

ผู้วิจัย : อาจารย์สุวิชา พุทธารัตน์
 ชื่อโครงการ : วิจัยและพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย
 Research and Development Solar power plant for Residential
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 ปีงบประมาณ : 2555

บทคัดย่อ

เอกสารฉบับนี้มุ่งวิจัยและพัฒนา การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย เพื่อนำมาใช้สำหรับบ้านพักอาศัยที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลระบบไฟฟ้าหรือ บ้านพักอาศัยที่ต้องการลดการใช้พลังงาน โดยการพัฒนาจากระบบที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ มาเป็นระบบที่สามารถเคลื่อนย้าย ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างอิสระและยังคงประสิทธิภาพ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ กระแสไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้เฉลี่ย 0.45A.ในระบบ AC และ 9.0 A.ในระบบ DC และสามารถเก็บพลังงานในแบตเตอรี่ได้ 380 วัตต์ในเวลาการอัดประจุ 4 ชั่วโมง การเคลื่อนย้ายและการทำงาน ผลการประเมินที่ได้ มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง สามารถนำมาติดตั้งใช้งานได้ดีในระดับหนึ่ง

คำสำคัญ : โซลาร์เซลล์, โฟโตโวลตาอิก, สแตนด์อะโลนโฟโตโวลตาอิก

Abstract

This paper is Research and Development has proposed Solar power plant by photovoltaic about 150 watt for normal residential , suburbs(non grid line) or saving power building .The aim of research is to design Standing alone Photovoltaic systems to Moveable Photovoltaic systems as efficiency 60% for connected load such as Compact fluorescent 8x8watt , 1-receptacle 180 VA.Systems was test by researcher result show that Moveable Photovoltaic systems has output 0.45 Amp in D.C current And 9.0 Amp. In A.C current for Systems Efficiency at 60% and Charge power 380 watt to battery for loads about 3 hour to use. Systems was test professional in electrical engineer by Attitude scale result is medium scale

after set up systems and run .Result for Moveable Solar power plant by photovoltaic system show that systems able to set up for Residential in medium Performance at efficiency 60%

Keywords : Solar Cell , Photovoltaic , Standing alone Photovoltaic

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย และท่านผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า อาจารย์นิสิต งามอาจ และผู้เชี่ยวชาญวิศวกรรมวัดคุม อาจารย์ธีระ หงษ์สารกุล อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์เป็นอย่างยิ่ง ที่แนะแนวทางตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องรวมถึงประเมินคุณภาพ จนรายงานการวิจัยฉบับนี้ได้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือจนรายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ. โอกาสนี้

สุวิชา พุทธรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทที่1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์	3
2.2 การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า	9

2.3 การเดินสายไฟฟ้า	11
2.4 การคำนวณขนาดของสายไฟฟ้า	11
2.5 การคำนวณขนาดของแผงโซลาร์เซลล์	13
2.6 การหาขนาดของแบตเตอรี่	13
บทที่3 การออกแบบ การสร้าง และวิธีทดสอบ	15
3.1 การออกแบบ	15
3.2 การสร้าง	16
3.3 วิธีการหาคุณภาพงานวิจัย	19
3.4 ตารางบันทึกและสรุปผลการทดลอง	20

สารบัญ(ต่อ)

บทที่4 การทดสอบ ประเมินและวิเคราะห์ผล	21
4.1การทดสอบและวิเคราะห์ผล	21
4.2การประเมินและผลการประเมินคุณภาพ	
บทที่5 สรุปและอภิปรายผล	25
5.1 สรุปผลการวิจัย	25
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	25
5.3 ข้อเสนอแนะ	26
บรรณานุกรม	27
ภาคผนวก	28
ก วงจรไฟฟ้าระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	29
ข แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	30

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ระบบ Power conditioning ที่ใช้กับระบบโฟโตโวลตาอิก	8
2.2 ขนาดสายไฟที่เหมาะสม	12
3.1 แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	19
3.2 การทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ A.C (ไฟฟ้ากระแสสลับ) โดยแผงโซลาร์เซลล์วางห่างจากโหลด 8 เมตร	20
3.3 การทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ D.C (ไฟฟ้ากระแสตรง) โดยแผงโซลาร์เซลล์วางห่างจากโหลด 8 เมตร	20

4.1 ผลการทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ A.C (ไฟฟ้ากระแสสลับ) โดยแผงโซลาร์เซลล์วางห่างจากโหลต 8 เมตร	21
4.2 ผลการทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ D.C (ไฟฟ้ากระแสตรง) โดยแผงโซลาร์เซลล์วางห่างจากโหลต 8 เมตร	22
4.3 ตารางแสดงผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ	23

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การแสดงโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบหัวต่อพีเอ็น	4
2.2 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม ขนาน และ 2 แบบผสมกัน	5
2.3 แสดงองค์ประกอบต่างๆของระบบโฟโตโวลตาอิก	7

3.1 แสดงภาพวงจรการติดตั้งระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์สำหรับ บ้านพักอาศัย	16
3.2 แผงสาธิตการติดตั้งระบบไฟฟ้าและแผงโซลาร์เซลล์	17
3.3 แบบร่างเสาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์	17

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการพลังงานเพื่อรองรับอัตราการเพิ่มของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงอย่างต่อเนื่องเป็นภาระการจัดหาแหล่งพลังงานทั้งจากภายในและจากนอกประเทศ เพื่อลดผลกระทบจากการใช้พลังงาน ภาครัฐจึงพยายามผลักดันให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดมาตรการในการกำกับ ส่งเสริม และสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการศึกษาวิจัยเพื่อนำพลังงานทางเลือกที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานที่ได้จากก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาใช้ทดแทนพลังงานหลักที่เริ่มมีอย่างจำกัดและมีแนวโน้มที่กำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นการศึกษาวิจัยทางพลังงานทางเลือกดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการอนุรักษ์และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบัน

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกชนิดหนึ่งที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด และเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้เราสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้แทนพลังงานหลักที่มีอยู่ โดยการใช้แผงโซลาร์เซลล์มารับแสงจากดวงอาทิตย์และผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาใช้กับโหลดทางไฟฟ้า จากหลักการดังกล่าวผู้วิจัยจึงทำการศึกษาระบบโซลาร์เซลล์มาเป็นตัวเปลี่ยนรูปพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้กับบ้านพักอาศัยจนถึงต้นบริการวิชาการของสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมในกรณีที่ต้องบริการทางวิชาการนอกสถานที่หรืองานภาคสนาม เช่นงานราชภัฏวิชาการ งานวันเด็กแห่งชาติ งานแสดงผลงานวิจัยต่างๆ รวมถึง บ้านพักอาศัยขนาดเล็ก และโรงงานอุตสาหกรรม ในอนาคตข้างหน้าต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วิจัยและพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโหลดทางไฟฟ้าบ้านพักอาศัยขนาดกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 150 วัตต์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

3.1 การวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบอิสระ(Standing alone) โดยไม่มีการเชื่อมต่อกับสายส่งใดๆของการไฟฟ้า โดยมีขอบเขตดังนี้

1. เซลล์แสงอาทิตย์(Solar Module)ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 150 วัตต์ 1 unit
2. จ่ายโหลดทางไฟฟ้าได้ 2 แบบ คือจ่ายโดยตรง และจ่ายผ่านแบตเตอรี่ 12V.
3. สามารถใช้กับระบบไฟฟ้าทั้ง A.C และ D.C และตั้งเวลาการทำงานได้
4. สามารถเคลื่อนย้ายได้ เพื่อติดตั้งในภาคสนาม หรือต้นบริการวิชาการได้

3.2 การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้ทดสอบการใช้งานกับโหลดทางไฟฟ้า(Connected Load)ดังนี้

1. หลอดคอมแพกฟลูออเรสเซนต์ 8 วัตต์ 1 Set
2. เตารีด 1 Set 180 VA.

3.2 การหาประสิทธิภาพ และคุณภาพของงานวิจัย

1. งานวิจัยครั้งนี้สามารถหาประสิทธิภาพได้โดยการทดลองใช้งานโดย ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1.1 ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้า

1.2 ประสิทธิภาพการใช้งานได้ใน 2 ลักษณะคือ ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ และระบบไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อจ่ายโหลดในระบบที่กำหนดไว้

2. งานวิจัยครั้งนี้ทำการหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า 2 ท่าน ด้วยการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3 หลังจากการชมการสาธิตและทดลองใช้งานในภาคสนาม

3.3 การประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ผลการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และประเมินคุณภาพด้วยคำร้อยละของแบบสอบถามที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ระบบไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในกิจกรรมบริการวิชาการหรือวิจัยในภาคสนาม
2. ชุดสาธิตด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าประกอบการสอนประจำสาขาวิชา

3. เป็นสื่อการสอบประกอบการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารประจำสาขาวิชาและมหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย โดยมีกรอบความคิดเบื้องต้น การศึกษาและทบทวนในเรื่อง ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์, ทิศทางการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์, แบตเตอรี่, การออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง เพื่อที่จะนำไปใช้ประกอบออกแบบและสร้างในบทต่อไป ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ดังนั้นความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำ จึงเป็นเสมือนพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น Photovoltaic Effect ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มาของเซลล์แสงอาทิตย์ ฉะนั้น ทฤษฎีแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ ทฤษฎีห้วงต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ ทฤษฎีการเกิด Optical Transition ต่างๆ ในสารกึ่งตัวนำ กระบวนการเกิดพาหะและการรวมตัวของพาหะในสารกึ่งตัวนำ ฯลฯ จึงเป็นสิ่งที่ต้องทำความเข้าใจให้ได้ดีก่อน จึงจะสามารถประดิษฐ์พัฒนาปรับปรุงตลอดจนใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 12)

ทฤษฎีแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ

การนำไฟฟ้าในของแข็ง ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง คือ ตั้งแต่ $2 \times 10^{17} \Omega/m$ จนถึงค่า $8 \times 10^7 \Omega/m$ ของแถบพลังงาน สำหรับแก้วควอตซ์ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี แถบพลังงานมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างยิ่งที่จะส่งผลทำให้ค่าอายุขีวิตของพาหะสั้นลง โดยผ่านกระบวนการรวมตัวของพาหะแบบ Indirect กล่าวคือ อิเล็กตรอนจะตกจากคอนดักชันแบนด์สู่ชั้นพลังงานของสารเจือปนที่อยู่ระหว่างกลางนี้แล้ว จึงตกต่อไปยังวาเลนซ์แบนด์อีกทีหนึ่ง

โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างหลักโดยทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ได้แก่ หัวต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำหรือหัวต่อแบบซันดัก ซึ่งเป็นหัวต่อระหว่างโลหะกับสารกึ่งตัวนำ ภาพที่ 2.1 แสดงถึงรายละเอียดของโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์แบบหัวต่อพีเอ็นที่ทำด้วยซิลิกอน แผ่นผลึกซิลิกอนที่ใช้เป็นฐานจะมีความหนาประมาณ 200 ไมครอน ด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีชนิดการนำไฟฟ้าตรงข้ามกับฐานที่หนาประมาณ 0.5 ไมครอน ความลึกของหัวต่อพีเอ็น

ซึ่งมีค่าต่ำนี้เป็นการออกแบบที่จำเป็นสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์เพราะเราต้องการให้แสงที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ทะลุทะลวงถึงหัวต่อมากที่สุด หากหัวต่อพีเอ็นอยู่ลึกเกินไปจะทำให้จำนวนพาหะที่เกิดขึ้นจากการดูดกลืนแสงแพร่ซึมถึงหัวต่อได้น้อยลงส่งผลให้ปริมาณกระแสโฟโตที่ได้มีจำนวนน้อยลง ดังนั้น ขั้วโลหะรับแสงมักจะได้รับการออกแบบให้เป็นรูปนิ้วมือหรือรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุดและในขณะเดียวกัน ขั้วไฟฟ้านั้น สามารถรวบรวมพาหะนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้มากที่สุดด้วย ส่วนขั้วไฟฟ้าทางด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องเป็นผิวสัมผัสแบบโอห์มมิกที่ดี ซึ่งฉาบไว้เต็มหน้าผิวทางด้านรับแสงที่ นอกเหนือจากขั้วโลหะแล้ว ยังมีชั้นด้านการสะท้อนแสง (Anti-reflection Coating) ปิดทับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดกลืนแสงอีกด้วย ชั้นด้านการสะท้อนแสงนี้อาจได้แก่ SiO_2 จากนั้นจึงนำเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ไปประกอบในแผงที่ห่อหุ้มมิดชิดสามารถป้องกันความชื้นฝุ่นละออง เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์มีคุณภาพดีตลอดไป (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 28-29)



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบหัวต่อพีเอ็น

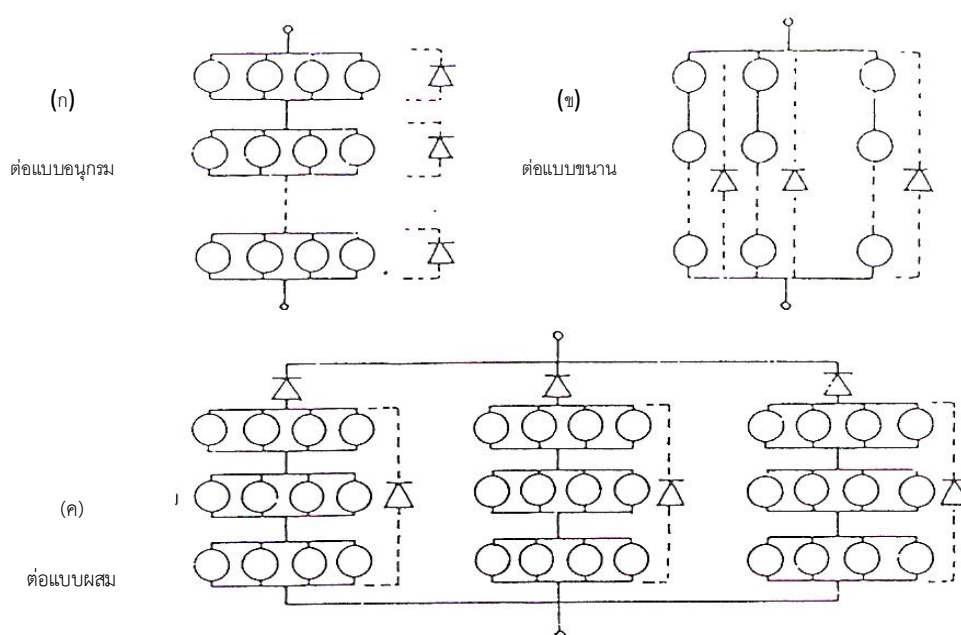
ที่มา (<http://www.leonics.com>, 4 ตุลาคม 2550)

สำหรับเซลล์ที่ทำจาก GaAs นั้นอาจมีชั้น GaAlAs ปิดทับเพิ่มอีกชั้นหนึ่งเพื่อทำหน้าที่เป็น Window ของเซลล์ ๓ ชั้น Window นั้นนอกจากจะสามารถดูดกลืนพลังงานโฟตอนที่สูงขึ้นแล้ว ถ้าช่วยลดอัตราการรวมตัวของพาหะที่ผิวซึ่งมีค่าสูงในกรณีของสาร GaAs ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำแบบ Direct Bandgap นอกจากโครงสร้างหัวต่อพีเอ็นของซิลิกอนและ GaAs ซึ่งเป็นหัวต่อแบบ Homojunction แล้วการสร้างตัวหัวต่อพีเอ็นแบบ

Heterojunction ก็เป็นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์อีกแบบหนึ่งด้วย กล่าวคือ การนำสารพีและสารเอ็นที่เป็นสารคนละชนิดกันมาสร้างเป็นหัวต่อพีเอ็นขึ้น ดังเช่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจาก CdS/Cu₂S เป็นต้น เนื่องจากการใช้แผ่นผลึกที่เป็นผลึกเดี่ยวเพื่อเป็นวัสดุเริ่มต้น ในการทำเซลล์แสงอาทิตย์นั้นไม่เหมาะสมอย่างยิ่งทางด้านลดต้นทุนการผลิต ดังนั้น โครงสร้างในอนาคตของเซลล์แสงอาทิตย์คงจะหนีไม่พ้นจากการมีลักษณะเป็นฟิล์มบาง เพื่อจะใช้เนื้อวัสดุที่น้อยกว่ามาก ทั้งนี้เนื่องจากความหนาที่จำเป็นต่อปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิกนั้นมีค่าเพียงไม่กี่ไมครอนก็เพียงพอแล้ว การสร้างชั้นสารกึ่งตัวนำที่เป็น n-type และ p-type ในลักษณะฟิล์มบางสลับกันไปบนฐานวัสดุอื่นๆ ที่มีราคาถูก จึงเป็นแนวคิดที่กำลังพัฒนากันอยู่ในปัจจุบัน เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอมอฟสซิลิกอน เป็นต้น เมื่อคาดคะเนถึงโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคตว่าจะมีลักษณะเป็นฟิล์มบางเนื้อวัสดุที่ใช้จะน้อยลงความสำคัญของวัสดุที่ใช้ทำขั้วโลหะ ซึ่งแต่เดิมคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วน้อยกว่าเนื้อวัสดุที่เป็นสารกึ่งตัวนำมาก จะเริ่มมีความหมายในทางด้านการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้น ดังนั้นการศึกษาเรื่องโลหะต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรได้รับการพัฒนาเพื่อสนองความต้องการในการลดต้นทุนการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีโครงสร้างแบบฟิล์มบางในอนาคต (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 23-30)

การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนานและแบบอนุกรม

ลักษณะการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ แบบต่าง ๆ ซึ่งแสดงไว้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงการต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม ขนาน และ 2 แบบผสมกัน
ที่มา (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 189)

เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละตัวมีแรงดันไฟฟ้าเพียง 0.5 โวลต์ (สำหรับเซลล์ที่ทำจากซิลิกอน) และ 1 โวลต์ (สำหรับเซลล์ที่ทำจากแกเลียมอาเซนายด์) ส่วนปริมาณกระแสไฟฟ้านั้นขึ้นกับพื้นที่รับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ และกำลังไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เพื่อการใช้งานที่เหมาะสมกับโหลดจึงจำเป็นต้องนำเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากมาต่ออนุกรม และขนาน เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามปริมาณที่ต้องการ นอกจากนี้จุดประสงค์ในการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีลักษณะสมบัติการใช้งานตามต้องการแล้วการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งแบบอนุกรมและขนาน หรือทั้ง 2 แบบผสมกัน ยังมีความหมายต่อการป้องกันข้อผิดพลาดของระบบด้วย เซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่อแบบภาพที่ 2.2 (ก) เป็นการต่อแบบขนาน เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าตามต้องการแล้วจึงมาต่อแบบอนุกรมให้ได้แรงดันไฟฟ้าตามต้องการ ส่วนการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ แบบในภาพที่ 2.2 (ข) เป็นการต่อแบบอนุกรมก่อนแล้วจึงต่อขนานกันที่หลังซึ่งเป็นการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ที่ให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกันกับแบบแรกในทางอุดมคติ แต่หากเกิดเงื่อนไขที่ผิดปกติขึ้น การต่อเซลล์ทั้ง 2 แบบนี้จะให้ผลลัพธ์ต่างกัน กล่าวคือถ้าเซลล์แสงอาทิตย์ตัวหนึ่งเกิดลัดวงจรในลักษณะการต่อแบบภาพที่ 2.2 (ก) กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหลือจะป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่เซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดลัดวงจรนั้น ในขณะที่เซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดลัดวงจร ในภาพที่ 2.2 (ข) จะได้รับอิทธิพลน้อยกว่าแบบแรกแต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าเซลล์แสงอาทิตย์ตัวหนึ่งเกิดวงจรเปิดการต่อแบบขนานดังภาพที่ 2 (ก) จะได้รับอิทธิพลจากข้อผิดพลาดดังกล่าวน้อยกว่า ส่วนการต่อแบบอนุกรมดังภาพที่ 2.2 (ข) นั้น ถ้าเกิดมีเซลล์ ๑ ตัวหนึ่งวงจรเปิดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ String ที่ต่อกับเซลล์แสงอาทิตย์ตัวนั้นจะสูญเสียไป

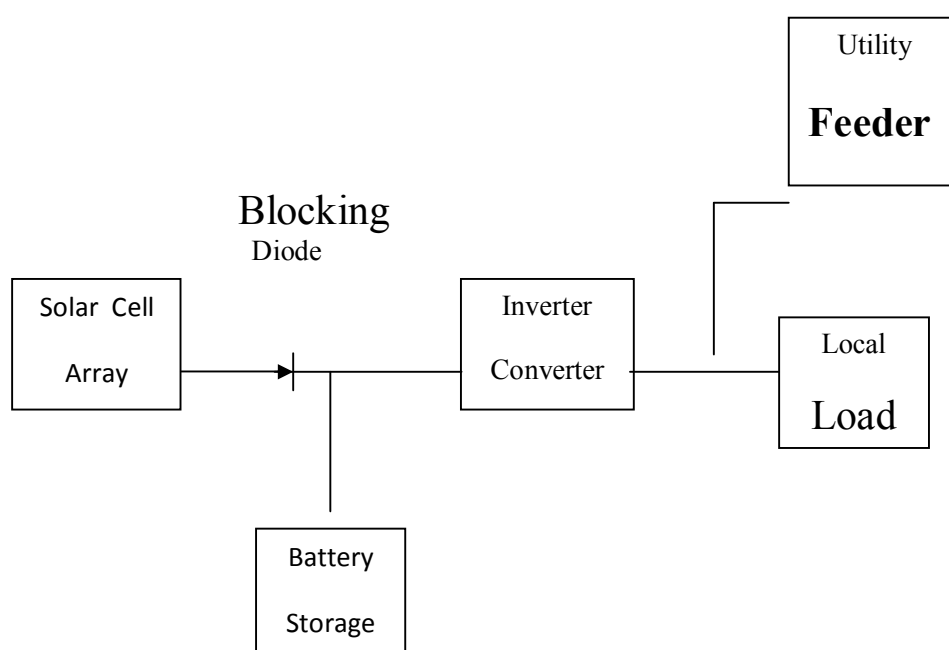
เมื่อนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่อกันในลักษณะที่เหมาะสมไปใช้งาน จะต้องติดตั้งในสถานที่ที่จะไม่เกิดเงาได้ง่ายเพราะการเกิดเงา (Shading) บนตัวเซลล์ฯ มีผลกระทบต่อการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้เกิด Hot Spot ขึ้นในแผงเนื่องจากการป้อนกลับของกำลัง ไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ และเป็นสาเหตุให้เกิดการร้อนไหม้ของเซลล์ฯ ที่ถูกบังเงานั้นได้ ดังนั้นการใช้ By-pass Diode ต่อคร่อมตัวเซลล์ฯ จะช่วยลดความเสียหายที่

อาจเกิดขึ้นจาก Hot Spot นี้ได้โดยการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดดังกล่าวแทนการไหลผ่านตัวเซลล์ฯ ที่ถูกบังกับเงานั้น

จากการศึกษาการต่อเซลล์แสงอาทิตย์สรุปได้ว่าการต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมดังภาพที่ 2.2 (ค) จึงเป็นแบบ Optimum ที่สุดในการป้องกันข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดจากการบังเงา (Shading) เซลล์ลัดวงจร (Short Circuited Cell) เซลล์ฯ ที่มีลักษณะสมบัติกระแสแรงดันไม่เท่ากัน การได้รับแสงสว่างบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเข้มไม่สม่ำเสมอ ฯลฯ การต่อเซลล์ฯ แบบนี้ยังช่วยลดจำนวน By-pass Diode ที่ใช้ให้น้อยที่สุดและเป็นแบบที่มี Reliability สูงที่สุดด้วยและเพื่อป้องกันความเสียหายทางด้านไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการบังเงา จึงมักมีการออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็น Modules ย่อยๆ ขนาดเล็กแยกเป็นอิสระจากกันโดยมี Blocking Diode ต่อไว้แต่ละชุด การออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงมักกระทำในรูปของ Standard Modules ที่มีกำลังไฟฟ้าที่แน่นอน จากนั้นจึงนำเอา Stand Modules เหล่านั้นมาต่อเข้าด้วยกันอีกทีหนึ่ง (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 187-190)

ระบบโฟโตโวลตาอิก

ระบบโฟโตโวลตาอิกออกแบบได้ทั้งแบบที่ใช้งานในสถานที่ที่แยกอิสระจากแหล่งพลังงานอื่นๆ (Stand Alone System) เช่น ในหมู่บ้านที่อยู่ห่างไกลจากความเจริญการใช้งานบนภูเขาสูงหรือในทะเล ฯลฯ หรือเป็นระบบที่สามารถต่อเข้ากับระบบสายส่ง (Unity Grid) ที่มีอยู่แล้ว การออกแบบระบบที่โฟโตโวลตาอิกทั้ง 2 แบบ มีลักษณะร่วมดังแสดงใน ภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบโฟโตโวลตาอิก

ที่มา (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 191)

องค์ประกอบใหญ่ ๆ ของระบบโฟโตโวลตาอิกมีดังต่อไปนี้

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Arrays) ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะสามารถแปรพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าตามปริมาณที่ต้องการ การคำนวณออกแบบขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นี้จะต้องคำนึงถึงปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ณ สถานที่ติดตั้งระบบ และขนาดของโหลดที่ใช้

2. Blocking Diode ทำหน้าที่ยอมให้กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไหลเข้าสู่แบตเตอรี่หรือโหลดเพียงทางเดียวเพราะหากไม่มีแสงอาทิตย์กำลังไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่จะถูกป้อนกลับสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ถ้าไม่มีการต่อ Blocking Diode เอาไว้

3. แบตเตอรี่ ทำหน้าที่เก็บสะสมกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบโฟโตโวลตาอิกขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ (Portable Photovoltaic System) มักใช้แบตเตอรี่แห้งนิเกิลแคดเมียม หากเป็นขนาดระบบที่โตขึ้นมักใช้แบตเตอรี่ Lead-Acid ขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ต้องเพียงพอสำหรับการป้อนให้แก่โหลดเมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ เช่น ในเวลากลางคืนหรือวันที่ไม่มีแสงอาทิตย์ปรกติมักจะออกแบบให้มีขนาดพอที่จะเก็บสะสมพลังงานเพื่อใช้ 2 ถึง 3 วัน แล้วแต่ความต้องการใน Reliability ของระบบนั้น ๆ

4. อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่แปรไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และเฟสตามต้องการหรือเหมาะสมกับการเข้ากับ Unity Grid โดยทั่วไปองค์ประกอบนี้มักได้แก่ DC-AC Inverter ที่ทำด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอาจมี Step-up Transformer วงจรพิวเวอร์วงจรสำหรับแก้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์วงจรสำหรับ Power Conditioning เพื่อควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อมิให้เกิด (Overcharging) สำหรับระบบโฟโตโวลตาอิกที่มีขนาดต่ำกว่า 25 KW. มักใช้ Transistor Inverter ประสิทธิภาพของ Inverter สามารถพัฒนาได้สูงถึง 88-93% ชนิดของ Inverter และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ใน Power Conditioning ของระบบโฟโตโวลตาอิก พอดีสรุปได้ ดังตารางที่ 2.1

Special & Remote (100 W – 100 KW)	Transistor Switching Regulator
On-Site Residential (2-10 KW , 1 Ø)	Voltage-fed Transistor Inverters Transformer Output
On-Site Load Center (100 KW – 10 MW, 3 Ø)	Voltage-fed 6 or 12 Pulse Inverters, Transformer Output, Peak Power Tracking, Excess Power fed into Utility Grid
Central Station Plant (1-20 MW Modules)	Current-fed , Line Commutated, SCR-type 12 Pulse Inverters, Transformer Outputs , Peak Power Tracking

ตารางที่ 2.1 ระบบ Power Conditioning ที่ใช้กับระบบโฟโตโวลตาอิก

ที่มา (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 192)

5. สวิตช์ตัดตอน เพื่อทำหน้าที่แยกองค์ประกอบของระบบให้เป็นอิสระจากกัน เช่น แบตเตอรี่ หรือใช้สำหรับตัดวงจรเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดแก่ระบบ เช่น ระหว่าง Inverter Output กับ Utility Grid เป็นต้น สำหรับระบบโฟโตโวลตาอิกที่ใช้งานแบบแยกอิสระ (Stand Alone System) นั้นจะไม่มี การต่อเข้ากับ Utility Grid ดังนั้นการคำนวณของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ จึงต้องกระทำโดยคำนึงถึงขนาดของโหลดเป็นอย่างมากตาม Degree of Reliability ของระบบนั้น ในบางกรณีโหลดอาจต้องการแต่ไฟฟ้ากระแสตรงจึงไม่จำเป็นต้องใช้ Inverter ทำให้ระบบง่ายขึ้นปัญหาหนึ่งในการใช้งานในระบบโฟโตโวลตาอิก ได้แก่ การควบคุมให้ระบบทำงานที่ Maximum Power Point อยู่เสมอแต่ในทางปฏิบัติ Maximum Power Point นี้จะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสงและเงื่อนไขแวดล้อมในขณะ ใช้งาน ดังนั้นในการควบคุมให้ระบบฯ ทำงานที่ Maximum Power Point ตลอดเวลาจะต้องมี Maximum Power Tracker ซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมี

ราคาแพง ดังนั้นในการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิกจะใช้องค์ประกอบนี้หรือไม่นั้นจึงเป็นปัญหาทางด้านการลงทุนว่าจะคุ้มค่าเพียงใด

เงื่อนไขที่ใช้พิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งระบบโฟโตโวลตาอิก

เมื่อจะมีการติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิกควรพิจารณาถึงเงื่อนไขในการเลือกสถานที่ตั้งนี้ เพื่อให้ระบบนั้นทำงานอย่างได้ผลดีที่สุด

1. ควรเป็นสถานที่ที่หันรับแสงไปทางด้านทิศใต้ (ในกรณีของประเทศไทย)
2. ควรระมัดระวังการเกิดเงาที่อาจเกิดจากอาคารข้างเคียง ต้นไม้ หรือวัตถุอื่นๆ ปัญหานี้มักเกิดขึ้นเมื่อติดตั้งในเมืองหากเกิดการบังเงาขึ้นแล้วจะเกิด Hot Spot ขึ้นที่ตัวเซลล์ฯ ที่ถูกบังเงาอาจเกิดความเสียหาย

ขึ้นได้

3. ควรเลือกสถานที่ติดตั้งที่ไม่แลดูน่าเกลียดและทำลายทัศนียภาพ
4. ควรเลือกสถานที่ที่มีฝุ่นละอองหรือเศษผงน้อย
5. ควรเลือกติดตั้งบริเวณที่ห่างไกลจากแหล่งที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) มาก เช่น ตั้งให้ห่างจาก

โรงงานที่ใช้การเผาถ่านหิน เป็นต้น

6. ควรตั้งอยู่ในระยะที่ใกล้กับศูนย์โหลดพอสมควร
7. ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีฟ้าผ่าบ่อย
8. ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีนกอาศัยอยู่หนาแน่น
9. ควรเป็นสถานที่ที่สามารถป้องกันลมที่พัดแรงได้
10. ควรเป็นสถานที่ที่มีพื้นฐานแข็งแรงในการยึดติดตั้งระบบ

เท่าที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นเพียงหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ ในทางปฏิบัติจริงๆ แล้วจะต้องพิจารณาในรายละเอียดมากกว่านี้ ทั้งทางด้านอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เทคโนโลยี เช่น เงื่อนไขทางเศรษฐกิจ เงื่อนไขทางสังคม การยอมรับเทคโนโลยีใหม่ของผู้ใช้ในท้องถิ่นนั้นๆ ตลอดจนลักษณะภูมิประเทศและอากาศของสถานที่ที่จะติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิก (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2530, หน้า 194)

2.2 การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า

ในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำวงจรย่อยถือเป็นส่วนสำคัญที่ต้องตรวจสอบข้อมูลโหลดตามลักษณะการใช้งาน เพื่อกำหนดและออกแบบกำหนดขนาดตัวนำ การป้องกันกระแสเกิน และต้องทำงานป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่บริเวณใช้งานด้วย สำหรับสายป้อน ค่าดีมานด์แฟกเตอร์จะต้องทำไปใช้คำนวณโหลดสายป้อน เพื่อกำหนดขนาดและการป้องกันกระแสเกินของสายป้อนให้มี

ขนาดเหมาะสมและใช้งานได้เพียงพอ ทั้งนี้ตัวประธานและบรรณัณฑ์ประธานได้มีข้อกำหนดเพื่อให้ระบบไฟฟ้าดังกล่าวทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

2.2.1 การออกแบบวงจรย่อย

วงจรย่อยใช้สำหรับไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือทั้งไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมกัน ยกเว้นวงจรย่อยมอเตอร์ ซึ่งมีขนาดพิกัดวงจรที่เรียกตามขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้ตัดกระแสสำหรับวงจรนั้นๆ ซึ่งวงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปต้องมีขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์ ยกเว้น เฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลที่มีคุณสมบัติคอยดูแล และบำรุงรักษาขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาด กระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยและ กำหนดให้ตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.ซม. การป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย โดยใช้ เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

โหลดสำหรับวงจรย่อย

วงจรย่อยมีจุดต่อไฟฟ้าตั้งแต่สองจุดขึ้นไปลักษณะของโหลดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

1. วงจรย่อยขนาดไม่เกิน 20 แอมแปร์ โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องต้อง ไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย กรณีที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบไฟฟ้า รวมอยู่ด้วยโหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของวงจรย่อย
2. วงจรย่อยขนาด 25 ถึง 32 แอมป์ให้ใช้กับดวงโคมที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องมีขนาดไม่เกินร้อยละ 80 ของพิกัดวงจรย่อย
3. วงจรย่อยขนาด 32 ถึง 50 แอมป์ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์หรือกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร
4. วงจรไฟฟ้าขนาดเกินกว่า 50 แอมป์ใช้กับโหลดที่ไม่ใช่แสงสว่างเท่านั้น

การคำนวณโหลดสำหรับวงจรย่อย

โหลดสำหรับวงจรย่อยต่อคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

1. วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น
2. โหลดแสงสว่างและโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คำนวณตามที่ติดตั้งจริง
3. โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คำนวณจุดละ 180 โวลต์แอมป์ ทั้งชนิดเต้ารับเดี่ยว (Single) เต้าคู่ (Duplex) และชนิดสามเต้า (Triplex)
4. โหลดของเต้ารับอื่นที่ไม่ได้ใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

2.2.2 สายป้อน

1. สายป้อนต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้และไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนและกำหนดให้ตัวนำของสายป้อนต้องไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

2. สายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกินโดนขนาดของพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

3. โหลดสายป้อนต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

3.1 สายป้อนต้องมีขนาดเพียงพอต่อการจ่ายโหลดและต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยเมื่อใช้ติมานแพกเตอร์

3.2 โหลดแสงสว่าง อนุญาตให้ใช้ติมานด์แพกเตอร์ตามตารางที่ 3.1

3.2 เ้ารับในอาคารที่อยู่อาศัยที่ต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทราบโหลดแน่นอนให้คำนวณโหลดจากเ้ารับที่มีขนาดสูงสุด 1 เครื่อง รวมกับร้อยละ 40 ของขนาดโหลดเ้ารับที่เหลือ

2.2.3 การป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

1. เครื่องป้องกันกระแสเกินอาจเป็นฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็ได้

2. ฟิวส์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือการผสมทั้งสองอย่าง จะนำมาต่อขนานกันไม่ได้(ยกเว้นประกอบสำเร็จจากโรงงาน)

3. เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟและต้องไม่ติดตั้งในตัวนำที่มีการต่อลงดิน

(มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ 2545 หน้า 3-2 ถึง 3-4)

2.3 การเดินสายไฟฟ้า

การส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ผ่านตัวควบคุมประจุไปยังแบตเตอรี่ และต่อสายไฟเพื่อนำไฟฟ้าที่กักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยผ่านตัวควบคุมการเก็บประจุก่อน กระแสไฟฟ้าก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับกระแสน้ำ ถ้าท่อน้ำมีขนาดเล็กเกินไป น้ำก็จะไหลผ่านท่อไม่คล่อง ซึ่งก็เพราะว่าท่อที่เล็กเกินไปจะมีความต้านทานสูงนั่นเอง ในระบบไฟฟ้าก็เช่นเดียวกันถ้าเราเดินสายไฟฟ้าที่ขนาดไม่เหมาะสมหรือติดตั้งไม่ถูกต้อง ไฟฟ้าก็จะไหลผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ไม่เต็มที่ ซึ่งการเดินสายไฟฟ้านั้น มีสองสิ่งที่ตั้งค่านึงถึงได้แก่ขนาดของสายไฟและจุดเชื่อมต่อไฟฟ้า ซึ่งจุดเชื่อมต่อไฟฟ้าทุกจุดต้องสะอาด และเป็นระเบียบ จุดเชื่อมต่อต้องแน่นสนิท ซึ่งถ้าทำอย่างหลวมๆแล้วจะทำให้เกิดความต้านทานมาก และสายไฟฟ้าอาจหลุดได้ (คู่มือฝึกสอนระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ กรีนเอ็มเพาเวอร์และพลังไท หน้า 21)

2.4 การคำนวณขนาดของสายไฟฟ้า

เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าจะสูญเสียไปบางส่วนเนื่องจากความต้านทานของสายไฟ ความต้านทานนี้เป็นส่วนที่สำคัญที่ต้องคำนึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญมาก ปริมาณแรงดันที่สูญเสียในสายไฟฟ้าขนาดหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของสายไฟ และความยาวของสาย โดยทั่วไปแล้วเราไม่ต้องการให้เกิดความสูญเสียแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 5% ดังนั้นในระบบ 12 โวลต์เราจะต้องไม่ให้แรงดันไฟฟ้าตกมากกว่า 0.6 โวลต์ โดยมีการพิจารณาในตารางที่ 2.2

The voltage losses in the chart below were calculated using Ohm's Law and are theoretical. Safety margin should be built into the design to take into consideration of wire splices , power brownout, etc.

VOLTAGE LOSS PER 100m. OF WIRE RUN (VOLT PER 200m OF WIRE)			
FLOW (AMPS)	WIRE SIZE (mm^2)		
	1.5	2.5	4.0

0.1	0.21	0.14	0.08
0.2	0.43	0.27	0.17
0.3	0.64	0.41	0.25
0.4	0.86	0.54	0.34
0.5	1.07	0.68	0.42
0.6	1.29	0.81	0.51
0.7	1.50	0.95	0.59
0.8	1.72	1.08	0.68
0.9	1.93	1.22	0.76
1.0	2.15	1.35	0.85
2.0	4.29	2.70	1.69
3.0	6.44	4.05	2.54
4.0	8.58	5.41	3.38
5.0	10.73	6.76	4.23
6.0	12.87	8.11	5.08
7.0	15.02	9.46	5.92
8.0	17.16	10.81	6.77
9.0	19.31	12.16	7.62
10.0	21.45	13.51	8.46

ตารางที่ 2.2 ขนาดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

(คู่มือฝึกสอนระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ , กรีนเอ็มเพาเวอร์เมนต์และพลังไท หน้า 22)

2.5 การคำนวณขนาดของแผงโซลาร์เซลล์

เมื่อพิจารณากำลังสูญเสียทั้งหมดแล้วขนาดของแผงโซลาร์เซลล์สามารถคำนวณได้โดยนำจำนวนวัตต์-ชั่วโมงทั้งหมดหารด้วยผลคูณประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์(จากผลของอุณหภูมิ) ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

และประสิทธิภาพการเดินสายไฟ เช่น ถ้าต้องการติดตั้งที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส เรามีแบตเตอรี่และการเดินสายเป็นไปอย่างเรียบร้อยแล้ว กำลังไฟฟ้าที่เข้าสู่โหลดจากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 วัตต์จะได้สมการดังนี้

$$100W \times 90\%(\text{สูญเสียจากอุณหภูมิ}) \times 85\%(\text{สูญเสียในแบตเตอรี่}) \times 97\%(\text{สูญเสียในสาย}) = 74 W.$$

ในขั้นต่อไป นำค่าที่ได้ 74 W. ไปคูณกับจำนวนชั่วโมง PSH ซึ่งในพื้นที่นี้มีค่า PSH เท่ากับ 3 ดังนั้นพลังงานในหน่วย วัตต์- ชั่วโมงจากแผงโซลาร์เซลล์ที่มีพิกัด 100 W. เมื่อจ่ายไปถึงโหลดมีค่าเท่ากับ

$$74\text{วัตต์} * 3\text{PSH} = 223 \text{ วัตต์-ชั่วโมง}$$

จะเห็นว่าค่าที่ได้แตกต่างจากค่าที่เราสมมุติว่าระบบไม่มีความสูญเสียที่จะทำให้เราได้ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 300 วัตต์-ชั่วโมง ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันถึง 77W.ชั่วโมง และยังถ้าเราคิดว่าแผงขนาด 100 W. นี้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตลอด 6 ชั่วโมงที่มีแสงแดดในหนึ่งวันด้วยแล้ว ยิ่งจะทำให้ผลของการคำนวณมีค่าผิดพลาดมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการคำนวณต้องจดจำปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเลือกขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสม มิฉะนั้นเราจะไม่สามารถจ่ายพลังงานไปยังโหลดได้อย่างเพียงพอ และระบบไฟฟ้าก็จะไม่สามารถทำงานได้ในที่สุด

เพื่อให้่ายที่จะหาขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสม เราจะรวมปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มาเป็นค่าเดียว เรียกว่า ปัจจัยของแผง ซึ่งถ้าเราทราบค่าปัจจัยของแผงแล้วเราก็สามารถนำค่าลดลงที่ต้องการมาหาขนาดของแผงที่เหมาะสมได้ทันที ตัวอย่างเช่น ค่าปัจจัยปัจจัยของแผงคือ 74% หรือ 0.74 เพราะว่าเราคาดว่าเราจะได้กำลังไฟฟ้า 74% หรือ 74 W. จากพิกัดของแผง 10 วัตต์ ซึ่งค่าประมาณค่านี้นี้ต้องเรค่าการสูญเสียในอินเวอร์เตอร์ไว้ด้วย ถ้าในระบบนั้นๆมีการติดตั้งอินเวอร์เตอร์

2.6 การหาขนาดของแบตเตอรี่

การหาขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมเปรียบเสมือนการหาขนาดของถังเก็บน้ำสำรองไว้ในระบบประปา แต่ในระบบไฟฟ้า กระแสจะถูกเก็บสะสมไว้ในหน่วยวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพโดยทั่วไปอยู่ที่ 85% ซึ่งหมายถึงมีการสูญเสียพลังงาน 15% ภายในแบตเตอรี่ ซึ่งถ้าเรามีโหลดในระบบ 230 วัตต์-ชั่วโมง จะต้องการแบตเตอรี่มีขนาดเท่ากับ $\frac{230W}{0.85} = 271 \text{ W-hr}$ จากค่าที่คำนวณได้คือขนาดของแบตเตอรี่ที่เราต้องการเป็นอย่างต่ำในระบบโซลาร์เซลล์ ซึ่งการใช้งานจริงๆต้อง คำนึงถึงการสะสมพลังงานด้วย ดังนั้นต้องกำหนดว่าต้องการเก็บสะสมพลังงานได้กี่ชั่วโมง และนำมาคูณกับค่าที่คำนวณได้เราก็จะได้ขนาดที่แท้จริงที่ใช้งาน เช่นต้องการให้ระบบสะสม

พลังงานได้ 3 วัน ขนาดของแบตเตอรี่จะได้ $217 \text{ วัตต์-ชั่วโมง} \times (72 \text{ ชั่วโมง}) = 15,624 \text{ วัตต์-ชั่วโมง}$ ถ้าเกิดเหตุการณ์
ไม่มีแสงแดดตลอด 3 วันเกิดขึ้น ขนาดของแบตเตอรี่ที่คำนวณได้จะต้องจ่ายพลังงานออกหมด แต่โดยทฤษฎีแล้ว
เราไม่ควรให้แบตเตอรี่ถ่ายเทประจะออกไปมากกว่า 50% ของขนาดที่คำนวณได้ ดังนั้นเพราะประกันความเสียหาย
ของแบตเตอรี่ ในทางปฏิบัติความใช้ขนาดของแบตเตอรี่เป็น 2 เท่าที่คำนวณได้
(คู่มือการสอนระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ ,กริม เอ็มเพาเวอร์เมนต์ หน้า 36)

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และวิธีทดสอบ

รายงานวิจัยบทนี้เป็นารายงานแนวคิดการออกแบบ ส่วนประกอบ และวิธีการหาคุณภาพจากการทดสอบสรรถนะและประสิทธิภาพ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย ดังนี้

3.1 การออกแบบระบบ

3.2 ออกแบบและการสร้าง

3.3 การประเมินคุณภาพงานวิจัย

3.4 ตารางบันทึกและสรุป ผลการทดลอง

3.1 การออกแบบ

1. กำหนดโหลดของระบบไฟฟ้า ในโครงการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้แผงโซลาร์เซลล์ให้สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดทางไฟฟ้า ได้ไม่เกิน 125 วัตต์ เมื่อคิดค่าความสูญเสียทางกายภาพและประสิทธิภาพไฟฟ้า 40% คือ $125 \times 0.4 = 50$ วัตต์ ระบบจะสามารถจ่ายกระแสไปยังโหลดได้ $125 - 50 = 75$ วัตต์ โดยโหลดทางไฟฟ้าในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1.1 แผงชุดสาริตโหลดทางไฟฟ้าชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 8 วัตต์

1.2 แผงชุดสาริตโหลดทางไฟฟ้าชนิด เต้ารับ ขนาด 180 VA. 1 ชุด

2. กำหนดส่วนประกอบหลักของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและกำหนดส่วนประกอบของระบบดังนี้

2.1 แผงโซลาร์เซลล์ หรือแผงผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ ขนาด 125 วัตต์

2.2 แบตเตอรี่ แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ 32แอมป์-ชั่วโมง

2.3 เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่และแปลงกระแสไฟฟ้า สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น SH-1210M มีPV Voltage rang 12-60V. Efficiency 90% pf=1 output 220V. AC 50Hz.

2.4 สายตัวนำ เป็นสายไฟฟ้าชนิด CVT 3x4.0 sqmm. และปลั๊กอุตสาหกรรมขนาด 32 แอมป์ 230 V. และสายวงจรชนิด VSF ขนาด 1 x1.5 ยาว 1 เมตร พร้อมหัวแจ็กแบบเสียบ สี ดำ และแดง 60 เส้น

2.5 เสาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ สร้างจากเหล็กฉาก สูง 160cm. มีฐานกว้าง 120cm. ซึ่งสามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 152cm. x 67cm. ได้ โดยวางทำมุมกับแนวระนาบ 15-20 องศา

3. ออกแบบแผนชุดสาริตการติดตั้งระบบไฟฟ้าของสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้และติดตั้งโหลดทางไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบได้ดังต่อไปนี้

3.1 แผงเครื่องควบคุมประจุและแปลงระบบกระแสไฟฟ้าพร้อมเทอร์มินอลแบบเสียบ

3.2 แผงสวิตช์เลือกค่า (Selector) และ เครื่องวัดกระแส และแรงดันทั้ง AC. และ D.Cพร้อมเทอร์มินอลแบบเสียบ

3.3 แผงสาริตอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า ชนิด แมกเนติกเซอร์กิตเบรกเกอร์ 32 AT และแผงสาริตเพาเวอร์ปลั๊ก

3.4 แผงสาริตอุปกรณ์ตั้งเวลา(Timer) และ รีเลย์ 220 โวลต์พร้อมเทอร์มินอลแบบเสียบ

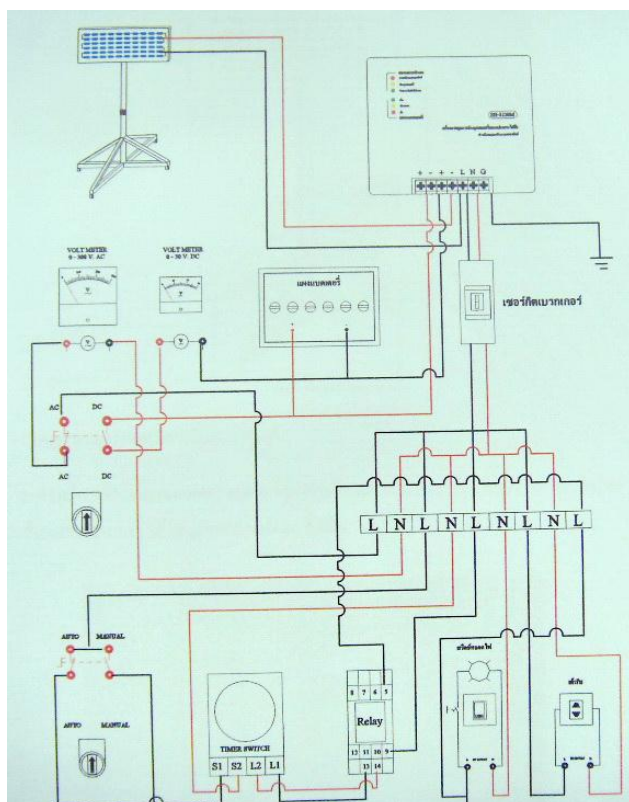
3.5 แผงสาริตสวิตช์ไฟฟ้าพร้อมเทอร์มินอลแบบเสียบ

3.6 แผงชุดสาริตโหลดทางไฟฟ้าชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 8 วัตต์

3.7 แผงชุดสาริตโหลดทางไฟฟ้าชนิด เต้ารับ ขนาด 180 VA. 1 ชุด

3.2 การสร้าง

1 เขียนแบบติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพวงจรการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย

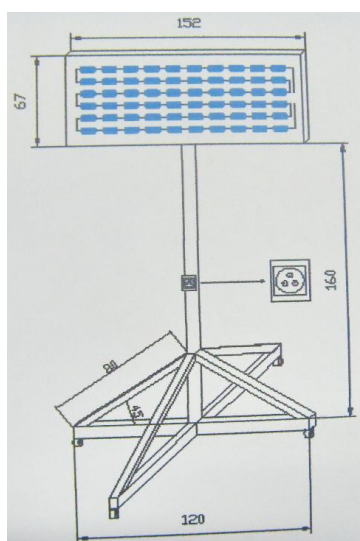
2 สร้างแผงสวิตการติดตั้งระบบไฟฟ้าและแผงโซลาร์เซลล์ ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผงสาธิตการติดตั้งระบบไฟฟ้าและแผงโซลาร์เซลล์

3 สร้างเสาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ สร้างจากเหล็กฉาก สูง 160cm. มีฐานกว้าง 120cm. ซึ่งสามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 152cm. x 67cm. ได้ โดยวางทำมุมกับแนวระนาบ 30 องศา

3.1 เขียนแบบร่าง ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แบบร่างเสาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

3.2 สร้างเสาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ สร้างจากเหล็กฉาก สูง 160cm. มีฐานกว้าง 120cm. ซึ่งสามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 152cm. x 67cm. ได้ โดยวางทำมุมกับแนวระนาบ 30 องศา ตามแบบร่างสำเร็จดังแสดงในภาพ ที่ 3.4



ภาพที่3.4 เสาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

3.3 ออกแบบการทดสอบและวิธีหาคุณภาพ

1. การทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบ A.C

ต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้โดยวางแผงโซลาร์เซลล์ห่างจากโหลด 8 เมตร อ่านค่าที่ได้จาก A.Cมิเตอร์ ทั้งแอมป์มิเตอร์ และ โวลต์มิเตอร์ โดยตั้งแผงวงจรในเวลา 12.00 น. ของวันที่ไม่มีฝนและฟ้าเปิด หรือแสงปกติ ในเวลาที่กำหนดคือ 1 ชั่วโมง ของวัน เป็นเวลา 5 วัน พร้อมต่อโหลดไฟฟ้าที่เป็นแสงสว่างไปขนาด $5 \times 8W.AC$ รวม 40วัตต์ คิดเป็น 57% ของโหลดสูงสุด สังเกตดูความสว่าง แล้วบันทึกผลลงในตารางทดสอบที่ 3.2

2. การทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบ D.C

ต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้โดยวางแผงโซลาร์เซลล์ห่างจากโหลด 8 เมตร อ่านค่าที่ได้จาก A.Cมิเตอร์ ทั้งแอมป์มิเตอร์ และ โวลต์มิเตอร์ โดยตั้งแผงวงจรในเวลา 12.00 น. ของวันที่ไม่มีฝนและฟ้าเปิด หรือแสงปกติ ในเวลาที่กำหนดคือ 1 ชั่วโมง ของวัน เป็นเวลา 5 วัน แล้วบันทึกผลลงในตารางทดสอบที่ 3.3

3. การประเมินคุณภาพงานวิจัย

ประเมินหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสาขา วัดกุ่ม และวิศวกรรมไฟฟ้าสาขา ไฟฟ้ากำลัง สาขาละ 1 ท่าน รวมเป็น 2 ท่านโดยใช้แบบประเมินคุณภาพ ดังต่อไปนี้

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับผลการประเมิน				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	ต้อง ปรับปรุง (1)
1	มีขนาด รูปร่าง และความสวยงามที่เหมาะสม					
2	มีความเป็นสากล หรือมาตรฐาน					
3	มีการออกแบบตามหลักวิศวกรรม					
4	มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน					
5	ความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง					
6	ความเสถียรของระบบ					
7	ความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน					
8	ความเหมาะสมต่อการใช้งาน					
9	มีประสิทธิภาพในการทำงานได้จริง					
10	มีความคุ้มค่าต่อการใช้งาน					

ตารางที่ 3.1 แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

4. ตารางบันทึกและสรุปผล การทดลอง

4.1 การทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ A.C (ไฟฟ้ากระแสสลับ) โดยแผงโซลาร์เซลล์ว่าห่างจากโหลด 8 เมตร ดังแสดงในตารางทดสอบที่ 3.2

ครั้งที่ ทดสอบ	ผลการอ่านค่าจากACมิเตอร์		สถานะหลอดไฟฟ้า (Load) จำนวน40วัตต์
	โวลต์มิเตอร์ หน่วย(Volt)	แอมป์มิเตอร์ หน่วย(Amp)	
1			
2			
3			
4			
5			

ตารางที่ 3.2 การทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ A.C (ไฟฟ้ากระแสสลับ) โดยแผงโซลาร์เซลล์ว่าห่างจากโหลด 8 เมตร

หมายเหตุ : เลือกทดสอบในวันที่มีแสงจ้า 5 วัน

4.2 การทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ D.C (ไฟฟ้ากระแสตรง) โดยแผงโซลาร์เซลล์ว่าห่างจากโหลด 8 เมตร ดังแสดงในตารางทดสอบที่ 3.3

ครั้งที่ ทดสอบ	ผลการอ่านค่าจาก D.Cมิเตอร์	
	โวลต์มิเตอร์ หน่วย(Volt)	แอมป์มิเตอร์ หน่วย(Amp)
1		
2		
3		

4			
5			

ตารางที่ 3.3 การทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ D.C

(ไฟฟ้ากระแสตรง) โดยแผงโซลาร์เซลล์ว่าห่างจากโหลด 8 เมตร

หมายเหตุ : เลือกทดสอบในวันที่มีแสงจ้ามา 5 วัน

บทที่ 4

การทดสอบ ประเมินและวิเคราะห์ผล

เนื้อหาในบทนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัยและนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ และประเมินผล ดังนี้

4.1 การทดสอบและการวิเคราะห์ผล

1. การทดสอบระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบ A.C

ต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้โดยวางแผงโซลาร์เซลล์ห่างจากโหลด 8 เมตร อ่านค่าที่ได้จาก A.C มิเตอร์ ทั้งแอมป์มิเตอร์ และ โวลต์มิเตอร์ โดยตั้งแผงวงจรในเวลา 12.00 น. ของวันที่ไม่มีฝนและฟ้าเปิด หรือ แสงปกติ ในเวลาที่กำหนดคือ 1 ชั่วโมง ของวัน เป็นเวลา 5 วัน พร้อมต่อโหลดไฟฟ้าที่เป็นแสงสว่างไปขนาด $5 \times 8W.AC$ รวม 40วัตต์ คิดเป็น 57% ของโหลดสูงสุด สังเกตดูความสว่าง ดังแสดงในตารางทดสอบที่ 4.1

ครั้งที่ ทดสอบ	ผลจากการอ่านACมิเตอร์		สถานะโหลดไฟฟ้า (Load) ขนาด40วัตต์
	โวลต์มิเตอร์ หน่วย(Volt)	แอมป์มิเตอร์ หน่วย(Amp.)	
1	220	0.43	สว่าง
2	220	0.40	สว่าง
3	220	0.45	สว่าง
4	220	0.38	สว่าง
5	220	0.420	สว่าง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ A.C (ไฟฟ้ากระแสสลับ) โดยแผงโซลาร์เซลล์ห่างจากโหลด 8 เมตร

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 พบว่าอ่านแรงดันได้ 220 โวลต์คงที่ทุกครั้งที่ทดสอบเนื่องจากเราทำการต่อเครื่องควบคุมประจุและอินเวอร์เตอร์ เพื่อรักษาแรงดันของระบบให้คงที่ กระแสที่อ่านได้จากการทดสอบทั้ง 5 ครั้ง เฉลี่ยแล้วเท่ากับ 0.41 A. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ไม่เท่ากัน เนื่องจากแสงที่ทำการทดสอบในแต่ละวันมี

ความเข้มต่างกัน ระบบสามารถให้กระแสออกมาได้ถึงเฉลี่ย 0.41 A. ซึ่งเทียบจากการคำนวณแล้วแผงโซลาร์ขนาด 125 วัตต์ ที่ประสิทธิภาพ 60%สามารถสร้างกระแสได้ 75 วัตต์ หรือ 0.34 แอมป์ แสดงให้เห็นว่าระบบที่นำมาทดสอบมีประสิทธิภาพสูงกว่า60% และผลจากการสังเกตสถานะของหลอดสว่างทุกครั้งที่ทดสอบแสดงว่าระบบสามารถจ่ายโหลดที่เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 8 วัตต์ ได้ถึง 5 หลอด หรือ 40 วัตต์ สว่างตลอด 1ชั่วโมงได้ เนื่องจากระบบสามารถจ่ายโหลดได้มากกว่า 75 วัตต์ต่อชั่วโมง หรือ เฉลี่ย 90วัตต์ต่อชั่วโมง

2. การทดสอบระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบ D.C

ต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้โดยวางแผงโซลาร์เซลล์ห่างจากโหลด 8 เมตร อ่านค่าที่ได้จาก A.C มิเตอร์ ทั้งแอมป์มิเตอร์ และ โวลต์มิเตอร์ โดยตั้งแผงวงจรในเวลา 12.00 น. ของวันที่ไม่มีฝนและฟ้าเปิด หรือ แสงปกติ ในเวลาที่กำหนดคือ 1 ชั่วโมง ของวัน เป็นเวลา 5 วัน แล้วบันทึกผลลงในตารางทดสอบที่ 4.2

ครั้งที่ ทดสอบ	ผลการอ่านจากDCมิเตอร์	
	โวลต์มิเตอร์ (Volt)	แอมป์มิเตอร์ (Amp.)
1	12	8.5
2	12	9.0
3	12	8.0
4	12	7.5
5	12	8.3

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบ D.C(ไฟฟ้ากระแสตรง) โดยแผงโซลาร์เซลล์ห่างจากโหลด 8 เมตร

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 พบว่าอ่านแรงดันได้ 12 โวลต์คงที่ทุกครั้งที่ทดสอบเนื่องจากเราทำการต่อเครื่องควบคุมประจุและอินเวอร์เตอร์ เพื่อรักษาแรงดันของระบบให้คงที่ กระแสที่อ่านได้จากการทดสอบทั้ง5 ครั้งเฉลี่ยแล้วเท่ากับ 8.26 A. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ไม่เท่ากัน เนื่องจากแสงที่ทำการทดสอบในแต่ละวันมีความเข้มต่างกัน ระบบสามารถให้กระแสออกมาได้ถึงเฉลี่ย 8.26 A. ซึ่งเทียบจากการคำนวณแล้วแผงโซลาร์ขนาด 125

วัตต์ ที่ประสิทธิภาพ 60%สามารถสร้างกระแสได้ 75 วัตต์ หรือ 6.25 แอมป์ แสดงให้เห็นว่าระบบที่นำมาทดสอบ มีประสิทธิภาพสูงกว่า60% ซึ่งสามารถอัดประจุในแบตเตอรี่ขนาด 12V. 32Ah. 1 ลูก ให้เต็มได้ภายใน 4 ชั่วโมง ซึ่งสามารถจ่ายโหลดทางไฟฟ้าได้ ประมาณ 29 A. หรือ 380วัตต์ D.C

4.2 การประเมินและผลการประเมินคุณภาพ

โดยผู้วิจัยจัดให้มีการประเมินหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจากสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสาขา วัดกุ่ม และ วิศวกรรมไฟฟ้าสาขาไฟฟ้ากำลัง สาขาละ 1 ท่าน รวมเป็น 2 ท่านและ ใช้แบบประเมินคุณภาพและได้ผลการประเมิน ดังตารางที่ 4.3

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับผลการประเมิน					ระดับการประเมินที่ได้
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	ต้องปรับปรุง (1)	
1	มีขนาด รูปร่าง และความสวยงามที่เหมาะสม	1	1	-	-	-	4.5
2	มีความเป็นสากล หรือมาตรฐาน	-	-	2	-	-	3.0
3	มีการออกแบบตามหลักวิศวกรรม	1	1	-	-	-	4.5
4	มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	2	-	-	-	-	5
5	ความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง	-	2	-	-	-	4
6	ความเสถียรของระบบ	-	1	1	-	-	3.5
7	ความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน	-	-	2	-	-	3

8	ความเหมาะสมต่อการใช้งาน	-	2	-	-	-	4
9	มีประสิทธิภาพในการทำงานได้จริง	-	-	1	1	-	2.5
10	มีความคุ้มค่าต่อการใช้งาน	-	-	2	-	-	3
	ค่าเฉลี่ย						3.40

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางการประเมินคุณภาพ แบ่งคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด ระดับคะแนน 4.6 ถึง 5.0

มาก ระดับคะแนน 3.7 ถึง 4.5

ปานกลาง ระดับคะแนน 2.8 ถึง 3.6

น้อย ระดับคะแนน 1.9 ถึง 2.7

ต้องปรับปรุง ระดับคะแนน 1.0 ถึง 1.8

จากแบบประเมินที่ตอบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าผลประเมินได้คะแนนเฉลี่ย 3.40 หมายถึงระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง โดยค่าคะแนนที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ 2.5 ในข้อประสิทธิภาพการทำงานได้จริง ซึ่งอยู่ในระดับ ด้อยคุณภาพ หรือคุณภาพน้อย ซึ่งจากข้อเสนอของผู้เชี่ยวชาญอาจเกิดจากโหนดที่นำมาทดลองนั้นยังไม่ครบถ้วนหรือครอบคลุมโหนดบ้านพักอาศัยทั้งหมด

บทที่ 5

สรุป และอภิปรายผล

เนื้อหาในบทนี้ผู้วิจัยแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของงานวิจัยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับบ้านพักอาศัย และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง และประเมินคุณภาพ รวมถึงข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการการวิจัย

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย ในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และสามารถจ่ายโหลดที่นำมาทดลองได้จริง จากผลการทดลองพบว่าในระบบไฟฟ้ากระแสสลับผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ยถึง 0.41 A. และในระบบกระแสตรงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 8.26A. สามารถอัดประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12V. 32Ah. ได้ในเวลา 4 ชั่วโมง ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า 2 ท่าน ได้ผลอยู่ในระบบ ปานกลาง ซึ่งเหมาะสมกับการนำมาใช้งานจริงในระดับหนึ่งซึ่งต้องพัฒนาต่อไป

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับบ้านพักอาศัย ซึ่งมีโหลดในระบบไม่เกิน 150 วัตต์ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย โหลดแสงสว่าง และ เตารีด โดยผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ขนาด 125 วัตต์เข้ากับระบบไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยที่จำลองขึ้นในรูปแบบของแผงทดลอง โดยมีอุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้าครบถ้วน ผลการทดลองพบว่า แผงโซลาร์เซลล์ ที่นำมาทดสอบมีประสิทธิภาพในการสร้างกระแสไฟฟ้าได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ และระบบไฟฟ้าที่ได้คำนวณและออกแบบตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าของ วศท.(วิศวกรรมสถาน ประเทศไทย)ส่งผ่านกำลังไฟฟ้ามายังโหลดได้ในระดับที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า 60% อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทำงานได้ดี เป็นปกติ สามารถจ่ายโหลดที่เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 8 วัตต์ จำนวน 8 หลอดกำลังไฟฟ้า 40 วัตต์ได้ ซึ่งผลิตกระแสออกมาได้สูงสุดถึง 0.45A. ในระบบ DC. และ9.0A. ในระบบ DC.ซึ่งในระบบ DC.สามารถอัดประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่ 12V. 32Ah. ได้ในเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งสามารถจ่ายโหลดไฟฟ้าที่เป็นระบบ DC. ได้ถึง 380 วัตต์ โดยการวิจัยได้ใช้สายป้อนขนาด 3 X 4 sqmm. ซึ่งมีประสิทธิภาพการนำกระแสสูงสุดที่ความยาว 8 เมตร ซึ่งระยะนี้ก็นำมาใช้ในการงานวิจัย ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจ่ายพลังงานมายังโหลดที่ได้ออกแบบไว้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญงานวิจัยนี้ได้ระดับคะแนนที่ 3.40 จัดอยู่ในระดับปานกลางซึ่งต้องปรับปรุงในเรื่องของความสามารถในการใช้งานได้จริง ซึ่งต้องนำมาพัฒนาต่อไป จากการ

วิจัยพบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้ได้ดี สำหรับบ้านพักอาศัยที่มีโหลดไม่มากนัก หรือใช้กับเต็นบริการ วิชาการได้ โดยควรใช้กับโหลดแสงสว่างชนิด DC. แต่มีข้อเสียตรงที่ แสงสว่างต้องสม่ำเสมอ หรือต้องมีแสงที่มีความเข้มสูงในเวลา 4 ชั่วโมง จึงจะสามารถเก็บพลังงานในแบตเตอรี่ได้เต็มพอดิ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย และทดสอบระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจและนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าที่กำลังศึกษาอยู่ ดังนี้

1. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดควรหันแผงหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์เสมอ แผงควรอยู่บนมุมที่เท่ากับละติจูดของพื้นที่ ซึ่งมุมที่ดีที่สุดควรเอียงประมาณ 5-10 องศา
2. ควรตรวจสอบไม่ให้มีร่มเงามาบังแผงที่เราติดตั้งเวลาทำการทดลอง สังเกตและเคลื่อนย้ายตลอดเวลา
3. การเดินสายป้อนจากแผงโซลาร์ไปยังเครื่องควบคุมการเก็บประจุควรให้มีระยะสั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ และต้องมีการหุ้ม และมีการยึดที่แน่นพอสมควร
4. การวางแบตเตอรี่ควรวางใกล้กับตัวควบคุมประจุให้มากที่สุดเพื่อลดกำลังสูญเสียในสาย
5. การคำนวณต้องมีการเผื่อการสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นประมาณ 30-40% เพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

- [1] กรีม เอ็มเพาเวอร์ และพลังไท. (2550).ระบบผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์. [online].
Available:<http://www.greenwepowerment.org/Burma.html>[2555 มิถุนายน 9]
- [2] มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย.(2551). การติดตั้งสายวงจรร้อยย .กรุงเทพฯ
: โกลบอเนกราฟฟิค
- [3] สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว.(2530).เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วงจรไฟฟ้าระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประวัติผู้วิจัย



1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย สุวิชา พุทธารัตน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Suiwcha Phuttarat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-6798-00061-47-8
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
เลขโทรศัพท์ 08-1971-3839 ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) : suwicha96@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
 - พ.ศ. 2540 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ(วิศวกรรมไฟฟ้า) ม.เทคโนโลยีมหานคร
 - พ.ศ. 2546 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต กศ.ม(อุตสาหกรรมศึกษา) ม.นเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ:
 - ฟิสิกส์
 - ออกแบบระบบ และวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า
 - พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
 - คณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำ
วิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมและแสดงระดับปริมาตรของน้ำด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ปี 2554
 - 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมและแสดงระดับปริมาตรของน้ำด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ปีที่พิมพ์: 2554 การเผยแพร่: วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์ และแหล่งทุน สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : การศึกษาและพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ
บ้านพักอาศัย