5 การออกแบบวงจรอินเวอร์เตอร์ขนาด 500W 25
3.2.6 การเลือกขนาดสายไฟที่ใช้ในการต่อวงจร 27
3.3 วิธีการดำเนินงาน 28
3.3.1 เลือกขนาดกล่องที่มีขนาดเหมาะสมแข็งแรงในการใส่อุปกรณ์ 28
3.3.2 วัดขนาดอุปกรณ์ที่ต้องการใช้งานลงบนกล่อง 28
3.3.3 วางแบตเตอรี่ขนาด 20Ah 2 ก้อนลงในกล่อง 29
3.3.4 ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนกล่องเครื่องมือ 29
3.3.5 ต่อวงจรไฟฟ้าในอุปกรณ์แต่ละตัว 30
3.3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ 30
3.4 บทสรุป 31
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย 32
4.1 บทนำ 32
4.2 โครงสร้างหลักการทำงาน 32
4.3 วงจรจำลองอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส 33
4.4 ผลการจำลองการจับสัญญาณต่างๆ 34

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.1 สัญญาณขับเกท G1 และ G2 34
4.4.2 สัญญาณแรงดันและกระแสไฟตรงด้านอินพุตของวงจรอินเวอร์เตอร์ 34
4.4.3 สัญญาณแรงดันและกระแสไฟสลับด้านอินพุตของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงต่ำ 35
4.4.4 สัญญาณแรงดันและกระแสไฟสลับด้านเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง 35
4.4.5 สัญญาณแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส 36
4.4.6 สัญญาณแรงดันเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส 36
4.4.7 สัญญาณกระแสโหลดในกรณีที่เป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาด16นิ้ว 50W 37
4.5 สรุปผลการดำเนินงาน 37
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 39
5.1 บทนำ 39
5.2 ปัญหาที่เกิดจากการดำเนินงาน 39
5.3 สรุปผลการทดลอง 40
5.4 ข้อเสนอแนะ 40
เอกสารอ้างอิง 41
ประวัติผู้เขียน 42

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	Single Crystalline Silicon Solar Cell	5
2.2	Amorphous Silicon Solar Cell	5
2.3	Polycrystalline Silicon Solar Cell	6
2.4	หลักการทำงานหลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์	7
2.5	แสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	9
2.6	ระบบ Off Gird	10
2.7	ระบบ On Grid	11
2.8	ระบบ Hybrid	12
2.9	การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม	13
2.10	การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน	14
2.11	การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสม	15
2.12	โซล่าชาร์จเจอร์	16
2.13	โซล่าชาร์จเจอร์แบบ PWM (Pulse Width Modulation)	17
2.14	โซล่าชาร์จเจอร์แบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking)	18
2.15	แสดงการทำงานของแบตเตอรี่	19
2.16	แบตเตอรี่สำหรับโซลาร์เซลล์	20
2.17	การทำงานของวงจร Inverter	21
3.1	การต่อแบตเตอรี่ 20Ah ขนานกัน	23
3.2	หม้อแปลงขนาด 12-0-12 220V	23
3.3	การต่อแผงโซลาร์เซลล์ 50W ขนานกัน	24
3.4	โซล่าชาร์จเจอร์ขนาด 20A	25
3.5	วงจรอินเวอร์เตอร์ 12V to 220V DC เป็น AC 500W	26
3.6	ตารางขนาดสายไฟ VSF	27
3.7	กล่องเครื่องมือ	28
3.8	การเจาะรูตามขนาดอุปกรณ์	28
3.9	การต่อแบตเตอรี่แบบขนานลงในกล่องเครื่องมือ	29
3.10	ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนกล่องเครื่องมือ	29
3.11	อุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC	30

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.12	SUOER รุ่น SON-1210D+	30
3.13	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 50W ต่อขนานกัน	31
4.1	โครงสร้างหลักการทำงานของอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC	32
4.2	วงจรจำลองอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส	33
4.3	สัญญาณขับเกท G1 และ G2	34
4.4	สัญญาณแรงดันและกระแสด้านอินพุต	34
4.5	สัญญาณแรงดันและกระแสด้านอินพุต	35
4.6	สัญญาณแรงดันและกระแสด้านเอาต์พุต	35
4.7	สัญญาณแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส	36
4.8	สัญญาณแรงดันเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส	36
4.9	สัญญาณกระแสโหลดในกรณีที่เป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดใบพัด 16 นิ้ว 50W	37

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงการใช้งานพลังงานไฟฟ้า 22

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่ในโลกเริ่มมีจำนวนน้อยลงทำให้ไม่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการของมนุษย์ จึงต้องมีการคิดค้นอุปกรณ์เครื่องมือที่ประหยัดพลังงานและยังเป็นพลังงานทดแทนที่หาได้ง่ายที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ขึ้นมาใช้เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้งานด้านพลังงานของมนุษย์และช่วยลดความสิ้นเปลืองจากการสูญเสียทรัพยากรพลังงานให้ลดลงในแต่ละปีและยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมได้ในระดับนึงจากการใช้พลังงานทดแทน

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา หรือ “Constrution of Portable DC to AC Voltage Converter” โดยสามารถทำงานจากระบบแบตเตอรี่และวงจรอินเวอร์เตอร์ โดยการชาร์จพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่กระทบเซลล์แสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเก็บไว้ที่แบตเตอรี่และยังสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เก็บไว้มาใช้งานได้ ภายในอุปกรณ์แปลงแรงดันจะมีวงจรอินเวอร์เตอร์ที่แปลงแรงดันจาก DC เป็น AC เพื่อให้สามารถนำไฟฟ้า AC มาใช้ได้ในชีวิตประจำวันโดยที่จะมีช่องระบบแสงสว่างช่องเสียบไฟช่องUSBและพกพาสะสวกในการนำไปใช้ในพื้นที่นอกบ้านได้

จากผลการทดลองการสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาสามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวันและยังประหยัดพลังงานไฟฟ้าและยังเป็นพลังงานสะอาดที่ได้จากแสงอาทิตย์ไม่ก่อให้เกิดมลพิษเหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันเป็นตัวปั่นไฟ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรอินเวอร์เตอร์ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

1.2.2 เพื่อความสะดวกในการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ต่างๆที่ไฟฟ้าอาจเข้าไม่ถึง

1.2.3 เพื่อนำพลังงานทดแทนแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อให้สามารถนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานได้ในนอกสถานที่

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 สร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา 1 เครื่อง

1.3.2 อุปกรณ์แปลงแรงดันสามารถปล่อยแรงดัน 12V จากแบตเตอรี่เปลี่ยนเป็น 220V

1.3.3 สามารถพกพาไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ได้

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 กำหนดหัวข้อโครงงาน

1.4.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

1.4.3 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละตัวเมื่อใช้งานร่วมกัน

1.4.4 ออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์แปลงแรงดัน

1.4.5 ออกแบบวงจรอินเวอร์เตอร์

1.4.6 ประกอบอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้างของอุปกรณ์แปลงแรงดัน

1.4.7 ทดสอบการใช้งานของชิ้นงาน

1.4.8 สรุปผลการทดสอบ

1.4.9 รวบรวมข้อมูล เรียบเรียง ตรวจสอบ และจัดทำเอกสารรายงานผลการวิจัย และจึงเผยแพร่ผลงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ได้ไฟฟ้ากระแสสลับไว้ใช้งานในพื้นที่ต่างๆที่ไม่มีไฟของการไฟฟ้าเข้าถึง

1.5.2 ทำให้สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.5.3 ใช้พลังงานทดแทนมาแทนการใช้พลังงานสิ้นเปลือง

1.5.4 มีความสะดวกในการใช้พลังงานไฟฟ้าลดการใช้จ่ายในนอกสถานที่

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทบทวนวรรณกรรมการศึกษาข้อมูลอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC ศึกษาทฤษฎีการชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ศึกษาการทำงานของอินเวอร์เตอร์อุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาศึกษาข้อมูลแบตเตอรี่และโซลาร์ชาร์จเจอร์

2.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดันต่างๆ เช่น

ในบทความเอกสารอ้างอิงที่ **[7] [8]** ได้กล่าวถึง หลักการทำงานเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์การเปลี่ยนจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในบทความเอกสารอ้างอิงที่ **[5]** ได้กล่าวถึงหลักการทำงานของโซล่าชาร์จเจอร์และประเภทของโซล่าชาร์จเจอร์ทั้ง 2 ประเภท ได้แก่

- โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ PWM (Pulse Width Modulation)
- โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking)

ในบทความเอกสารอ้างอิงที่ **[4]** ได้กล่าวถึง การเก็บประจุไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ ในบทความเอกสารอ้างอิงที่ **[3] [9]** ได้กล่าวถึงการทำงานของอินเวอร์เตอร์ได้แก่

- 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

2.3 ศึกษาข้อมูลเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง โดยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิกนั่นก็คือคุณสมบัติของสาร เช่น ค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแส จะเปลี่ยนไปเมื่อมีแสงตกกระทบโดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอก และเมื่อต่อหลอดไฟจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านหลอดนั้นได้ **[1]**

2.3.1 หลักการทำงาน

โฟโตวอลเทอิกเป็นสาขาของเทคโนโลยีและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงแม้คำว่าเซลล์แสงอาทิตย์มักถูกนำมาใช้เพื่อหมายถึงเซลล์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงแดดโดยเฉพาะแต่ความจริงแล้วแหล่งกำเนิดแสงไม่จำเป็นต้องเป็นดวงอาทิตย์ (เช่นแสงตะเกียงหรือไฟเทียมฯลฯ) ในกรณีดังกล่าวเซลล์นั้นบางครั้งจะถูกเรียกเป็นตัวตรวจจับแสง (เช่นตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด) เพื่อตรวจจับแสงหรือรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆที่อยู่ในทัศนวิสัยหรือใช้วัดความเข้มของแสง **[1]**

2.3.2 ชนิดของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

โดยทั่วไปเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์จะแบ่งออกตามวัสดุที่ใช้ได้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell)

หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแรกๆ ที่ได้รับการผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ มีลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนหนาประมาณ 300 ไมครอน หรือที่เรียกว่า เวเฟอร์ และ ชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมากเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อลดต้นทุนของโซลาร์เซลล์แบบผลึกเดี่ยว โดยยังคงคุณสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกับแบบผลึกเดี่ยวมากที่สุด ซึ่งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะนิยมใช้เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้ **[7]**
แสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 Single Crystalline Silicon Solar Cell

2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจาก อะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ได้รับการคิดค้นและพัฒนาขึ้นเพื่อประหยัดต้นทุนและเวลาในการผลิต เนื่องจากเป็นฟิลม์บางเพียง 0.5 ไมครอน น้ำหนักเบาและมีความยืดหยุ่นกว่าแบบผลึกเหมาะกับการใช้ในโครงการโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ **[7] แสดงดังรูปที่ 2.2**

รูปที่ 2.2 Amorphous Silicon Solar Cell

3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ

เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลอไรด์ และ คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และ ผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25% **[7] แสดงดังรูปที่ 2.3**

รูปที่ 2.3 Polycrystalline Silicon Solar Cell

2.3.3 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

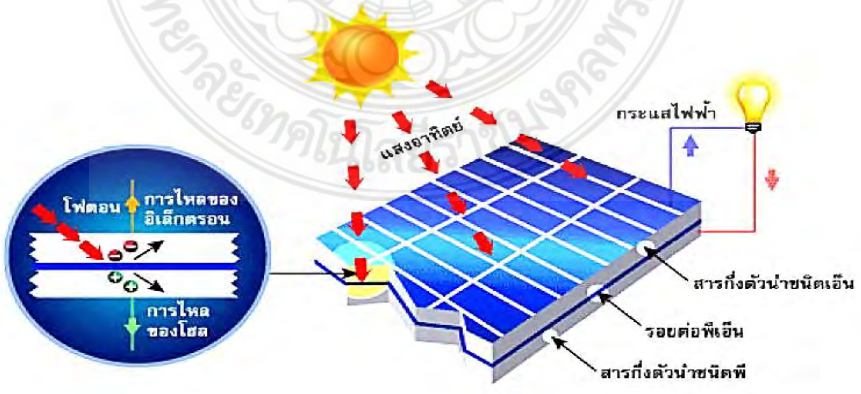
โครงสร้างที่นิยมมากที่สุดได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำสารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลกคือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุงและผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์จนกระทั่งทำให้เป็นผลึกจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัสจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอนจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วย โฮล ซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกันจะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนอาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้าขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุดส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว **[8]**

2.3.4 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้นได้แก่ อิเล็กตรอน และ โฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบและพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพีขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวกส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้นปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ทั้งขนาดใหญ่ และ ขนาดเล็ก จะมีการเลือกเทคโนโลยีในการติดตั้งแผงเซลล์อาทิตย์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเงินลงทุนของแต่ละบริษัทที่นิยมใช้กันอยู่เวลานี้จะมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ การติดตั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed system) ซึ่งเป็นการติดตั้งแผงแบบระบุตำแหน่งชัดเจน โดยใช้การคำนวณจากข้อมูลเฉลี่ยของระดับความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่เพื่อกำหนดองศาของการติดตั้งแผงเพื่อรับแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดและการติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking system) อย่างไรก็ตามการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่นี้ทำให้ได้รับค่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดีเพียงบางช่วงเวลาหรือประมาณ 5-6 ชั่วโมงต่อวันเนื่องจากดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดจากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่กับที่จะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ในเวลาเที่ยงวันเท่านั้น จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เต็มศักยภาพเท่าที่ควรแต่ข้อดีของการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบนี้จะมีต้นทุนในการติดตั้งไม่สูงมากนักและการดูแลรักษาง่ายนอกจากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบคงที่ (Fixed system) ซึ่งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยนิยมใช้กันแล้วยังมีเทคโนโลยีที่ช่วยให้การผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพิ่มสูงขึ้นด้วยนั่นคือการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking system) **[8]**

หลักการทำงานของการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามดวงอาทิตย์นี้เป็นการติดตั้งที่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถหมุนตามดวงอาทิตย์ เพื่อรับความเข้มของแสงได้สูงสุดตลอดวัน โดยการหมุนจะถูกควบคุมด้วยระบบเซ็นเซอร์หรือการตั้งเวลา เพื่อควบคุมตำแหน่งของแผงให้หมุนไปตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ตามช่วงเวลาระหว่างวัน ซึ่งจะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เก็บพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นนั่นคือจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบคงที่ประมาณ 20% **[8] [1] แสดงดังรูปที่ 2.4**



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานหลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

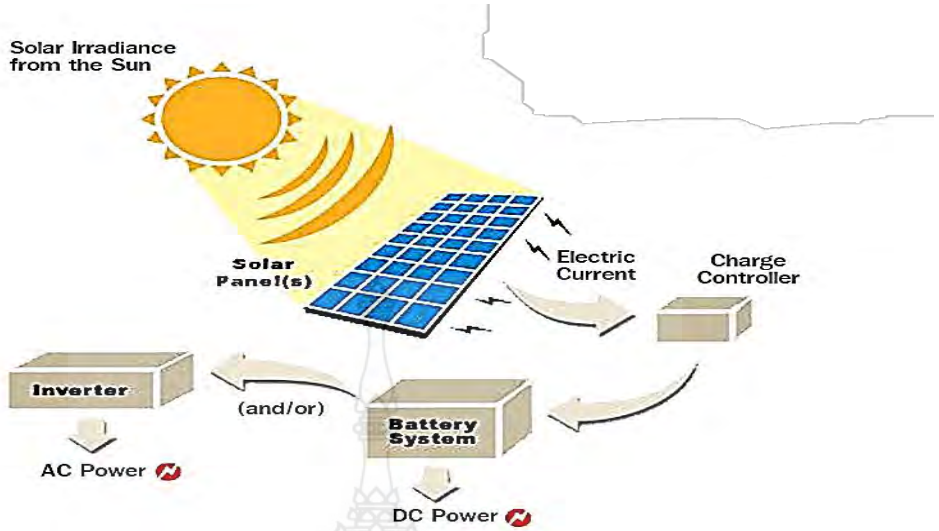
2.3.5 ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและหาง่ายกว่าพลังงานที่หมดไป
- สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลกและได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง
- ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดเลยนอกจากแสงอาทิตย์รวมไปถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ
- ไม่เกิดของเสียขณะใช้งานจึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม
- ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งานจึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง
- เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงานจึงไม่เกิดการสึกหรอต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก
- อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่
- มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว
- เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูลจึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ
- ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ , ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน และ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากพวกน้ำมัน ถ่านหิน และ ก๊าซธรรมชาติล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และ อากาศเป็นพิษ **[1]**

2.3.6 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์หรือ Photovoltaic (PV) cell ต้องมีคุณสมบัติพื้นฐาน 3 อย่างดังนี้

- การดูดซึมของแสงเพื่อสร้างคู่อิเล็กตรอน-โฮล หรือ เอ็กซิตอน อย่างใดอย่างหนึ่ง
- การแยกต่างหากของตัวขนส่งประจุที่ต่างชนิดกัน
- การสกัดการแยกออกจากกันของตัวขนส่งเหล่านั้นออกไปยังวงจรภายนอก

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ **แสดงดังรูปที่ 2.5**



รูปที่ 2.5 แสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

ในทางตรงกันข้ามตัวสะสมความร้อนจากแสงอาทิตย์จะจ่ายความร้อน โดยการดูดซับแสงแดดเพื่อวัตถุประสงค์ในการให้ความร้อนโดยตรงหรือใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยอ้อมอย่างใดอย่างหนึ่งในทางตรงกันข้าม "Photoelectrolytic cell" (photoelectrochemical cell) หมายถึงอย่างใดอย่างหนึ่งว่าเป็นชนิดหนึ่งของเซลล์สุริยะ (เช่นที่พัฒนาโดย AE Becquerel และ modern dye-sensitized solar cells) หรือเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่แยกน้ำโดยตรงให้เป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนโดยการใช้พลังงานส่องสว่างจากดวงอาทิตย์เท่านั้นเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆชุดถูกประกอบเข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงแดดหลายๆเซลล์รวมเข้ามาเป็นกลุ่มๆทุกกลุ่มวางตัวเป็นหนึ่งแผงเรียกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์หนึ่งแผงหรือหนึ่ง "โมดูลของเซลล์แสงอาทิตย์" ซึ่งจะแตกต่างจาก"โมดูล ความร้อนแสงอาทิตย์" หรือ "แผงน้ำร้อนแสงอาทิตย์ " พลังงานไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นจากโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งถูกเรียกขานว่าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวอย่างของการนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้กลุ่มของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆแผงที่เชื่อมต่อกันเรียกว่า "อาเรย์" **[1]**

2.3.7 รูปแบบต่างๆของการนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปผลิตไฟฟ้าใช้งาน

- ระบบอ๊อฟกริด (Off Grid) หรือ แบบอิสระ (Stand Alone)
- ระบบออนกริด (On Grid) หรือ แบบเชื่อมต่ออิงกับระบบไฟการไฟฟ้า
- ระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือ แบบผสม

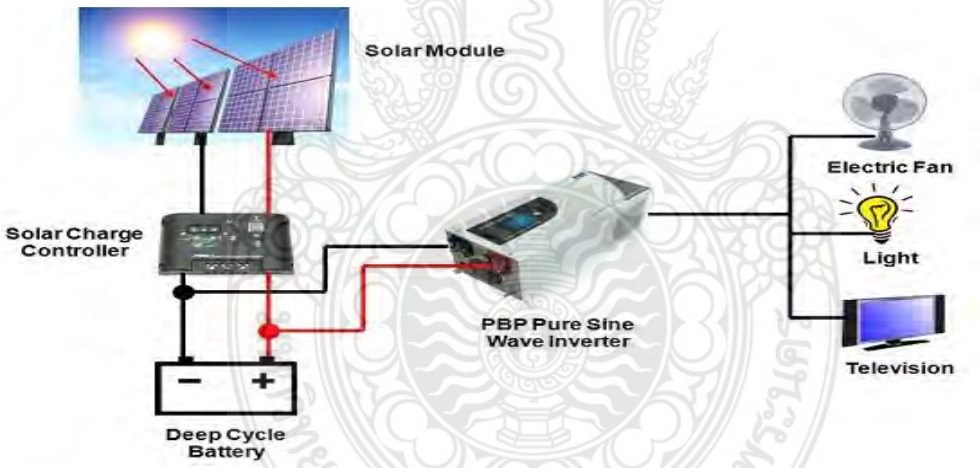
ระบบอ๊อฟกริด (Off Grid) หรือ แบบอิสระ (Stand Alone)

คือ ระบบปิด ที่ผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบไฟของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเลย ระบบนี้เหมาะกับสถานที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึงไม่คุ้มที่จะเดินลากสายไฟยาวๆเข้ามาใช้เนื่องจากต้นทุนสูง **แสดงดังรูปที่ 2.6**

วิธีการ

คือการนำกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มาชาร์จเข้าแบตเตอรี่แล้วจึงนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งาน ซึ่งก็สามารถเลือกว่าจะนำจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ไฟ AC ทั้งนี้ข้อดีของการที่มีแบตเตอรี่คือสามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ใช้งานได้กรณีที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือสามารถใช้ไฟฟ้าในเวลากลางคืนได้

เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานภายในบ้านเราเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ AC (Alternating Current) แต่ไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC (Direct Current) ดังนั้นก่อนนำไปใช้งานจึงต้องนำมาแปลงมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเสียก่อน โดยนำมาต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่าอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ได้ก็จะมีการสูญเสียจากการแปลงฯทำให้ลดทอนประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลงไป **[9]**



รูปที่ 2.6 ระบบ Off Gird

ข้อดี/ข้อเสีย ของระบบอ๊อฟกริด (Off Grid) หรือ แบบอิสระ (Stand Alone)

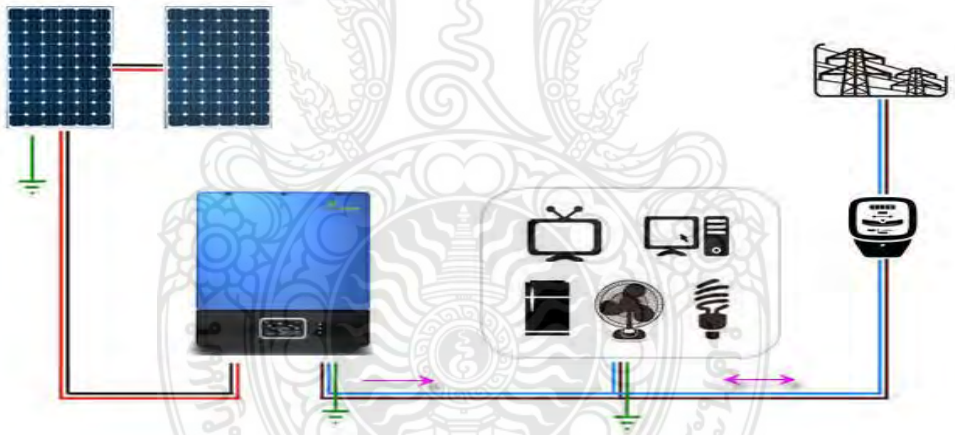
ข้อดีคือ เป็นระบบที่ไม่ต้องง้อไฟจากการไฟฟ้าหลวงเลย สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองได้

ข้อเสียคือ งบประมาณสูงเพราะต้องใช้แบตเตอรี่มาใช้ในการเก็บไฟและต้องคำนวณการใช้ไฟให้ถูกต้องเพื่อให้การใช้ไฟฟ้าได้ต่อเนื่องตลอดเวลา

ระบบออนกริด (On Grid) หรือ แบบเชื่อมต่ออิงกับระบบไฟการไฟฟ้า

คือการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ด้วยอุปกรณ์ Inverter จากนั้นก็เชื่อมระบบเข้ากับการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งข้อดีคือเราสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ขายให้กับการไฟฟ้าฯ (ตามโครงการขายไฟให้การไฟฟ้า) หรือนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งานเองเพื่อลดค่าไฟฟ้าหากผลิตกระแสไฟไม่พอใช้อุปกรณ์ควบคุมก็จะนำไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้ามาใช้งานทดแทนทันที **แสดงดังรูปที่ 2.7**
วิธีการ

การติดตั้งแบบนั้นเพื่อลดค่าไฟฟ้า โดยเมื่อมีการใช้ไฟมากกว่าที่ผลิตเองจากเซลล์แสงอาทิตย์ตัวอุปกรณ์ Grid Tie Inverter ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯก็จะทำหน้าที่ดึงกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นก็จะทำให้ลดค่าไฟฟ้าลงได้และไม่มีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟไม่พอเพราะดึงจากการไฟฟ้ามาชดเชยแต่การติดตั้งแบบนี้ต้องได้รับการอนุญาตจากการไฟฟ้าก่อน แต่ข้อเสียของระบบนี้คือช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืนก็จะไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งก็จะต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ **[9]**



รูปที่ 2.7 ระบบ On Grid

ข้อดี/ข้อเสีย ออนกริด (On Grid) หรือ แบบเชื่อมต่ออิงกับระบบไฟการไฟฟ้า

ข้อดี สามารถลดค่าไฟฟ้าหรือใช้ไฟฟ้าฟรี (หากใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมาก) เนื่องจากผลิตไฟฟ้าได้เองในตอนกลางวันใช้ไฟฟ้าฟรีลดค่าไฟฟ้าได้สำหรับผู้ประกอบการติดตั้งระบบไฟขนาดใหญ่สามารถขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้าได้ โดยติดต่อการไฟฟ้าจะต้องสมัครทำสัญญาและยื่นเอกสารตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อเสีย กรณีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ยังจ่ายไฟปกติแต่กริดไทน์อินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงาน โดยไม่จ่ายไฟเข้าสายส่งเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดเจ้าหน้าที่การไฟฟ้า ซึ่งกำลังทำการซ่อมระบบสายไฟฟ้าการใช้งานระบบนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าเข้าถึงแล้วใช้ เพื่อช่วยลดค่าไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งทางผู้ที่ต้องการติดตั้งต้องมีพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในตอนกลางวัน โดยดูจากหน่วยการใช้ไฟฟ้าที่เสียค่าไฟฟ้าแต่ละเดือนเพื่อออกแบบกำลังการผลิตระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์หาขนาดกริดไทอินเวอร์เตอร์และจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือ แบบผสม

เป็นระบบที่นำเอา ระบบออนกริดและอ็อฟกริดมารวมกันคือจะมีระบบแบตเตอรี่มาสำรองพลังงานใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์และสำหรับกรณีที่เมื่อมีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งานระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้งานได้ต่อไปพอถึงเวลากลางคืนที่ผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ก่อน หากยังไม่เพียงพอระบบก็จะไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายมาชดเชยอีกทีหนึ่ง **แสดงดังรูปที่ 2.8**

วิธีการ

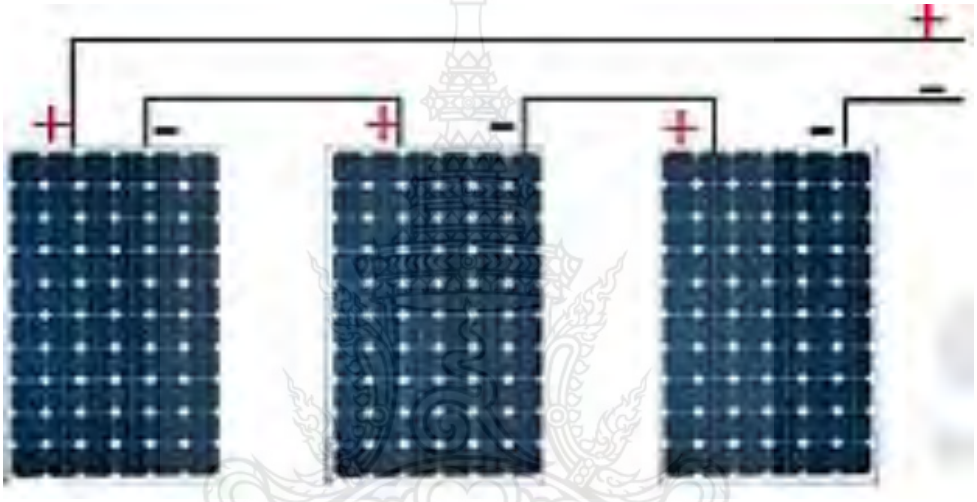
หลักการทำงานคือเมื่อแผงโซล่าเซลล์ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ก็แปลงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แล้วส่งต่อมายัง ไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ ซึ่งไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ก็แปลงแป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งก็จะเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟของการไฟฟ้าฯและอีกขั้วหนึ่งก็ต่อเข้ากับแบตเตอรี่และอีกขั้วหนึ่งก็ต่อไฟฟ้าไปใช้งานต่างๆ [10]

รูปที่ 2.8 ระบบ Hybrid

2.3.8 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีวิธีการต่อด้วยกันอยู่ 3 คือ การต่อแบบอนุกรม, การต่อแบบขนาน และ การต่อแบบผสม แบบซึ่งแต่ละวิธีจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานของผู้ใช้

1. การต่อแบบอนุกรม คือนำขั้วบวกของเซลล์แสงอาทิตย์แผงหนึ่งมาต่อกับขั้วลบอีกแผงหนึ่งไปเรื่อยๆ จนได้แรงดันตามระบบที่ออกแบบไว้ **แสดงดังรูปที่ 2.9**



รูปที่ 2.9 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม

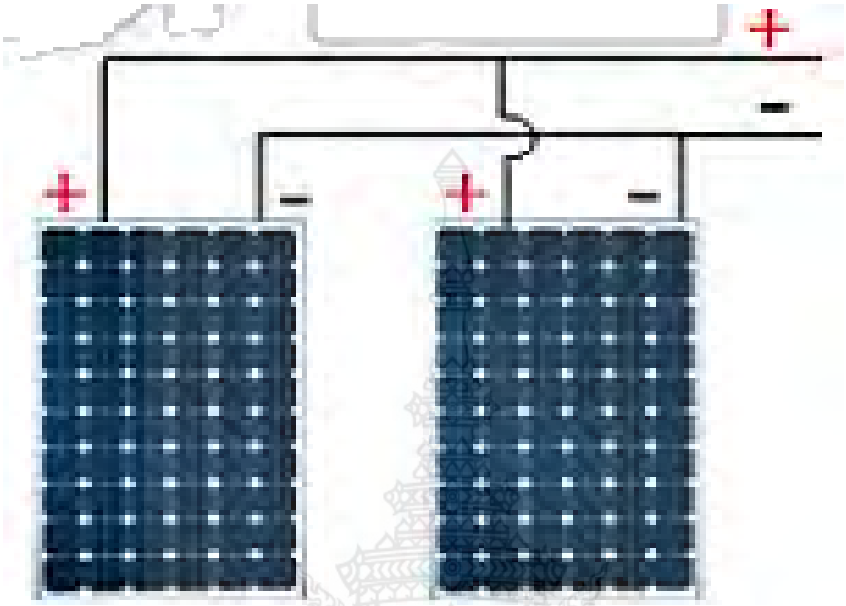
การต่อแบบอนุกรมจะเรียกว่า สตริง(String) การต่อแบบนี้แรงดันจะเพิ่มขึ้นแต่กระแสยังเท่าเดิม และกำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย

ข้อดี การต่อแบบอนุกรมจะติดตั้งได้ง่ายสะดวกและค่าใช้จ่ายน้อย

ข้อเสีย การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรมควรระวังอย่าให้มีเงามาตกกระทบบังแสงที่ส่งไปยังแผงโซล่าเซลล์เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมทั้งหมดของระบบลดลงหรือถึงขั้นไฟฟ้าไม่สามารถผลิตขึ้นได้

วิธีแก้ไข สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการต่อบายพาสไดโอดขนานกับแผง หรือ การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ให้หลีกเลี่ยงเงาที่จะตกกระทบลงบนแผง

2. การต่อแบบขนาน คือนำขั้วบวกของเซลล์แสงอาทิตย์แผงหนึ่งไปต่อกับขั้วบวกของเซลล์แสงอาทิตย์อีกแผงหนึ่งและนำขั้วลบแผงหนึ่งไปต่อกับขั้วลบอีกแผงหนึ่ง **แสดงดังรูปที่ 2.10**



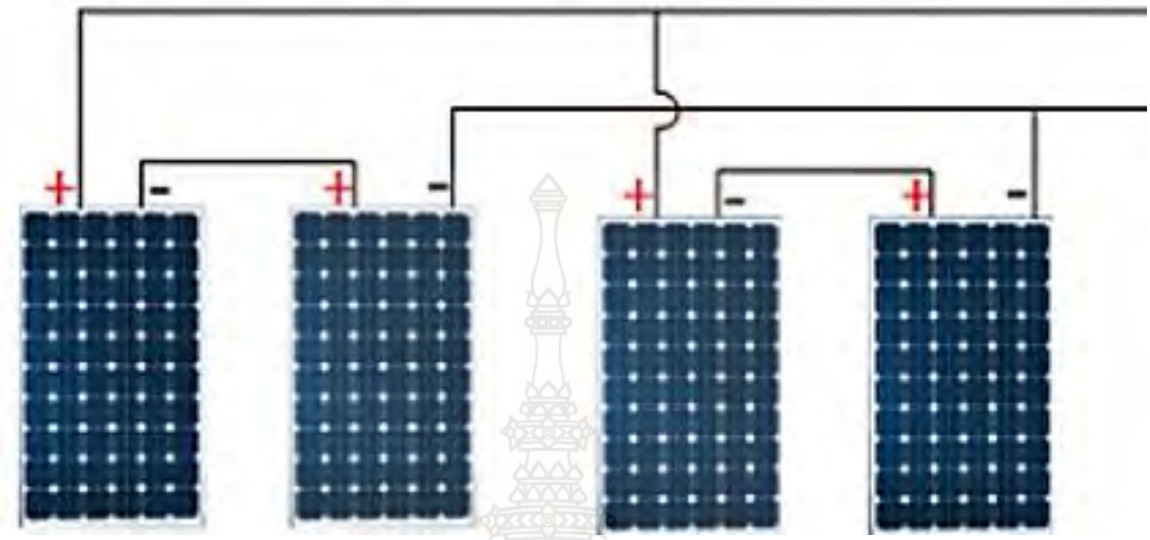
รูปที่ 2.10 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน

การต่อแบบขนานจะเรียกว่า อะเรย์(Array) การต่อแบบนี้แรงดันจะเท่าเดิมแต่กระแสจะเพิ่มขึ้น และกำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย

ข้อดี การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนานเวลาที่มีเงาตกกระทบบังแสงที่ส่งไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจะไม่ลดลงทั้งหมดแต่จะลดเฉพาะแผงที่โดนเงามาตกกระทบ

ข้อเสีย การติดตั้งยากกว่าแบบอนุกรมและมีค่าใช้จ่ายที่แพงกว่า

3. การต่อแบบผสม คือการนำการต่อแบบอนุกรมและแบบขนานมาต่อรวมกัน **แสดงดังรูปที่ 2.11**



รูปที่ 2.11 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสม

การต่อแบบผสมตามรูปเราจะนำทั้ง 2 String มาต่อขนานกันเป็น 1 Array การต่อแบบนี้แรงดัน, กระแส และ กำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นทั้งหมด

การเลือกขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเลือกที่มีแรงดันมากกว่าแรงดันแบตเตอรี่ถึงจะสามารถชาร์จเข้าแบตเตอรี่ได้ เช่น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 50W 18V จะสามารถชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12V ได้แต่ถ้าระบบที่เราออกแบบเป็นแบบต่อร่วมกับเครื่องควบคุมการชาร์จให้เราต่อแผงโซลาร์เซลล์ให้มีแรงดันใกล้เคียงกับสเปคของตัวเครื่องควบคุมการชาร์จได้เลย

2.4 ศึกษาข้อมูลโซลาร์ชาร์จเจอร์

โซลาร์ชาร์จเจอร์ถือเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวหนึ่งที่มีคุณสมบัติคอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงสู่แบตเตอรี่ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เราออกแบบไว้ ซึ่งโซลาร์ชาร์จเจอร์ทั่วไปจะมีหลักการทำงานหรือหน้าที่จ่ายกระแสไฟเมื่อแรงดันแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำตามที่แต่ละยี่ห้อตั้งค่ามาและทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อไปประจุยังแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่สูงตามที่ได้กำหนดไว้เหมือนกันเพื่อป้องกันการ Over Charge ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายและเสื่อมอายุก่อนเวลาอันควรทำให้ใช้งานได้ไม่คุ้มค่าค่าตัวของมันเอง **[5] แสดงดังรูปที่ 2.12**

รูปที่ 2.12 โซลาร์ชาร์จเจอร์

2.4.1 คุณสมบัติโซลาร์ชาร์จเจอร์

คุณสมบัติของโซลาร์ชาร์จเจอร์โดยทั่วไปในช่วงเวลากลางคืนยังคอยปกป้องไม่ให้ไฟจากแบตเตอรี่ย้อนขึ้นไปยังตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์อีกด้วยและอีกข้อหนึ่งของโซลาร์ชาร์จเจอร์ก็คือเป็นตัวสวิตซ์อัตโนมัติที่ใช้จ่ายไฟให้โหลดเวลาที่ไม่มีแสงมากระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **[5]**

2.4.2 หลักการทำงานของโซลาร์ชาร์จเจอร์

โซลาร์ชาร์จเจอร์จะต่อระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับแบตเตอรี่และโหลดทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับใดถ้าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่ตั้งไว้ตัวเครื่องควบคุมการชาร์จจะทำการปลดโหลดออกจากระบบโดยทันที (Load disconnect) เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วนอกจากนี้เครื่องควบคุมการชาร์จก็จะต่อการทำงานของโหลดใหม่ (Load reconnect) ถ้าแบตเตอรี่มีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามที่ตั้งไว้ **[5]** **แสดงดังรูปที่ 2.12**

2.4.3 โซลาร์ชาร์จเจอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ PWM (Pulse Width Modulation)

คือควบคุมความถี่ของคลื่นไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้คงที่ด้วยระบบดิจิทัล (Digital) เพื่อให้ประหยัดพลังงานและสามารถควบคุมการประจุไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ได้เป็นอย่างดีทำให้แบตเตอรี่ไม่เสื่อมเร็วมีฟังก์ชั่นไฟแสดงสถานะการทำงานที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น การทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์/ระดับการเก็บประจุของแบตเตอรี่ (ไฟเต็ม/ไฟกลาง/ไฟน้อยหรือใกล้หมด)/การจ่ายไฟ DC ให้เครื่องใช้ไฟฟ้า DC ที่กำลังต่อเชื่อมวงจรมีระบบการตัดไฟอัตโนมัติในกรณีไฟแบตเตอรี่ใกล้หมด เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสีย/เสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้ไฟเกินกำลัง (Over Charge /Over Discharge Protection) **[6] แสดงดังรูปที่ 2.13**

รูปที่ 2.13 โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ PWM (Pulse Width Modulation)

2. โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking)

คือมีระบบไมโครโพรเซสเซอร์หรือตัวจับสัญญาคอยควบคุมดูแลสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแรงดันกระแสในแบตเตอรี่และเลือกสัญญาณไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากแผงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มที่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงหมดห่วงเมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ขณะที่สภาพแสงแดดภายนอกไม่คงที่แสงแดดอ่อนๆ ในช่วงเช้า/ช่วงเย็นหรือตอนครึ้มๆก่อน/หลังฝนตก **[6]**
แสดงดังรูปที่ 2.14

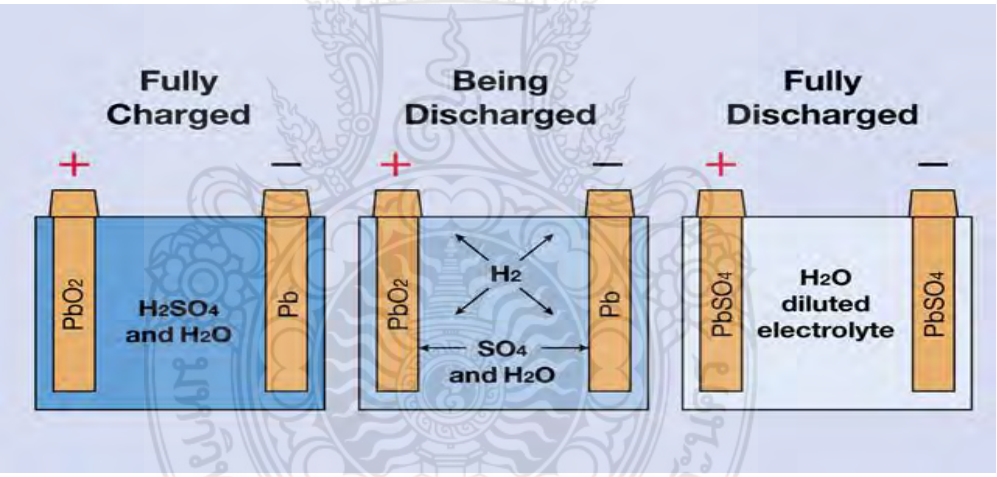
รูปที่ 2.14 โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking)

2.5 แบตเตอรี่

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งเซลล์หรือมากกว่าที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีขั้วบวกและขั้วลบขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือ แหล่งที่มาของอิเล็กตรอนที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอกเมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก สาร อิเล็กโทรไลต์ มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่โดยทำตัวเป็นไอออนยอมให้ปฏิกิริยาทางเคมีทำงานแล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกันเป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอกการเคลื่อนไหวของไอออนเหล่านั้นที่อยู่ในแบตเตอรี่ที่ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากแบตเตอรี่เพื่อปฏิบัติงานในอดีตคำว่า"แบตเตอรี่"หมายถึงเฉพาะอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์แต่การใช้งานได้มีการพัฒนาให้รวมถึงอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว **[2]**

2.5.1 หลักการทำงานของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่แปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงแบตเตอรี่ประกอบด้วยเซลล์แบบโวลตาได้มากกว่าหนึ่งเซลล์แต่ละเซลล์ประกอบด้วยสอง ครึ่งเซลล์ ที่เชื่อมต่อเรียงกันเป็นแถว โดยสารอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าที่มีไอออนที่มีประจุลบ (อังกฤษ: anion) และไอออนที่มีประจุบวก (อังกฤษ: cation) ครึ่งเซลล์หนึ่งตัวจะมีอิเล็กโทรไลต์และขั้วลบ (อิเล็กโทรดที่แอนไอออนวิ่งเข้าหา) อีกครึ่งเซลล์หนึ่งจะมีอิเล็กโทรไลต์และขั้วบวก (อิเล็กโทรดที่แคทไอออนวิ่งเข้าหา Redox ปฏิกิริยา Redox เป็นตัวให้พลังงานกับแบตเตอรี่ แคทไอออนจะลดลง (อิเล็กตรอนมีการเพิ่ม) ที่แคโทดระหว่างการชาร์จประจุ ในขณะที่แอนไอออนจะถูกออกซิไดซ์ (อิเล็กตรอนจะถูกลบออก) ที่ขั้วบวกระหว่างการชาร์จ[13] ในระหว่างการดีสชาร์จกระบวนการจะเป็นตรงกันข้าม ขั้วไฟฟ้าทั้งสองไม่ได้สัมผัสกันแต่เชื่อมต่อทางไฟฟ้าโดย อิเล็กโทรไลต์ เซลล์บางตัวใช้อิเล็กโทรไลต์แตกต่างกันสำหรับแต่ละครึ่งเซลล์ตัวคั่นช่วยให้ไอออนไหลระหว่างครึ่งเซลล์ แต่จะช่วยป้องกันการผสมของอิเล็กโทรไลต์ทั้งสองด้าน **[2]** การทำงานของแบตเตอรี่ **แสดงดังรูปที่ 2.15**



รูปที่ 2.15 แสดงการทำงานของแบตเตอรี่

2.6 ศึกษาข้อมูลแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)

2.6.1 คุณลักษณะของแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)

ส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในการใช้งานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ก็คือ หน่วยแบตเตอรี่สำหรับเก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มา ซึ่งมีหลายยี่ห้อหลายประเภทแล้วแต่เนื้องานและปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการใช้ แต่ในครั้งนี้เราจะมาเจาะประเด็นของแบตเตอรี่ตัวที่เรียกกันว่า EB Battery โดยเฉพาะเนื่องจากเป็นกลุ่มแบตเตอรี่ที่ดูแลง่ายใช้งานทนและที่สำคัญยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แบบคงที่ต่อเนื่องเป็นเวลานานเท่าที่ต้องการอีกด้วย **[4] แสดงดังรูปที่ 2.16**

รูปที่ 2.16 แบตเตอรี่สำหรับโซลาร์เซลล์

2.6.2 การเชื่อมต่อแบตเตอรี่โซลาร์เซลล์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ต่อแบบอนุกรม : เป็นการต่อแบบเรียงกันเป็นแถวเดียวเชื่อมด้วยสายพ่วงต่อกันไปเรื่อยๆ เหมือนรถไฟ ข้อดีคือจะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นและได้กระแสไฟฟ้าเท่าเดิม

2. ต่อแบบขนาน : เป็นการต่อแบบขนาบข้างกันคล้ายกับการต่อแถวตั้งแต่ 2 แถวขึ้นไปแล้วรวมจุดปลายที่ขั้วบวกเข้าด้วยกันพร้อมกับรวมจุดปลายที่ขั้วลบเข้าด้วยกัน ข้อดีคือจะได้ค่ากระแสไฟเพิ่มมากขึ้นในขณะที่แรงดันไฟฟ้ายังคงเดิม

3. ต่อแบบผสม : เป็นการต่อผสมผสานระหว่างการต่อแบบอนุกรมและขนาน เพื่อให้ได้เงื่อนไขที่ลงตัวสามารถดึงข้อดีของแต่ละแบบมารวมกันจนกระทั่งเหมาะสมกับการใช้งานของเรามากที่สุดส่วนใหญ่วงจรไฟฟ้าที่ใช้งานจริงก็มักจะเป็นแบบผสมนี่เอง **[4]**

2.7 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และ ผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นซายน์ แต่เอาท์พุตของ Inverter จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปซายน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ3-phase Induction motor **[3]**

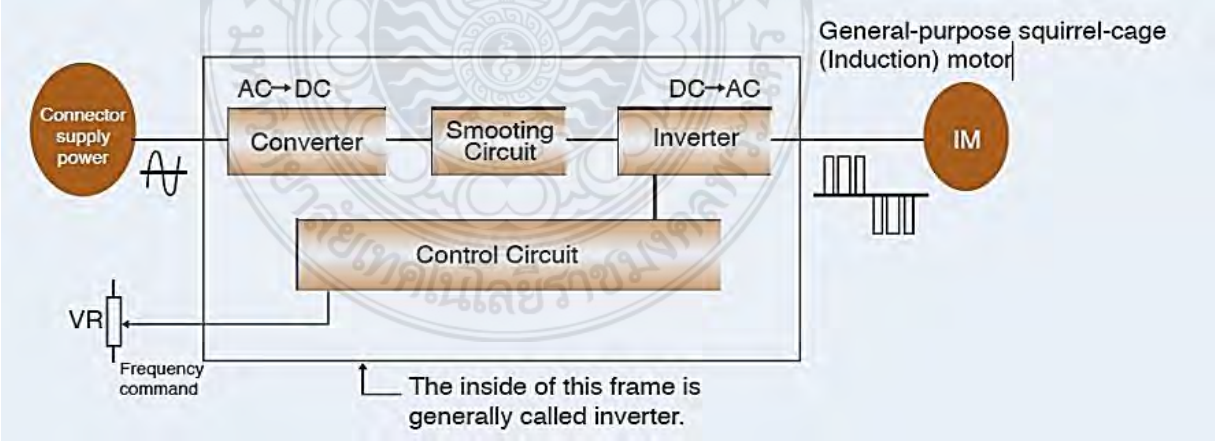
2.7.1 โครงสร้างภายในของInverter

- 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 **[3]**

การทำงานของวงจร Inverter **แสดงดังรูปที่ 2.17**



รูปที่ 2.17 การทำงานของวงจร Inverter

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงการดำเนินการออกแบบและการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์ เช่น แบตเตอรี่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โซลาร์ชาร์จเจอร์ หม้อแปลง และวิธีการดำเนินงานของอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาในการแปลงแรงดันไฟฟ้า 12V เป็น 220V จากแบตเตอรี่ โดยการนำแผงโซลาร์เซลล์ มาใช้ในการชาร์จพลังงานไฟฟ้าลงแบตเตอรี่และโครงสร้างการออกแบบกล่องที่ใช้เก็บอุปกรณ์แปลงแรงดัน

3.2 การออกแบบ และ คำนวณ

3.2.1 การคำนวณหาขนาดแบตเตอรี่

$$\text{จากสูตรการคำนวณ} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า}}{\text{แรงดัน}} \times \text{จำนวน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \qquad (1)$$

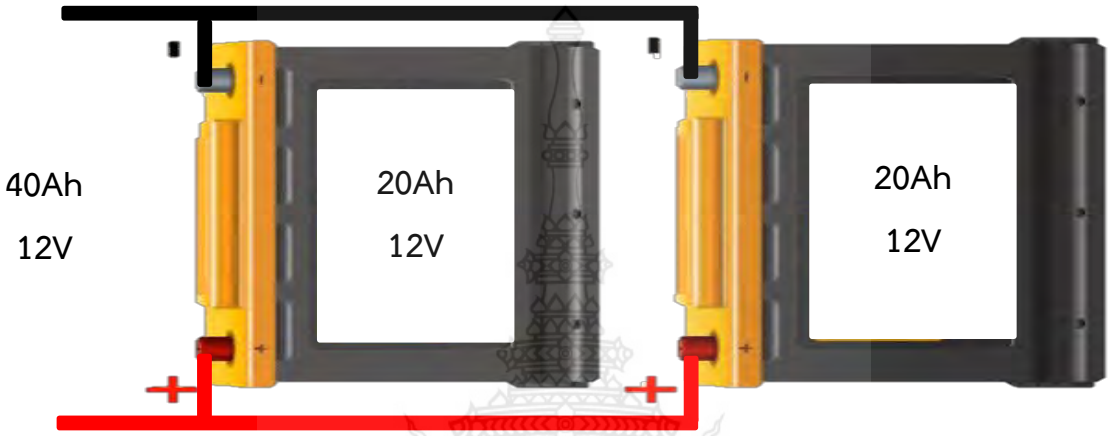
ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งานพลังงานไฟฟ้า

อุปกรณ์	แรงดัน	กำลังไฟ	จำนวน	ชั่วโมงในการใช้	กระแสที่ใช้
หลอดไฟ	12v	5W 5w/12v = 0.417	2 0.417 x 2 = 0.834	5 0.834 x 5 = 4.17	4.17
พัดลม	12v	15W 15w/12v = 1.25	1 1.25 x 1 = 1.25	8 1.25 x 8 = 10	10
ชาร์จแบต		7W	3	7w/12v = 0.583 0.583 x 3 = 1.75	1.75

กระแสที่ใช้ 16A คิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ของแบตเตอรี่ขนาดที่ควรใช้ 24Ah ขึ้นไป

การต่อแบตเตอรี่

การออกขนาดแบตเตอรี่เลือกที่ใช้งานอยู่ที่ 40Ah โดยการใช้แบตเตอรี่ขนาด 20Ah 2 ก้อน ต่อแบบขนาดกันเพื่อเพิ่มกระแสให้อยู่ที่ 40Ah ตามที่เรากำหนด **แสดงดังรูปที่ 3.1**



รูปที่ 3.1 การต่อแบตเตอรี่ 20Ah ขนานกัน

3.2.2 การหาขนาดหม้อแปลง

การหาขนาดหม้อแปลงจะเลือกตามขนาดของระบบที่ใช้คือ แบตเตอรี่ ขนาด 40Ah 12V เป็นระบบ 12V ก็จะใช้หม้อแปลงขนาด 12-0-12 220V **แสดงดังรูปที่ 3.2**

รูปที่ 3.2 หม้อแปลงขนาด 12-0-12 220V

3.2.3 การคำนวณหาขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากสูตรการคำนวณ = ขนาดแบตเตอรี่ x เปอร์เซ็นต์ใช้งาน = ค่าการใช้พลังงานรวม (2)

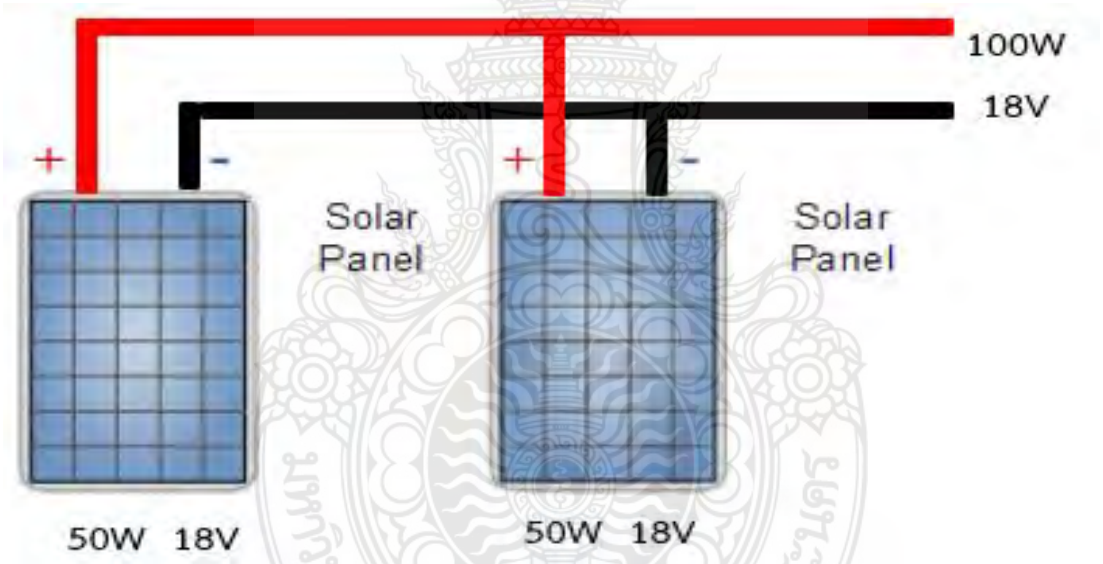
= 40 x 0.5 (50%) = 20A

เราจะใช้งานแบตเตอรี่ไม่ถึง 100% เพื่อเป็นการรักษาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

= ค่าการใช้พลังงานรวม x ชั่วโมงแดด 5 ชม. = ขนาดแผง (3)

= 20 x 5 = 100W

จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 50W 18V ต่อขนานกัน 2 แผงจะทำให้ได้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 100 W และเพื่อเป็นการลดขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ให้มีขนาดเล็กลง **แสดงดังรูปที่ 3.3**



รูปที่ 3.3 การต่อแผงโซลาร์เซลล์ 50W ขนานกัน

3.2.4 การคำนวณหาขนาดโซลาร์ชาร์จเจอร์

จากสูตรการคำนวณ $= \frac{\text{ขนาดของแผงโซลาร์เซลล์}}{\text{แรงดันของแผงโซลาร์เซลล์}} =$ **ขนาดโซลาร์ชาร์จเจอร์** **(4)**

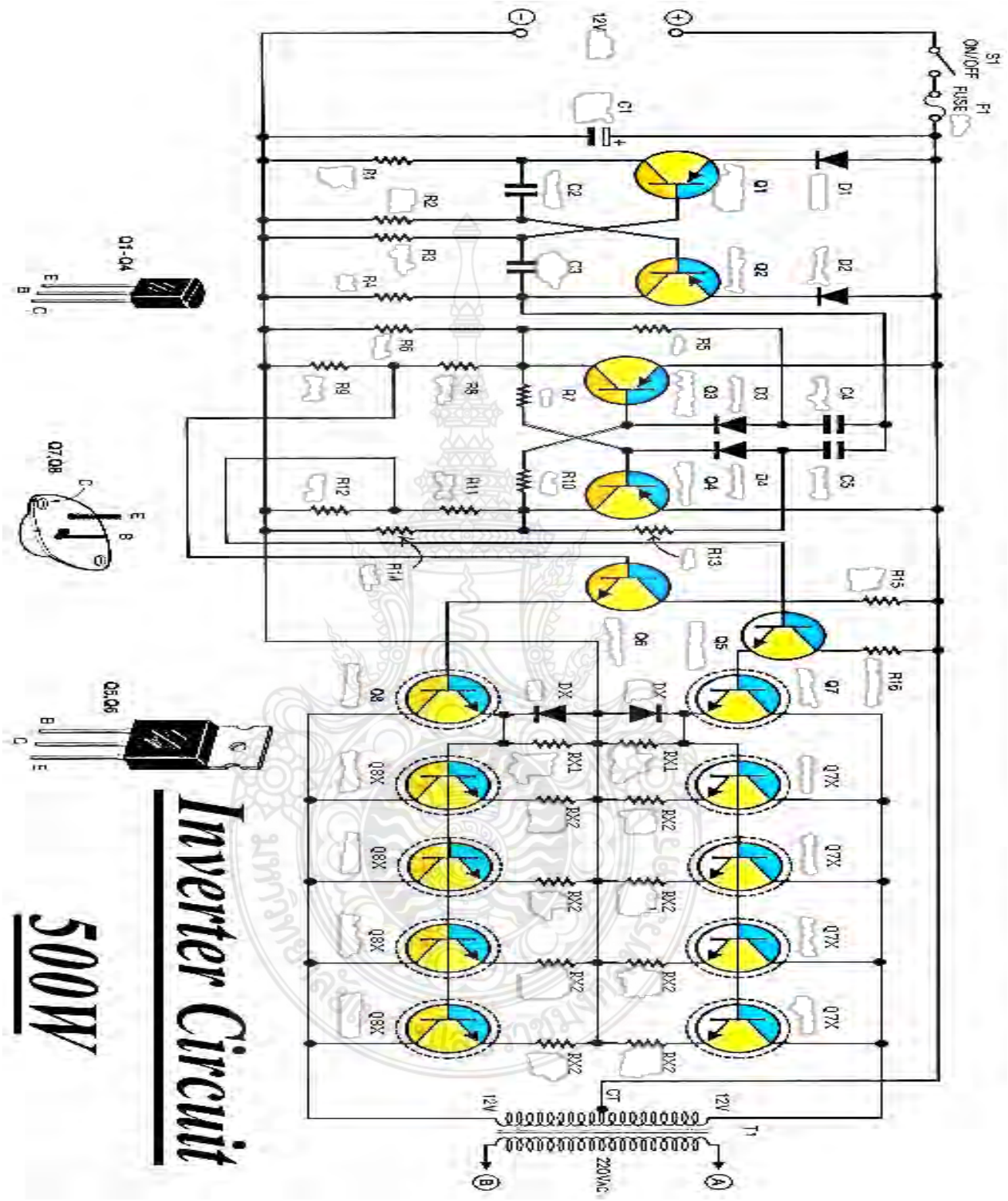
$$= \frac{100\text{W}}{18\text{V}} = 5.55\text{A}$$

ขนาดของโซลาร์ชาร์จเจอร์จะอยู่ที่ประมาณ 10 - 20A .**แสดงดังรูปที่ 3.4**

รูปที่ 3.4 โซลาร์ชาร์จเจอร์ขนาด 20A

3.2.5 การออกแบบวงจรอินเวอร์เตอร์ขนาด 500W

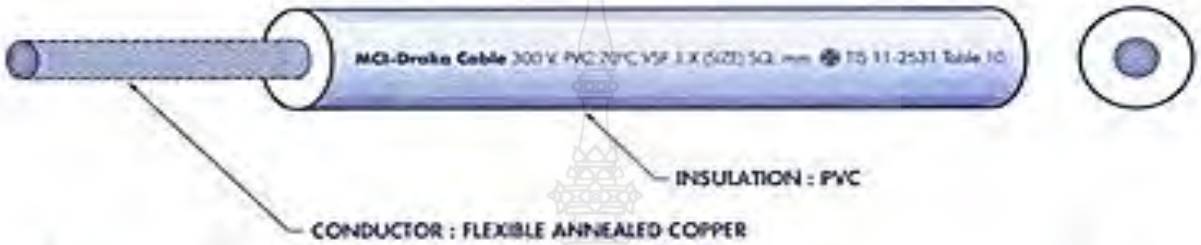
วงจร Inverter 500W.12V to 220V DC หลักการคือใช้แรงดันแบตเตอรี่ 12V เพื่อผลิตออสซิลเลเตอร์ประมาณ 100 Hz และส่งผ่านไปยังวงจรแบ่งความถี่สองวงจรเพียง 50HZ และขับหม้อแปลงที่มีทรานซิสเตอร์ต่อแบบขนาน **แสดงดังรูปที่ 3.5**



รูปที่ 3.5 วงจรอินเวอร์เตอร์ 12V to 220V DC เป็น AC 500W

3.2.6 การเลือกขนาดสายไฟที่ใช้ในการต่อวงจร แสดงดังรูปที่ 3.6

VSF
300 V 70°C PVC INSULATED FLEXIBLE CONDUCTOR, SINGLE CORE.



Application : For marking cross connection between terminals inside appliances, instruments or apparatus.

Classification : Maximum conductor temperature 70°C. Circuit voltage does not exceed 300 volts.

Standard : TIS 11-2531 TABLE 10

Construction : Conductor : Flexible annealed copper, sizes 0.5 mm² up to 2.5 mm²
Insulation : Polyvinyl chloride (Any colour as requested).

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number and diameter of wire (No/mm)	Insulation thickness (mm)	Overall diameter (mm)	Minimum insulation resistance at 70°C (MΩ_km)	Maximum continuous current rating in free air (Ampere)	Cable weight (approx.) (kg/km)	Standard length (m)
1	0.5	16/0.20	0.8	3.2	0.0160	9	12	100/C
	0.5	28/0.15	0.8	3.2	0.0160	9	12	100/C
	0.75	24/0.20	0.8	3.4	0.0140	11	15	100/C
	0.75	42/0.15	0.8	3.4	0.0140	11	15	100/C
	1	32/0.20	0.8	3.6	0.0127	14	18	100/C
	1.5	30/0.25	0.8	3.9	0.0111	18	23	100/C
	2.5	50/0.25	0.8	4.5	0.0092	24	33	100/C

C : Packing in coil.
Note. We reserve the right to alter this specification without notice.

รูปที่ 3.6 ตารางขนาดสายไฟ VSF

ใช้สาย 1.5 ที่สามารถทนกระแสได้ถึง 18 A ในการต่อวงจรแผง สวิทช์ และ ช่อง USB
ใช้สาย 2.5 ที่สามารถทนกระแสได้ถึง 24 A ในการต่อวงจรจากแบตเตอรี่ และ อื่นๆโดยรวม

3.3 วิธีการดำเนินงาน

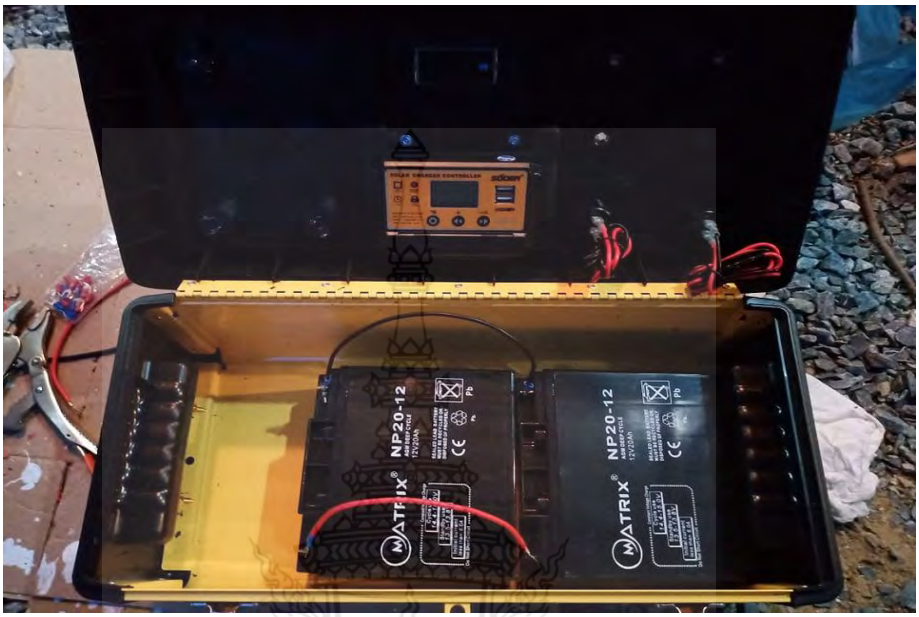
3.3.1 เลือกขนาดกล่องที่มีขนาดเหมาะสมแข็งแรงในการใส่อุปกรณ์ **แสดงดังรูปที่ 3.7**

รูปที่ 3.7 กล่องเครื่องมือ

3.3.2 วัดขนาดอุปกรณ์ที่ต้องการใส่ชิ้นงานลงบนกล่องแล้วทำการเจาะรูให้มีขนาดที่พอดีกับขนาดที่วัดไว้ **แสดงดังรูปที่ 3.8**

รูปที่ 3.8 การเจาะรูตามขนาดอุปกรณ์

3.3.3 วางแบตเตอรี่ขนาด 20Ah 2 ก้อนลงในกล่องเครื่องมือแบบแนวนอน แล้วทำการต่อสายไฟขนานกันเพื่อเป็นการเพิ่มกระแสให้ได้ 40Ah ตามที่กำหนด **แสดงดังรูปที่ 3.9**



รูปที่ 3.9 การต่อแบตเตอรี่แบบขนานลงในกล่องเครื่องมือ

3.3.4 ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนกล่องเครื่องมือตามที่เราได้เจาะไว้ **แสดงดังรูปที่ 3.10**

รูปที่ 3.10 ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนกล่องเครื่องมือ

3.3.5 ต่อวงจรไฟฟ้าในอุปกรณ์แต่ละตัวเพื่อใช้งานอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC **แสดงดังรูปที่ 3.11**

รูปที่ 3.11 อุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC

3.3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่มี

- SUOER รุ่น SON-1210D+ สามารถชาร์จไฟฟ้าจากไฟบ้านปกติได้
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถชาร์จไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้

แสดงดังรูปที่ 3.12 – 3.13

รูปที่ 3.12 SUOER รุ่น SON-1210D+

รูปที่ 3.13 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 50W ต่อขนานกัน

3.4 บทสรุป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักการทำงานของเซลล์พลังงานแสงทิตย์สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงแรงดัน DC เป็น AC และโซล่าชาร์จเจอร์ คอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ลงสู่แบตเตอรี่ ของระบบโซล่าเซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟและนำมาใช้งานตามที่เราออกแบบไว้ และนำมาสร้างแบบจำลองอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาซึ่งผลการวิจัยจะได้นำเสนอในบทที่ 4 ต่อไป

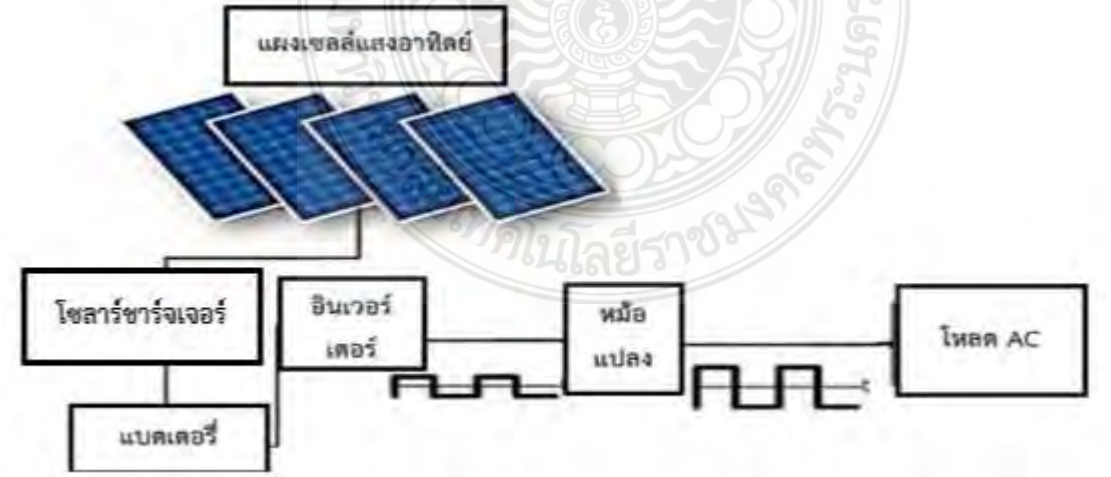
บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 บทนำ

ในการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาได้ทดสอบโดยการใช้โปรแกรมโดยจำลองวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อทดสอบและดูผลการจำลองการจับสัญญาณต่างๆของอินเวอร์เตอร์ หม้อแปลง และ โหลด และผลการทดสอบจริงในการจับสัญญาณต่างๆของวงจรอินเวอร์เตอร์ หม้อแปลง และ โหลด

4.2 โครงสร้างหลักการทำงาน

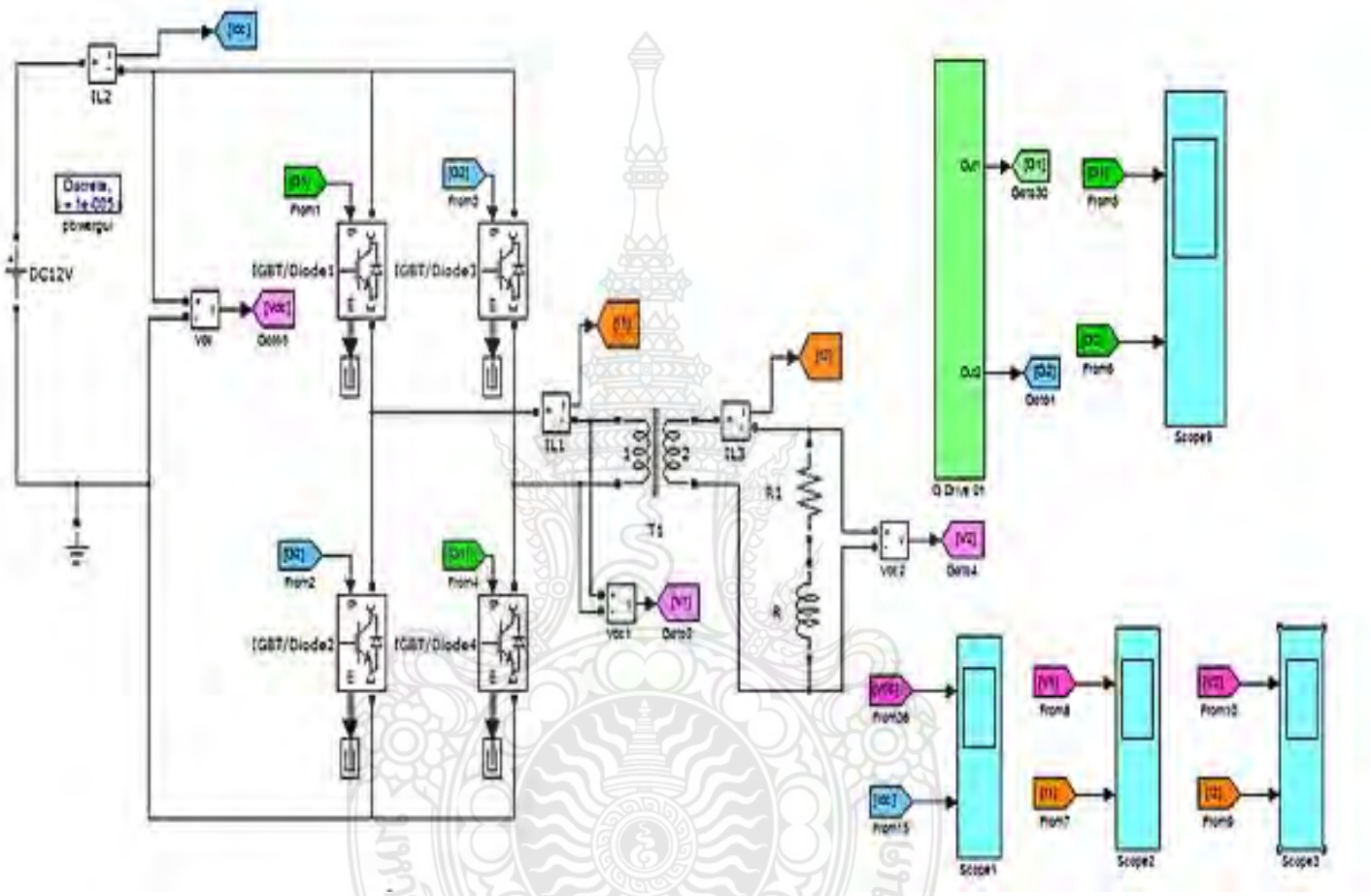
โครงสร้างหลักการทำงานของอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาตั้งแต่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต่อเข้ากับตัวโซลาร์ชาร์จเจอร์เพื่อควบคุมการชาร์จกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่โดยการต่อแบตเตอรี่เข้ากับโซล่าร์ชาร์จเจอร์และจะต่อจากแบตออกไปหาวงจรอินเวอร์เตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง(DC) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ(AC) แล้วเพิ่มแรงดันจาก 12V เป็น 220V โดยหม้อแปลง 12-0-12 220V โดนการต่ออินพุตเข้าด้าน 12V ของหม้อแปลงแล้วถึงจะนำไปใช้กับโหลด **แสดงดังรูปที่ 4.1**



รูปที่ 4.1 โครงสร้างหลักการทำงานของอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC

4.3 วงจรจำลองอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส

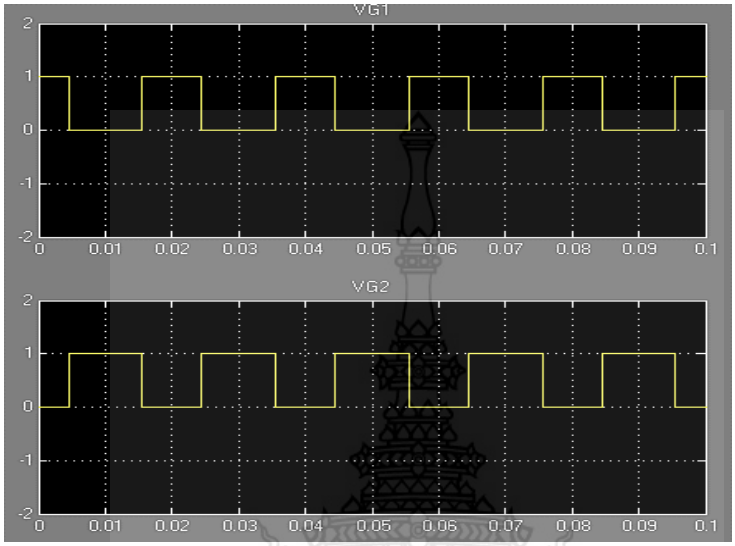
วงจรจำลองอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส (12Vdc to 220Vac) โหลดเอาต์พุตโดยใช้ R = 50 โอห์ม และ L = 10 มิลลิเฮนรี่ **แสดงดังรูปที่ 4.2**



รูปที่ 4.2 วงจรจำลองอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส

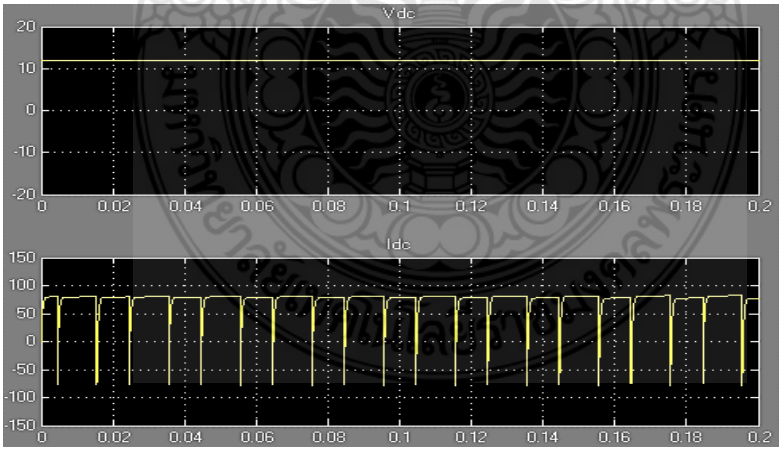
4.4 ผลการจำลองการจับสัญญาณต่างๆ

4.4.1 สัญญาณขับเกท G1 และ G2 **แสดงดังรูปที่ 4.3**



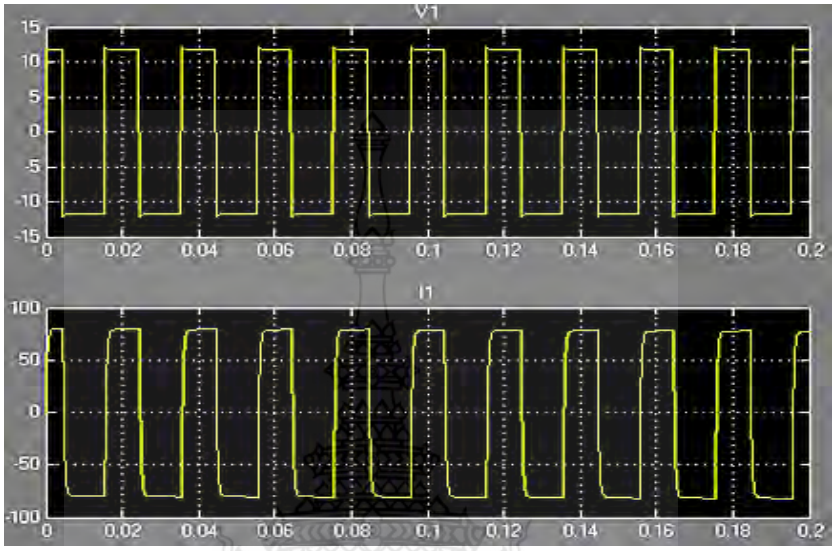
รูปที่ 4.3 สัญญาณขับเกท G1 และ G2

4.4.2 สัญญาณแรงดันไฟตรงอินพุตเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์ (รูปบน) และ สัญญาณกระแสอินพุตเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์ (รูปล่าง) **แสดงดังรูปที่ 4.4**



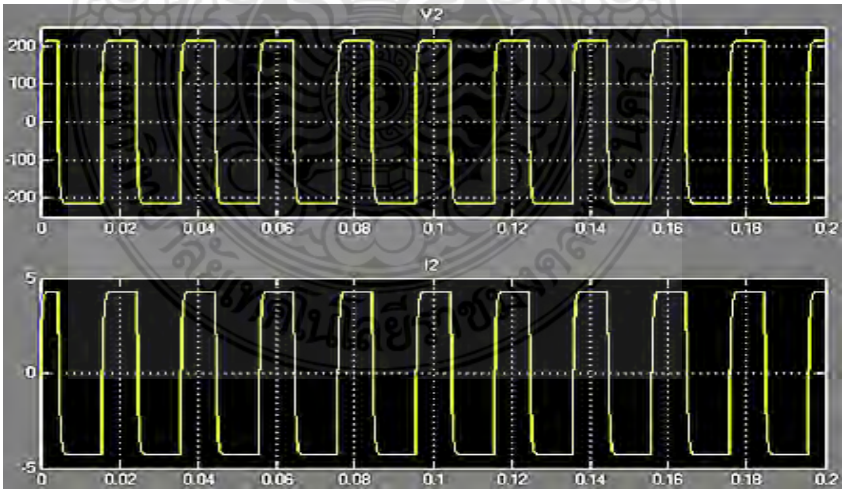
รูปที่ 4.4 สัญญาณแรงดันไฟตรงและกระแสไฟตรงด้านอินพุตของวงจรอินเวอร์เตอร์

4.4.3 สัญญาณแรงดันไฟสลับอินพุตด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า (รูปบน) สัญญาณกระแสไฟสลับอินพุตด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า (รูปล่าง) **แสดงดังรูปที่ 4.5**



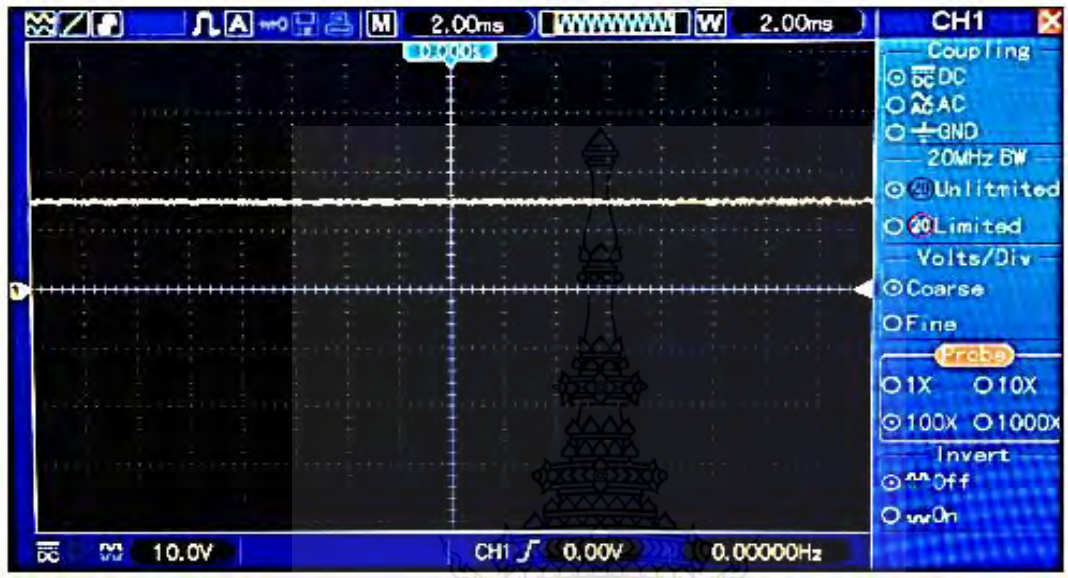
รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันไฟสลับและกระแสไฟสลับด้านอินพุตของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงต่ำ

4.4.4 สัญญาณแรงดันไฟสลับเอาต์พุตด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงไฟฟ้า (รูปบน) และ สัญญาณกระแสไฟสลับเอาต์พุตด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงไฟฟ้า (รูปล่าง) **แสดงดังรูปที่ 4.6**



รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันไฟสลับและกระแสไฟสลับด้านเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

4.4.5 สัญญาณแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดสเกลเวลา 2 ms/ช่อง สเกลแรงดัน 10 V/ช่อง **แสดงดังรูปที่ 4.7**

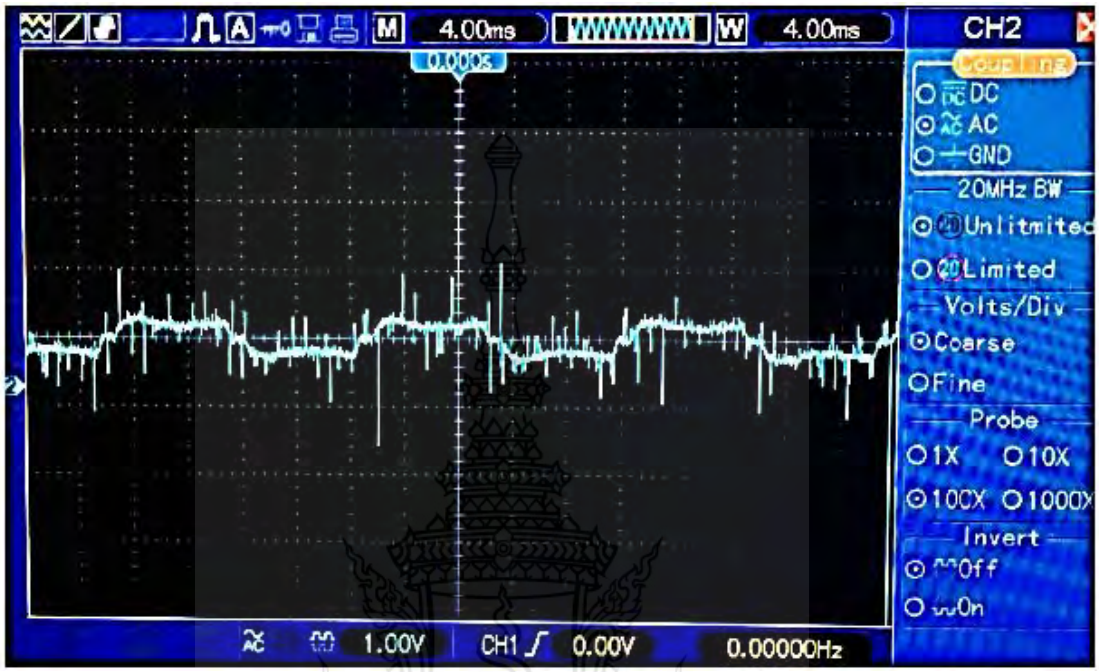


รูปที่ 4.7 สัญญาณแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส

4.4.6 สัญญาณแรงดันเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดสเกลเวลา 4 ms/ช่อง สเกลแรงดัน 200 V/ช่อง **แสดงดังรูปที่ 4.8**

รูปที่ 4.8 สัญญาณแรงดันเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส

4.4.7 สัญญาณกระแสโหลดในกรณีที่เป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดใบพัด 16 นิ้ว 50W ขนาดสเกลเวลา 4 ms/ช่อง สเกลกระแส 1 A/ช่อง **แสดงดังรูปที่ 4.9**



รูปที่ 4.9 สัญญาณกระแสโหลดในกรณีที่เป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดใบพัด 16 นิ้ว 50W

4.5 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการทดสอบอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC โดยใช้โปรแกรมจำลองวงจรอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส (12Vdc to 220Vac) เริ่มจากให้โหลดเอาต์พุตโดยใช้ R=50 โอห์ม และ L=10 มิลลิเฮนรี่ ผลทดสอบสัญญาณขับเกท G1 และ G2 มีสัญญาณตรงข้ามกัน ผลทดสอบสัญญาณแรงดันไฟตรงอินพุตเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์และสัญญาณกระแสอินพุตเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์ ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.4 ผลทดสอบสัญญาณแรงดันไฟสลับอินพุตด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าและสัญญาณกระแสไฟสลับอินพุตด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลง ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.5 ผลทดสอบสัญญาณแรงดันไฟสลับเอาต์พุตด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงไฟฟ้าและสัญญาณกระแสไฟสลับเอาต์พุตด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงไฟฟ้า ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.6 จากการทดสอบโดยใช้โปรแกรมจำลองผลทดสอบทั้งหมดมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาและสามารถนำมาใช้งานได้จริง

ผลการทดสอบอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC โดยการทดสอบจริงของวงจรอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส (12Vdc to 220Vac) เริ่มจากผลการทดสอบจับสัญญาณแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส โดยจะตั้งค่าผลที่ได้เป็นขนาดสเกลเวลา 2 ms/ช่อง สเกลแรงดัน 10 V/ช่องผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.7 ผลการทดสอบจับสัญญาณแรงดันเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส โดยจะตั้งค่าผลที่ได้เป็นขนาดสเกลเวลา 4 ms/ช่อง สเกลแรงดัน 200 V/ช่อง ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.8 ผลการทดสอบจับสัญญาณกระแสโหลดในกรณีที่เป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดใบพัด 16 นิ้ว 50W โดยจะตั้งค่าผลที่ได้เป็นขนาดสเกลเวลา 4 ms/ช่อง สเกลกระแส 1 A/ช่องผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.9

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

โครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาที่นำพลังงานทดแทนจากการใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการอัดประจุจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าแบตเตอรี่และแปลงแรงดัน DC เป็น AC โดยใช้วงจรอินเวอร์เตอร์วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์โดยนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาประกอบเข้าด้วยกันโดยการนำพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเกิดเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

5.2 ปัญหาที่เกิดจากการดำเนินงาน

1. การทำงานอาจล่าช้าเนื่องจากเวลาการอัดประจุเข้าแบตเตอรี่จะนาน เนื่องจากขึ้นอยู่กับความเข้มและอุณหภูมิของแสงที่ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์
2. วงจรอินเวอร์เตอร์มีความซับซ้อนต้องเข้าใจในการทำงานของวงจร
3. การทดสอบอัดประจุเข้าแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพา การทำงานมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับพอใช้
4. ระยะเวลาในการใช้งานพลังงานไฟฟ้ามีเวลาน้อยเนื่องจากขนาดแบตเตอรี่
5. กระแสที่ได้จากวงจรอินเวอร์เตอร์มีประสิทธิภาพไม่ถึงร้อยเปอร์เซ็นอยู่ในระดับที่รับได้
6. ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีน้ำหนักที่หนัก

5.3 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดสอบอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC โดยใช้โปรแกรมจำลองวงจรอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส (12Vdc to 220Vac) เริ่มจากให้โหลดเอาต์พุตโดยใช้ R=50 โอห์ม และ L=10 มิลลิเฮนรี่ ผลทดสอบสัญญาณขับเกท G1 และ G2 มีสัญญาณตรงข้ามกัน ผลทดสอบสัญญาณแรงดันไฟตรงอินพุตเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์และสัญญาณกระแสอินพุตเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์ ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.4 ผลทดสอบสัญญาณแรงดันไฟสลับอินพุตด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าและสัญญาณกระแสไฟสลับอินพุตด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลง ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.5 ผลทดสอบสัญญาณแรงดันไฟสลับเอาต์พุตด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงไฟฟ้าและสัญญาณกระแสไฟสลับเอาต์พุตด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงไฟฟ้า ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.6 จากการทดสอบโดยใช้โปรแกรมจำลองผลทดสอบทั้งหมดมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถสร้างอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาและสามารถนำมาใช้งานได้จริง

ผลการทดสอบอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC โดยการทดสอบจริงของวงจรอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส (12Vdc to 220Vac) เริ่มจากผลการทดสอบจับสัญญาณแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส โดยจะตั้งค่าผลที่ได้เป็นขนาดสเกลเวลา 2 ms/ช่อง สเกลแรงดัน 10 V/ช่องผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.7 ผลการทดสอบจับสัญญาณแรงดันเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่โหลดเป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส โดยจะตั้งค่าผลที่ได้เป็นขนาดสเกลเวลา 4 ms/ช่อง สเกลแรงดัน 200 V/ช่อง ผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.8 ผลการทดสอบจับสัญญาณกระแสโหลดในกรณีที่เป็นพัดลมไฟฟ้า 1 เฟส ขนาดใบพัด 16 นิ้ว 50W โดยจะตั้งค่าผลที่ได้เป็นขนาดสเกลเวลา 4 ms/ช่อง สเกลกระแส 1 A/ช่องผลที่ได้เป็นไปตามรูปที่ 4.9

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเลือกขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาดเบาและสะดวกในการพกพา
2. ถ้าต้องการระยะเวลาในการใช้งานพลังงานไฟฟ้าให้นานขึ้นควรเพิ่มขนาดของแบตเตอรี่
3. การใช้งานอุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาไม่ควรใช้พลังงานในแบตเตอรี่จนหมดเพราะจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง
4. การเลือกตำแหน่งในการวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควรวางในที่แดดส่องถึงได้ง่ายไม่โดนบัง
5. การเคลื่อนย้ายไม่ควรโยนหรือกระแทกที่รุนแรงอาจทำให้อุปกรณ์ชำรุด
6. อุปกรณ์แปลงแรงดัน DC เป็น AC แบบพกพาเป็นระบบไฟฟ้าไม่ควรโดนน้ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2021). เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์, สืบค้นเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2564 จาก https://th.wikipedia.org/wiki/เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

[2] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2021). แบตเตอรี่, สืบค้นเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2564 จาก https://th.wikipedia.org/wiki/แบตเตอรี่

[3] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2021). อินเวอร์เตอร์, สืบค้นเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2564 จาก https://mall.factomart.com/what-is-converter/

[4] บริษัท มิตรภาพแบตเตอรี่ จำกัด. (2021). แบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ โซล่าเซลล์,สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก https://batterymittapap.com/

[5] Sunpro Solar. (2021). โซล่าชาร์จเจอร์, สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก http://www.sunpro-solar.net/article/

[6] เอ็กซ์ตร้าโซลาร์. (2021). ชนิดโซล่าชาร์จเจอร์, สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก http://www.extra-solar.com/

[7] Sunnergy. (2021). หลักการทำงาน ของแผงโซล่าเซลล์, สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก https://www.krungthepsolar.net/

[8] บริษัท เออีซี เอกซ์. (2021). การทำงานของระบบโซล่าเซลล์, สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก https://www.aecexport.com/blog/how-to-solar-cell-process/

[9] Electricity & Industry.(2021). หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter), สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก https://www.electricityandindustry.com/

[10] กรุงเทพโซล่าเซลล์. (2021). หลักการทำงาน อินเวอร์เตอร์ โซล่าเซลล์ ที่มีประสิทธิภาพ, สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2564 จาก https://www.sunnergysolar.com/

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายประจักษ์ เริงมิตร
ชื่อเล่น	บาส
เกิดเมื่อ	28 ตุลาคม 2542
อายุ	21
ที่อยู่	121/98 หมู่ 5 ซอย 4 ต.ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
เบอร์โทร	091-0953xxx
Email	PRAJAK-RU@rmutp.ac.th
ประวัติการศึกษา	- พ.ศ.2560 สำเร็จการศึกษาระดับวิชาชีพ (ปวช.) แผนกไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร - พ.ศ.2561 เริ่มเข่าศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายนนทกร เรืองงิ้ว

ชื่อเล่น นนท์

เกิดเมื่อ 9 ตุลาคม 2542

อายุ 21

ที่อยู่ 340/1 บ้ านริมทางรถไฟ เขตบางซื่อ แขวงบางซื่อ กรุงเทพ 10800

เบอร์โทร 093-8242xxx

Email nonep.032@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2560 สำเร็จการศึกษาระดับวิชาชีพ (ปวช.) แผนกไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- พ.ศ.2561 เริ่มเข่าศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายอลงกรณ์ จุ้ ยคง
ชื่อเล่น	นนท์
เกิดเมื่อ	21 เมษายน 2542
อายุ	22
ที่อยู่	60/22 ถ.กาญจนาภิเษก อ.บางใหญ่ ต.บางใหญ่ จ.นนทบุรี 11140
เบอร์โทร	062-7505xxx
Email	ALONGKORN-J@rmutp.ac.th
ประวัติการศึกษา	- พ.ศ.2560 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวรรัตน์ศึกษา นนทบุรี - พ.ศ.2561 เริ่มเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร