การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับเครื่องปรับอากาศทั่วไป

THE APPLIED OF SOLAR ENERGY WITH STANDARD AIR CONDITIONER UNIT

เอกรัตน์ นภกานต์ [1] จิระศักดิ์ ส่งบุญแก้ว[1] บัญชา ศรีวิโรจน์[1] ศุภวัฒน์ ลาวัลย์วิสุทธิ์[2]

1 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี 248 เพชรเกษม 110 หนองแขม กรุงเทพมหานคร

2 สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทพสตรี 321 อำเภอเมือง ลพบุรี

Akeratana Noppakant[1] Jirasak Songboonkaew[1] Bancha Sriwiroot[1] Supawat Lawanvisut[2]

1 Electrical Engineering Thonburi University 248 Petchkaseam 110 Nongkeam Bangkok

email:eg1322@gmail.com

2 Industrial Technology Thepsatri Rajabhat University 321 Mueang District Lopburi

email:s.lawanwisut@hotmail.com

Received: November *20, 2019*

Revised: *December 15, 2019*

Accepted: *December 17, 2019*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ใช้งานร่วมกับเครื่องปรับอากาศขนาด 18000 Btu นำไปเชื่อมต่อกับสายส่งในระบบไฟฟ้าผ่านอินเวอร์เตอร์แบบออนกริตขนาด 2000 W เพื่อลดปริมาณการใช้งานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน การออกแบบใช้แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 300 วัตต์ จำนวน 6 แผงเชื่อมต่อกับอินเวอร์เตอร์แบบออนกริดขนาด 2000 W แบบไม่ใช้แบตเตอรี่ เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศขนาด 18000 Btu ซึ่งจะมีการใช้พลังงานร่วมกันระหว่างแหล่งจ่ายจากการไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายจากโซล่าเซลล์จากการทดสอบระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะพบว่าระบบผลิตพลังงานสูงสุดในช่วงเวลา 11.00 -14.00น. ที่อุณหภูมิแผงประมาณ 40 - 47 องศาเซลเซียส และวัดแรงดันในช่วงอุณหภูมินี้ได้ 225 - 230 โวลท์ มีกระแสไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 8.3 แอมแปร์ - ชั่วโมง

Abstract

This paper aims to design and build up a solar cell system combine with air conditioner 18000 Btu. connected to power line system through on-grid inverter 2000 watt. to decrease electric power each day.The principle of this project was using 6 sets of 300 watt. mono Crystalline solar cell panels connect to a set of grid-tie inverter 2000 watt. without battery unit to supply power for air conditioner 18000 Btu. which is using energy sharing between the power supply and the solar cell source. The results of this project has maximum

power generation at 11.00 am. -14.00 pm. with temperature at 40-47 celcius and measuring voltage at this temperature is 225-230 Volts. with the current at 8.3 ampere-hours.

Keywords: Air condition, Solar cell, Inverter.

1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งภาครัฐและเอกชน ต่างก็ได้มีการรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงาน ซึ่งทางเลือกหนึ่งก็คือการหาพลังงานและแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่ไม่มีวันหมดได้แก่ พลังแสงอาทิตย์ พลังงานลม ฯ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตพลังงานไฟฟ้าขึ้นมาใช้งาน ดังนั้นไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงโซล่าเซลล์จึงต้องทำการ ประจุ (ชาร์จ) เก็บเข้าแบตเตอร์รี่ก่อนนำไปใช้งาน ถ้าต้องการใช้ไฟฟ้า 220 V แบบไฟฟ้าบ้านต้องนำไปผ่านอินเวอร์เตอร์หรือเครื่องแปลงไฟก่อนจึงจะใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าบ้านได้ เช่น แสงสว่าง พัดลม ทีวี คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ถึงแม้จะเป็นการลงทุนสูง แต่ก็คุ้มค่ากับการลงทุนเพียงครั้งเดียว โดยที่เราไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

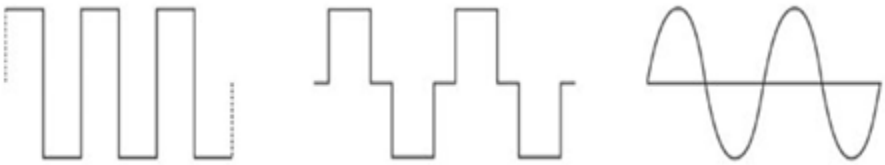
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้านี้มีหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่ หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่ได้มาตรฐานเพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องมือต่าง ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป การทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะทำการแปลงพลังงานกระแสตรงที่ได้จากแบตเตอรี่ แล้วเปลี่ยนรูปเป็นกระแสสลับโดยการทำงานของสวิตช์ชิ่ง ทรานซิสเตอร์ (Switching Transistor) ด้วย การเปิด - ปิด วงจรกระแสตรงของทรานซิสเตอร์ อย่างรวดเร็วรวบกับหม้อแปลง จะทำให้ไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ส่วนคุณภาพ และความซับซ้อนของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะให้สัญญาณขาออกในลักษณะต่างกัน เช่น Square Wave, Modified Sine Wave และ Pure Sine Wave

ชนิดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสามารถจำแนกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้ คือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดใช้งานอิสระ (Stand Alone Inverter) ถูกนำไปใช้ในการติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีระบบไฟฟ้า หรือมีปัญหาไฟฟ้าแลจะต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า โดยแบ่งตามสัญญาณขาออกได้ดังนี้ดังรูปที่ 1

1) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Square Wave โดยจะทำการกลับขั้วแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายๆ 100, 120 ครั้งต่อวินาทีทำให้เกิดความเพี้ยนของสัญญาณสูงมาก จึงไม่เหมาะที่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป

2) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Modified Sine Wave สัญญาณขาออกเป็น 4 ระดับแรงดัน (Voltage Level) ต่อรอบการจ่ายสัญญาณขาออกเป็นลักษณะขั้นบันไดแม้สัญญาณจะไม่ดีเท่ากับระบบสายส่ง แต่ราคาถูกกว่า และนำไปใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ามาตรฐานส่วนใหญ่ เช่น ทีวี วิทยุ คอมพิวเตอร์ และเตาไมโครเวฟ ฯลฯ รวมถึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็ก แต่อาจไม่เหมาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์บางชนิดที่ต้องการความละเอียด และความแม่นยำ เช่น เครื่องมือ อุปกรณ์ไร้สาย เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ฯลฯ

3) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Pure Sine Wave โดยที่เครื่องแปลงกระแส ไฟฟ้าประเภทนี้จะให้สัญญาณขาออกเป็นเส้นโค้งเรียบเสมอกัน จึงเรียกเป็น Pure Sine Wave สัญญาณไฟฟ้าที่ได้ใกล้เคียงกับระบบสายส่งมากเนื่องจากให้กำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่คุณภาพดีที่สุด จึงทำงานได้ดีกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ เกือบทุกประเภท รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ ปั๊มน้ำ AC เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และใช้งานกับระบบจ่ายไฟฟ้าภายในบ้านที่ขนาดใหญ่ขึ้น ผลที่ได้จากเครื่องชนิดนี้สูงถึง 256 ระดับแรงดันต่อรอบ



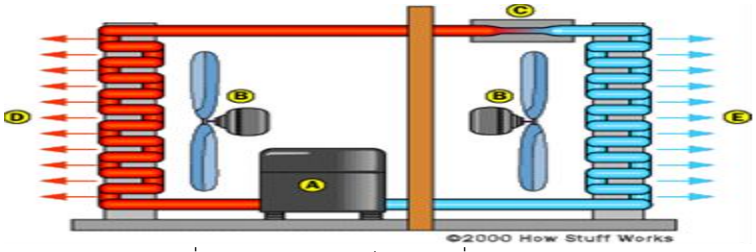
Square Wave Modified Sine Wave Pure Sine Wave

รูปที่ 1 สัญญาณขาออกของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่งไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) โดยการนำมาใช้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และติดตั้งในบริเวณที่มีระบบสายส่งเพื่อการต่อเชื่อม ด้วยหลักการพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกนำเข้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยติดตามสัญญาณไฟฟ้าในระบบสายส่งตลอดเวลา ผลักดันกระแสไฟฟ้าให้ไหลกลับเข้าระบบสายส่ง ซึ่งช่วยลดค่าไฟฟ้าในระบบรวมได้ ดังนั้น เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดนี้จะต้องมีความซับซ้อน และการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า Pure Sine Wave อย่างมาก ทั้งนี้ระบบไม่ต้องการแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟฟ้า

2.2 **เครื่องปรับอากาศ**

เครื่องปรับอากาศ หรือเรียกเป็นภาษาพูดว่า แอร์ คือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิของอากาศในเคหสถาน เพื่อมนุษย์ได้อาศัยอยู่ในที่ที่ไม่ร้อน หรือไม่เย็นจนเกินไป หรือใช้รักษาภาวะอากาศให้คงเพื่อจุดประสงค์อื่น เคหสถานในเขตศูนย์สูตร หรือเขตร้อนชื้นมักมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิให้เย็นลงตรงกันข้ามกับเขตอบอุ่น หรือเขตขั้วโลกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น (อาจจะเรียกว่า เครื่องทำความร้อน) เครื่องปรับอากาศมีทั้งแบบตั้งพื้น ติดผนัง และแขวนเพดาน ทำงานด้วยหลักการการถ่ายเทความร้อนกล่าวคือ เมื่อความร้อนถ่ายเทออกไปข้างนอก อากาศภายในห้องจะมีอุณหภูมิลดลง เป็นต้น และเครื่องปรับอากาศอาจมีความสามารถในการลดความชื้น หรือการฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ด้วย ขนาดของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น บีทียู ต่อชั่วโมง (BTU/hr.) (บีทียูเป็นหน่วยของความร้อน) เป็นค่าความสามารถในการลดพลังงานความร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยการลดพลังงานความร้อน 1 บีทียู จะทำให้น้ำบริสุทธิ์ที่หนัก 1 ปอนด์ (ประมาณ 453.6 มิลลิกรัม) เย็นลง 1 องศาฟาเรนไฮต์ (5 ส่วน 9 องศาเซลเซียส)ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

3.การดำเนินงาน

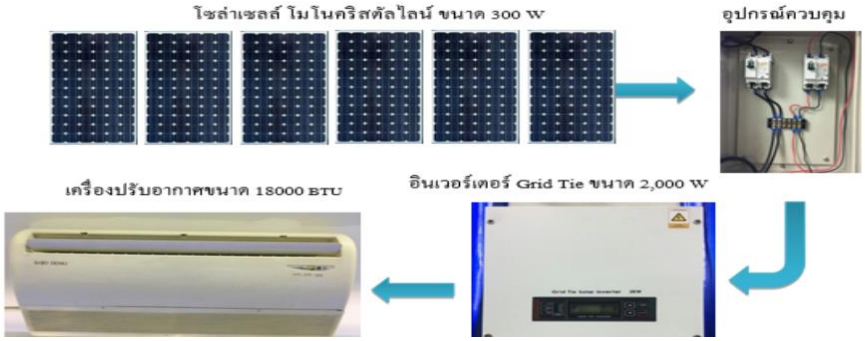
การออกแบบวางแผนการทำงาน เพื่อให้ได้ผลงานที่ตรงตามแบบแผนที่ต้องการ มีวิธีการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

3.1 การคำนวณหาขนาดเครื่องปรับอากาศก่อนการติดตั้ง

ภาระความร้อน (BTU / hr.) = (Factor x กว้าง x ยาว x สูง) + ภาระความร้อน

ภาระความร้อน (BTU / hr.) = (400 x 6 x 9 x 2.5) + 10000 = 64000 BTU

เนื่องด้วยห้องที่ติดตั้งมีเครื่องปรับอากาศขนาด 24000 BTU ติดตั้งอยู่แล้ว 2 เครื่องเท่ากับ 48000 BTU ขนาด BTU ที่ต้องการเพิ่มในส่วนของห้อง A 206 = 64000-48000 = 16000 BTU จึงเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 18000 BTU จากความสัมพันธ์ข้างต้นจะเห็นว่า หากเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่จำนวน 4 แผง หรือ 5 แผง ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะอยู่ที่ 1080 - 1350 W จะมีค่าต่ำกว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศต้องการในสภาวะการทำงานเต็มพิกัดของโหลดซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพจึงไม่เหมาะในการนำมาใช้ออกแบบระบบ เมื่อเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 6 แผงจะได้ค่าพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่1620 W ในขณะที่เครื่องปรับอากาศต้องการพลังงานไฟฟ้าในสภาวะการทำงานเต็มพิกัดของโหลดเพียง 1585 W จะเห็นได้ว่าควรเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่จำนวน 6 แผง เครื่องปรับอากาศจึงจะทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพในขณะเดียวกันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

3.2 การทดสอบระบบ

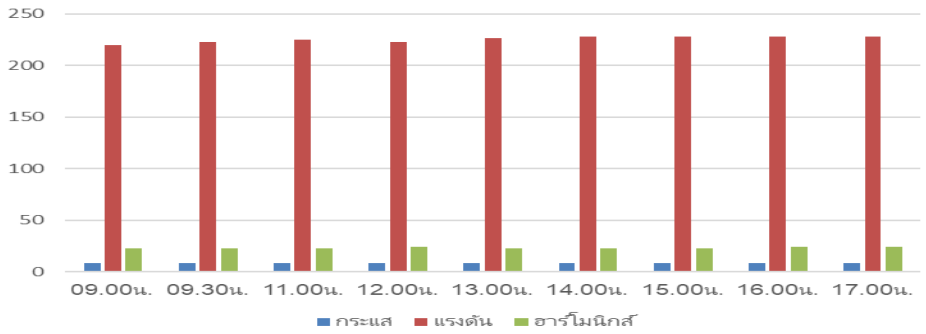
การทดสอบเป็นการหาค่าพารามิเตอร์ของระบบที่ได้ทำการออกแบบไว้ ซึ่งการทำงานของแผงโซล่าเซลล์ เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ โดยที่แผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นแผงชนิด Mono Crystalline ขนาด 300 W สูงสุด แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 36.5 V โดยเริ่มทำการวัดตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 16.00 น. เป็นเวลา 2 วัน และเก็บผลในแต่ละชั่วโมงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ทดสอบการเก็บข้อมูล

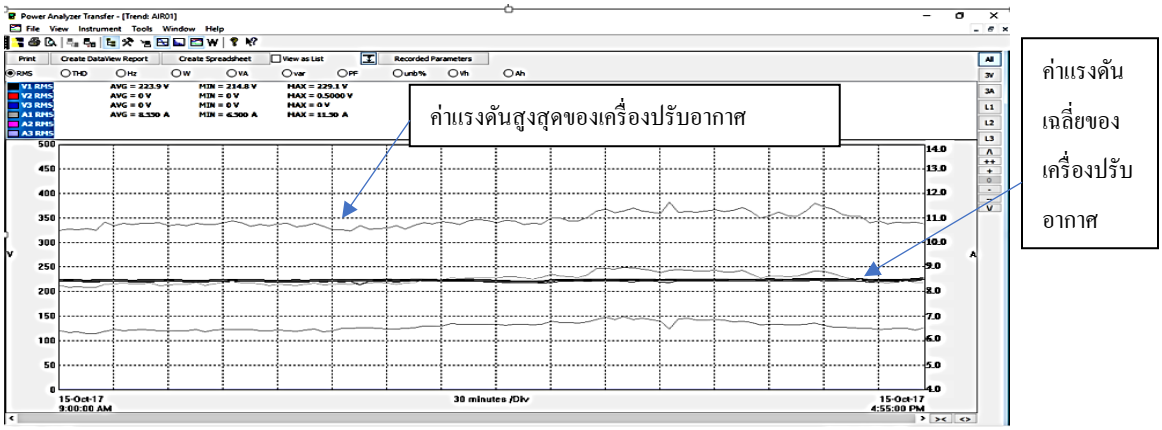
การทดสอบเครื่องปรับอากาศขนาด 18000 btu. เชื่อมต่อกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการหาค่า กระแสและแรงดัน ที่เครื่องปรับอากาศต้องการในแต่ละช่วงเวลาที่ใช้งานจริง โดยทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และ Harmonic สามารถนำค่าที่ทำการทดสอบมาเขียนเป็นตาราง และกราฟแท่งตามตารางที่ 1 และรูปที่ 5-6

ตารางที่ 1 ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและ Harmonic ของเครื่องปรับอากาศ

เวลา	กระแส (ADC)	แรงดัน (VDC)	ฮาร์โมนิกส์ (%)
09.00 น.	8.2	220	23
09.30 น.	8.2	223	23
11.00 น.	8.4	225	23
12.00 น.	8.4	223	24
13.00 น.	8.5	227	23
14.00 น.	8.7	228	23
15.00 น.	8.5	228	23
16.00 น.	8.7	228	24
17.00 น.	8.5	228	24



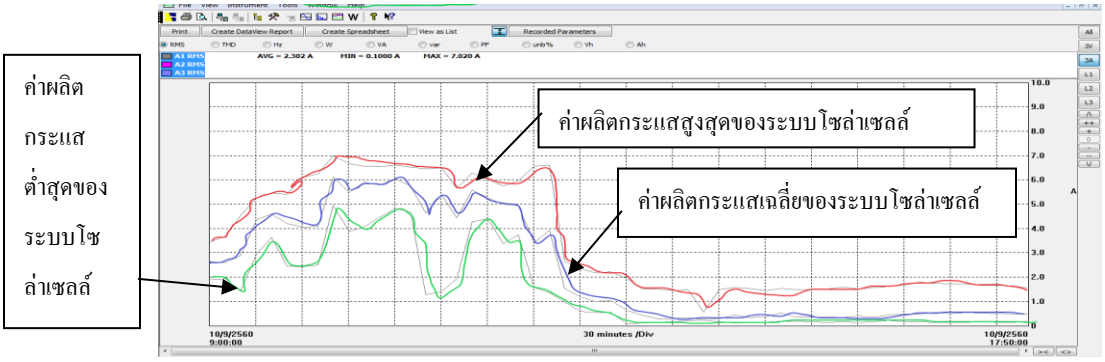
รูปที่ 5 ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และ Harmonic ของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 6 กราฟกระแส แรงดัน และ Harmonic ของเครื่องปรับอากาศ จากเครื่องวัดพลังงาน

4. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

การผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์กับอินเวอร์เตอร์ที่ได้จากการวัดในช่วงเวลา 09.00 น. - 17.00 น. ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 7.07 A ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.3 A ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำสุดอยู่ที่ 0.1 A



รูปที่ 7 กราฟแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์ขณะทำงาน

การคำนวณจุดคุ้มทุนของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 2 ค่าต้นทุนของโครงงาน

อุปกรณ์	จำนวน	หน่วย	ราคา
เครื่องปรับอากาศ 18000 Btu	1.00	เครื่อง	4,000.00
แผงโซล่าเซลล์ Mono Crystaline 300 W	6.00	แผง	39,000.00
อินเวอร์เตอร์ระบบออนกริดขนาด 2000 W	1.00	เครื่อง	12,000.00
สายไฟPVF-1 ขนาด 1 x 4 mm	30.00	เมตร	1,200.00
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 15 ADC	1.00	เครื่อง	350.00

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 32 AC	1.00	เครื่อง	350.00
เหล็กกล่องขนาด 3 mm.	40.00	เมตร	4,000.00
รวมเป็นเงิน			60,900.00

ผลิตไฟฟ้าได้ 18000 x 4.0 ชั่วโมงต่อวัน = 7.2 หน่วย/วัน
ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์เฉลี่ย 90 % x 7.2 = 6.48 หน่วย/วัน
ประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์เฉลี่ย 97 % x 6.48 = 6.28 หน่วย/วัน
Energy Cable Loss 1.5 % = 6.185 หน่วย/วัน
ประหยัดค่าไฟได้หน่วยละ 4 บาท = 6.185 x 4 = 24.74
1 เดือนจะได้ = 24.74 x 30 = 742.2 บาท
จุดคุ้มทุน = 60900 / 742.2 = 83 เดือน

จุดคุ้มทุน = 6 ปี 9 เดือน

จากการทดลองที่ผ่านมาทั้ง 5 วัน พอสรุปได้ว่าช่วงเวลา 08.00 – 11.00 น. ของทั้ง 5 วันนั้นจะมีการดึงไฟจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมาจ่ายเสริมเข้าระบบ เนื่องจากตอนเช้าแสงแดดยังไม่เข้มพอที่จะทำให้แผงโซล่าเซลล์จ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าโหลดได้ ดังนั้นระบบจะมีการจ่ายไฟเข้าสู่ระบบและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเข้าไปเสริมให้กับโหลดก่อน หลังจากนั้น จะทำการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดโดยแหล่งจ่ายที่เป็นแผงโซล่าเซลล์เพียงอย่างเดียว เมื่อโหลดใช้งานลดลงกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เกินความต้องการของโหลด เพื่อรองรับการจ่ายโหลดสำหรับการใช้งานต่อไปหลังจากที่แสงแดดลดลง

นอกจากนี้ยังสามารถประหยัดค่าไฟต่อเดือนได้กว่า 30 % ต่อเดือน จากการเปรียบเทียบการใช้ไฟจากเดือนก่อนหน้าการติดตั้งชุดผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

ดังนั้นการออกแบบให้อินเวอร์เตอร์เป็นแบบ Hybrid on Grid สามารถแก้ปัญหาช่วงเวลาที่แผงโซล่าเซลล์ไม่สามารถจ่ายไฟให้แก่โหลดได้เพียงพอ โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเข้ามาเสริมให้แก่ระบบ แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงการบำรุงรักษา ด้วยการติดตั้ง ATS สำหรับการบายพาสเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ชัยนิวัฒน์ หาพา, สันติพงษ์ โพธิ์นคร, สันติพงษ์ โพธิ์นคร, ทศพล นิลเนรมิต และฮัมดีย์ มะดิเย๊าะ.2555. “**การออกแบบระบบแสงสว่าง พลังงานแสงอาทิตย์**.” ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี.

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2558. **สมาร์ท เฮ้าส์ บ้านต้นแบบโซล่าเซลล์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.nstda.or.th/news/10759-nstda. (6 กันยายน 2558).

[3] นครินทร์ รินพล. 2559. “**คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น**.” กรุงเทพฯ.สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น. (อัดสำเนา).

[4] ศิลี บรรจงจิตร และศุลี บรรจงจิตร. 2547. **วิศวกรรมส่องสว่าง**. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[5] อนุตร จำลองกุล. 2555. **พลังงานทดแทน**. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น. (อัดสำเนา).