

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกลสำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

THE SOLAR POWER GENERATION HIGH VOLTAGE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR HOUSEHOLD ELECTRICITY REDUCTION

ศรายุทธ์ จิตรพัฒนานกุล^{1*} กฤษณะ จันทสิทธิ์² วีรวัดน์ ชื่นอัสตงคต³

Sarayut Chitphutthanakul,^{1*} Kritsana Chantasit,² Teerawat Chuenatsadongkot³

¹อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³ อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

*Corresponding author, E-mail: sarayut134@gmail.com

บทคัดย่อ

ในการทํารายการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน และศึกษาวิเคราะห์ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลา โดยอุปกรณ์หลักประกอบด้วย อินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ ทำงานร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 5 แผง ควบคุมการทำงานด้วยตู้ควบคุมขนาด 20 ช่อง ติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง เซอร์กิตเบรกเกอร์ และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสตรง (DC Surge Protector) ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Surge Protector) เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสสลับควบคุมผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบป้องกันการจ่ายไฟย้อนเข้าระบบของการไฟฟ้า (CT : Current Transformer) และมอโนเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อให้ทราบสถานการณ์ทำงาน พบว่า หลังติดตั้งทดสอบการทำงานในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 วัน ช่วงเวลาการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือช่วงเวลา 13.00 น. สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ได้ปริมาณสูงสุดทางฝั่งขาเข้า และกระแสไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ขาออกมีค่าเท่ากับ 8.73 และ 5.98 แอมแปร์ ตามลำดับ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.10 หน่วยต่อวัน หรือ 243 หน่วยต่อเดือน ลดปริมาณค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 850-1,050 บาทต่อเดือน และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 เดือน มีค่าเท่ากับ 393 หน่วยต่อเดือน พบว่า จะสามารถลดปริมาณกระแสไฟฟ้าได้เหลือ 150 หน่วยต่อเดือน หรือจำนวนร้อยละ 38.17

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์, ควบคุมระยะไกล, ระเบิดครัวเรือน

ABSTRACT

This research aimed to develop the solar power generation high voltage remote control system for household electricity reduction and to analyst the amount of electricity that can be produced in each period. The main device consists of a 1,500 watt inverter working of 5 solar panels with 350 watts, control by operation with a 20-channel control cabinet equipped with DC fuses, circuit breaker and DC surge protector on the AC side, install an AC surge protector device, an AC circuit breaker controlled via a computer network system. The protection system for reverse

<http://jeet.siamtechu.net>

power supply to the utility system (CT : Current Transformer) and a monitor to show the voltage, current, power, electric power on the AC side to know the working status. The result was found that after installed, the test runs from 08.00 a.m. to 05.00 p.m., average 6 times per hour in three days. The most efficient working period at 01.00 p.m. could generate highest amount of electricity from the solar panel at the incoming side, and the current from the inverter output was 8.73 and 5.98 amperes, respectively. In addition to, it was produced an average electricity of 8.10 units per day or 243 units per month including, reduce the amount of electricity on average 850-1,050 baht per month. Moreover, when comparing the average electricity for the last 3 months, it showed that 393 units per month, will be able to reduce the amount of electricity to 150 units per month or 38.17 percent.

Keywords: Solar Energy, Remote Control, Household Level

1. บทนำ

การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันมีความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการผลิตภาคอุตสาหกรรม เรียกได้ว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ การผลิตไฟฟ้าในช่วงที่ผ่านมานิยมสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้พลังงานจากฟอสซิลไม่ว่าจะเป็นถ่านหิน หรือก๊าซธรรมชาติ ในช่วง 10 กว่าปีที่ผ่านมาประเทศต่างๆ ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานสะอาด เช่น พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ในการผลิตไฟฟ้าที่กระจายตัวเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าหลายแห่ง สำหรับนโยบายภาครัฐของประเทศไทยนั้น มีการส่งเสริมสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนมาอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดี ซึ่งในช่วง 10 กว่าปีที่ผ่านมาภาครัฐมุ่งเน้นส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่หรือที่เรียกกันว่า “Solar Farm” ต่อมาในช่วง 2-3 ปี ที่ผ่านมาจึงเริ่มส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กที่ติดตั้งบนหลังคา หรือเราเรียกว่า “Solar Rooftop” ที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าไว้ใช้งานเอง เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและสนับสนุนการพึ่งพาตนเอง การผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เองและลดการพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ [1]

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid Connected System) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยตรง (On Grid System) มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าจะถูกจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง อุปกรณ์ที่สำคัญประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 5 แผง ต่ออนุกรมกันเพื่อให้ได้แรงดันสูง เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (Inverter) ที่มีระบบกันย้อน (Zero Export Mode) ขนาด 1,500 วัตต์ เซอร์คิตเบรกเกอร์ควบคุมผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย มาตรฐานปริมาณกำลังไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ติดตั้งยังบ้านพักอาศัยที่มีค่ากระแสไฟฟ้าต่อเดือนระหว่าง 300 ถึง 400 หน่วยต่อเดือน ซึ่งระบบ จะสามารถลดปริมาณค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยลงต่อเดือนได้ 750 ถึง 1,000 บาท หรือ 225 หน่วยต่อเดือน ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าที่ลดลงจะเป็นแนวทาง ในการช่วยแบ่งเบาภาระรายจ่ายในภาคครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาที่จะศึกษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกลสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยสร้างระบบเชื่อมต่อกับกระแสไฟฟ้าภายในบ้านเรือน ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในบ้านพักอาศัย หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าโหลดใช้งาน ก็จะไม่สามารถจ่ายย้อนเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าได้ โดยงานวิจัยจะเป็นแนวทางลดค่ากระแสไฟฟ้าลง ส่งเสริม

<http://jeet.siamtechu.net>

เรียนรู้การพลังงานที่มาจากแหล่งธรรมชาติ เพื่อจะสามารถพึ่งพาตนเอง ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าในระดับครัวเรือน ด้วยกรรมวิธีหลักการทางวิศวกรรม และช่วยส่งเสริมการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลา และเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ลดลงต่อเดือน

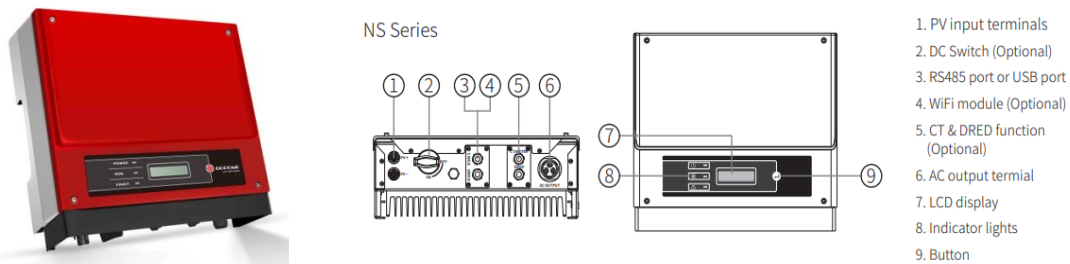
3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน เพื่อเป็นแนวทางในการลดค่ากระแสไฟฟ้า โดยนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 5 แผง จ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับขนาดแรงดัน 230-240 โวลต์ 7.5 แอมแปร์ แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ในการจัดสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

1.1 การศึกษาอินเวอร์เตอร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

อินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้ในโครงการวิจัยเป็นอินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ ยี่ห้อ GoodWe รุ่น GW1500-NS แบบ Single Phase สามารถต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1x72 Cells หรือ 1x144 Cells จำนวน 4-5 แผงต่อ 1 String ดังรูปที่ 1 โดยมีคุณลักษณะของอุปกรณ์โดยทั่วไปดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 อินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์

ลำดับที่ (1) ขนาดกำลังไฟฟ้าขาเข้าเครื่องอินเวอร์เตอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดที่ 1,950 วัตต์ ปริมาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดที่ 500 โวลต์ แรงดันขณะทำงาน 80-450 โวลต์ และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 10 แอมแปร์ (2) DC Switch สำหรับเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าทางด้านขาเข้า เพื่อให้ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายไปยังโหลด (3) สายสัญญาณเชื่อมต่อ RS-485 หรือ USB Port สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเวอร์เตอร์เข้าด้วยกัน เพื่อเก็บข้อมูลของอินเวอร์เตอร์ในแต่ละเครื่องไว้ในอุปกรณ์การจัดการด้านข้อมูล (4) ช่องต่อสำหรับอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่าย (WiFi Module) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาตรวจสอบการทำงานของระบบได้ (5) ช่องต่อสำหรับอุปกรณ์ป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าย้อนเข้าระบบของการไฟฟ้า (Power Limiting Device & DRED Installation) (6) ช่องต่อไฟฟ้ากระแสสลับที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 220/230 โวลต์ ระดับความถี่ 50/60 Hz กระแสไฟฟ้าทางด้านขาออกสูงสุดที่ระดับ 7.5

<http://jeet.siamtechu.net>

แอมแปร์ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ระดับ 0.8 ปริมาณการสูญเสีย Total Harmonic Distortion (THDi) น้อยกว่าร้อยละ 3 (7) ด้านหน้ามีช่องแสดงผลการทำงาน (LCD Display) เพื่อให้ทราบสถานะการทำงานของเครื่อง รวมถึงแสดงค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบให้สามารถสื่อสารกับผู้ใช้งานได้ (8) ไฟแสดงสถานะการทำงานประกอบด้วย Power RUN และ FALUT ซึ่งจะแสดงให้ผู้ใช้งานทราบว่าเครื่องกำลังทำงานอยู่ในโหมดใด (9) ปุ่มสำหรับตั้งค่าการทำงาน (Button) เพื่อให้ผู้ใช้งานตั้งค่าการทำงานอย่างถูกต้อง โดยตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 344 มิลลิเมตร ยาว 274.5 มิลลิเมตร และสูง 128 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำหนัก 7.5 กิโลกรัม ทำงานที่ระดับอุณหภูมิ -25 ถึง +60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำของตัวเครื่องที่ระดับ IP65 ทำงานที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 0-100 นอกจากนี้ยังมีค่าประสิทธิภาพของตัวเครื่อง (CEO Peak Efficiency) ที่ระดับร้อยละ 97.00 ภายในใช้เทคโนโลยีหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูง [2]

1.2 การศึกษาแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cells)

แผงโซลาร์เซลล์ที่นำมาใช้เป็นแบบผลึกรวม (Super Poly Half Cell Crystalline) มีขนาดความกว้าง 992 มิลลิเมตร ยาว 1988 มิลลิเมตร และสูง 40 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำหนัก 22.3 กิโลกรัม ยี่ห้อ Suntech รุ่น STP350-24/Vfh กำลังวัตต์สูงสุดที่ผลิตได้ 350 วัตต์ ปริมาณเซลล์เท่ากับ 144 Cells สำหรับติดตั้งด้านหลังคาเพื่อใช้ในการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยแผงโซลาร์เซลล์แบบผลึกรวมนั้นจะมีกำลังไฟฟ้าที่สูงกว่าแบบฟิล์มบาง (Thin Film) เมื่อเทียบกับพื้นที่ติดตั้งแต่จะน้อยกว่าแผงโซลาร์เซลล์แบบชนิดผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) โดยจะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 13-16 โดยในปี 2558 โซลาร์เซลล์แบบผลึกรวมนั้น จะมีสัดส่วนบนทั้งตลาดมากที่สุดเพราะมีราคาที่ถูกและให้ประสิทธิภาพของกำลังไฟฟ้าสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่ในการติดตั้ง โดยการติดตั้งนั้นจะใช้พื้นที่ 7.5-10 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์ [3]

1.3 อุปกรณ์แสดงข้อมูลทางไฟฟ้า

อุปกรณ์แสดงข้อมูลทางไฟฟ้า (Power Smart Energy Meter) ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลกำลังไฟฟ้าแบบ Single Phase ยี่ห้อ TOMZN รุ่น DDS238-4W มีลักษณะการทำงานเป็นการวัดพลังงานเชิงบวกและพลังงานเชิงลบที่มีพลังงานเชิงลบสะสมเป็นพลังงานบวก สามารถแสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังงานไฟฟ้า ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และค่าความถี่ พอร์ตสื่อสารแบบ RS485 และ WiFi สามารถใช้แอปพลิเคชันสำหรับการอ่านข้อมูล และควบคุมการเปิด/ปิดระบบ สามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินและแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ โดยสามารถตั้งค่าได้จากแอปพลิเคชัน ระบบป้องกันการโอเวอร์โวลต์ ฟังก์ชันการควบคุมเวลา รีเซตพลังงานที่ใช้งานเป็นศูนย์จากแอปพลิเคชัน ซึ่งจะทำให้สะดวกต่อการใช้ในการบริหารจัดการระบบผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [4] สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือการเก็บข้อมูลรายละเอียดทางด้านข้อมูลทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยการต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านตัวอุปกรณ์ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยสามารถโหลดแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการบริหารจัดการจากระบบปฏิบัติการ Apple App Store หรือระบบปฏิบัติการ Android Google Play Store เพื่อดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ "WISEN" เพื่อทำการติดตั้งการใช้งาน โดยสามารถเลือกขนาดให้เหมาะสมกับพิกัดการทนกระแสของอุปกรณ์

1.4 การศึกษาอุปกรณ์ป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าย้อนเข้าระบบ

อุปกรณ์ป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าย้อนเข้าระบบ (Power Limiting Device) โดยนำอุปกรณ์ CT (Current Transformer) ไปคล้องที่สายไฟหลักเส้นไลน์ (L) ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์จะทำหน้าที่ลดกระแสที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้ง่ายและปลอดภัยต่อการใช้งานในระบบไฟฟ้า ความแตกต่างระหว่างหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer) และหม้อแปลงวัดกระแส (CT, Current Transformer) คือ ขดลวดทางด้านปฐมภูมิ (Primary) ของ CT จะมีเพียงรอบเดียว มีสายไฟหรือบัสบาร์ ผ่านแกนของ CT เพียงเส้นเดียว หมายความว่า CT วัดกระแส (หม้อแปลงวัดกระแส) หนึ่งตัวจะใช้งานได้ ต่อโหลดได้ 1 ตัวต่อเฟส ในส่วนของขดทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะมีจำนวนรอบของขดลวดมากกว่าด้านเข้า แกนรูปโดนัทของหม้อแปลงวัดกระแส (CT) ทำมาจากเหล็กที่มีความสูญเสียต่ำ ซึ่งคุณภาพของวัสดุที่นำมาทำแกนของ CT มีความสำคัญมากเนื่องจากมีผลกระทบกับประสิทธิภาพและค่าความแม่นยำของตัว CT เองการทำงานของหม้อแปลงกระแสอาศัยหลักการลดกระแสทางด้านอินพุตและเอาต์พุตแบบสัดส่วน (Ratio) โดยการเอาสายตัวนำหรือบัสบาร์

<http://jeet.siamtechu.net>

เป็นขดลวดทางด้านปฐมภูมิ เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในแกนของ CT และมีกระแสไหลในขดลวดทุติยภูมิ [5]

ส่วนที่ 2 ศึกษาออกแบบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

1. ปริมาณแผงโซลาร์เซลล์

เนื่องจากความต้องการกำลังไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ เริ่มทำงานตามคุณลักษณะที่ระบุไว้ที่ตัวเครื่องมีความต้องการแรงดันไฟฟ้า 80-450 โวลต์ (MPPT Voltage Range) โดยเริ่มทำงานที่ 80 โวลต์ โดยในงานวิจัยใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ ต่อแผง ดังนั้น

$$\text{ค่าแรงดันแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์} = 46.60 \text{ โวลต์ (±ร้อยละ 5)}$$

$$\text{ค่ากระแสแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์} = 9.52 \text{ แอมป์ (±ร้อยละ 5)}$$

ดังนั้น ขนาดของแรงดันและกระแสแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 233 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 9.52 แอมป์ จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ 5 แผง หรือขนาดกำลังวัตต์รวมเท่ากับ 1,750 วัตต์ จำนวน 1 String (ต่อแผงอนุกรม) โดยสังเกตที่ค่า Voc (Open Circuit Voltage) และค่า Isc (Short Circuit Current) ของแผงโซลาร์เซลล์ ตามลำดับ

2. ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน

ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ใน 1 วันโดยเฉลี่ยมีปริมาณเท่ากับ 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยตั้งแต่วันที่ 08.00 ถึง 17.00 น. โดยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1,750 วัตต์ ต่อร่วมกับอินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ ทำงานเต็มประสิทธิภาพ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าต่อวันจะเท่ากับ

$$W = (\text{กำลังการผลิตของอินเวอร์เตอร์} \times 5) / 1,000$$

เมื่อ

$$W \text{ คือ จำนวนขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน (ยูนิต)}$$

เมื่อต้องการหาขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$W = (1,500 \times 5) / 1,000$$

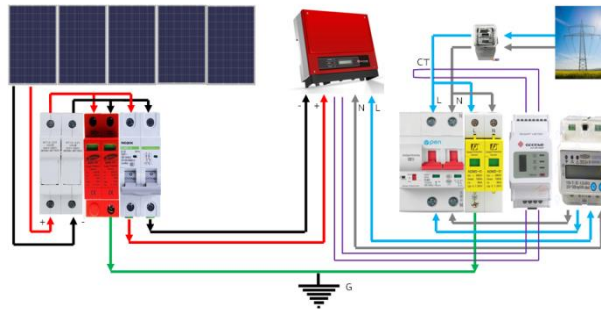
$$= 7,500 / 1,000$$

$$= 7.5 \text{ หน่วย}$$

ดังนั้น กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ 7.5 หน่วยต่อวัน หรือ 225 หน่วยต่อเดือน สามารถประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในช่วงกลางวันได้เป็นเงิน 850-950 บาทต่อเดือน โดยคำนวณจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ 4.2 บาทต่อหน่วย [6]

ส่วนที่ 3 การติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

ดำเนินการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือนขนาด 1,500 วัตต์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าตามรูปแบบที่กำหนดดังรูปที่ 2 ติดตั้งยังชุมชนเคหะ 2 หมู่ 12 ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์หลักอินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ต่อร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 5 แผง (ต่อแบบอนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันสูงเฉลี่ย 200 โวลต์) รวมทั้งระบบกันย้อนเพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าย้อนเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า ติดตั้งชุดควบคุมการทำงานของระบบ ฯ โดยสามารถตรวจสอบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ในระยะไกล ผ่านเครือข่ายไร้สาย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 2 วงจรการเชื่อมต่อระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ๗

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับปลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

หลังจากดำเนินการจัดสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกลสำหรับปลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือนแล้ว ดำเนินการเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ตั้งแต่เวลา 08.00 น.-17.00 น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 วัน บันทึกปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และปริมาณความเข้มแสงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ด้วยเครื่องมือทดสอบความเข้มแสง (Light Intensity Meter) ยี่ห้อ Pro's Kit รุ่น MT-4017 ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ก่อนเข้าอินเวอร์เตอร์ และปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) กำลังไฟฟ้า และปริมาณพลังงานสะสมทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) หลังผ่านอินเวอร์เตอร์ เพื่อตรวจสอบปริมาณพลังงานที่ได้เฉลี่ยใน 1 วัน

4. ผลการวิจัย

1. ผลการติดตั้ง และศึกษาการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกลสำหรับปลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานจะถูกติดตั้งลงในตู้ควบคุมกันน้ำขนาดความกว้าง 44.6 เซนติเมตร ยาว 22 เซนติเมตร และลึก 11.7 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3 โดยทำการติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 1,000 โวลต์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (DC Surge Protector) ขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 1,000 โวลต์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 440 โวลต์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 32 แอมแปร์ 220 โวลต์ สามารถเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายได้ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Surge Protector) ขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 420 โวลต์ บริเวณด้านหน้าติดตั้งมอนิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 100 แอมแปร์ 100 โวลต์ ด้านข้างติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ขนาดความกว้าง 34.4 เซนติเมตร ยาว 27.4 เซนติเมตร และสูง 12.8 เซนติเมตร โดยเชื่อมสัญญาณไฟฟ้าด้วย VCT สายไฟขนาด 3*2.5 ตารางมิลลิเมตร และเพื่อความปลอดภัยของระบบฯ จึงได้มีการติดตั้งระบบกราวด์ โดยใช้แท่งทองแดงขนาด 1.8 เมตร ผั่งลงในพื้นดินใกล้กับจุดติดตั้งบริเวณดังกล่าวด้วย



รูปที่ 3 ชุดควบคุมระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ พบว่า บริเวณสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เป็นหลังคาแบบเมทัลชีต ทิศทางหลังคาหันไปทางทิศใต้ หลังคามีความลาดเอียงในระดับ 15 ถึง 20 องศา โดยอุปกรณ์ติดตั้งประกอบด้วย รางอะลูมิเนียมขนาด 2.1 เมตร ตัวยึดหลังคาเมทัลชีต (L-FEET) ตัวต่อราง (Rail Splice Kit) เอ็นแคลมป์ (End Clamp Solar Module) มิดแคลมป์ (Middle Clamp Solar Module) ดังรูปที่ 4 (จากซ้ายไปขวามีจำนวน 5 แผ่น) โดยใช้พื้นที่ขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 2 เมตร ซึ่งจะสามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน อีกทั้งยังเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง วสท. 022013-59 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ด้านมุมมองการติดตั้งเมื่อเทียบกับทิศใต้ (True South) ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ [1] ทำการเชื่อมต่อวงจรของแผงโซลาร์เซลล์นั้น เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ที่แผงโซลาร์เซลล์แต่ละแผงจะมีขั้วที่แตกต่างกันคือ มีขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ทำให้เวลาที่ต่อแผงนั้นต้องคำนึงถึงการออกแบบการใช้งาน โดยจะต่อในลักษณะวงจรถูก คือ นำขั้วบวก (+) แผงที่ 1 ไปเข้าขั้วลบ (-) ของแผงที่ 2 และนำขั้วบวก (+) ของแผงที่ 2 ไปเข้าขั้วลบ (-) ของแผงที่ 3 จนครบจำนวน 5 แผง เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่สูง แต่ปริมาณกระแสไฟฟ้าจะเท่ากันตลอด



รูปที่ 4 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาเมทัลชีต

หลังติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ในการเริ่มต้นใช้งานควรตรวจสอบการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้าน โดยนำสายสัญญาณไฟฟ้าไปต่อกับขั้วไลน์ (L) และขั้วนิวตรอน (N) ของตู้ควบคุมภายในบ้าน โดยต่อไลน์ (L) พ่วงกับลูกเซอร์กิต และต่อสายนิวตรอน (N) เข้ากับบาร์นิวตรอน ดังรูปที่ 5 ส่วนสายสัญญาณการป้องกันการย่อนของกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ CT (Current Transformer) นำไปคล้องที่สายไฟหลักเส้นไลน์ (L) ที่มาจากการไฟฟ้า



รูปที่ 5 การเชื่อมต่อระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบการไฟฟ้า

การใช้งานเริ่มต้นโดยทำการเปิดสวิตช์เบรกเกอร์ควบคุมการทำงานทางฝั่งไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ในกล่องควบคุมไปที่ตำแหน่ง "On" เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้สามารถส่งงานผ่านทางแอปพลิเคชันได้ ดังรูปที่ 6 หลังจากนั้นทำการเปิดสวิตช์ควบคุมการทำงานทางฝั่งไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ไปที่ตำแหน่ง "On" เพื่อรับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มาจากแผงโซลาร์เซลล์ เปิดระบบให้อินเวอร์เตอร์ทำงาน สังเกตสถานะมอเนเตอร์ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับจะแสดงค่าปริมาณค่าแรงดัน ค่ากระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบแผงโซลาร์เซลล์ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จะมีปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

<http://jeet.siamtechu.net>

ประสิทธิภาพแผงโซลาร์เซลล์จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการทำงาน โดยระบบ ฯยังสามารถตั้งเวลาการทำงานเพื่อเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้าในเวลาเช้า 08.00 น. และตัดการเชื่อมต่อบนระบบ ฯในตอนเย็นหลังเวลา 17.00 น. หรือสามารถตัดการเชื่อมต่อในช่วงเวลาที่มีเหตุจำเป็น เช่น มีฝนฟ้าคะนอง ปิดระบบเพื่อการซ่อมบำรุงรักษา เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ผ่านทางแอปพลิเคชันด้วยอุปกรณ์ Power Smart Energy Meter เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบปริมาณไฟฟ้า



รูปที่ 6 การสั่งงาน และตรวจสอบระบบการทำงานผ่านทางแอปพลิเคชัน

2. ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับปลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน

การทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับปลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน พบว่า การทดสอบดำเนินงานโดยการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 วัน อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 32-35 องศาเซลเซียส บันทึกปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และปริมาณความเข้มแสงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ก่อนเข้าอินเวอร์เตอร์ และปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) กำลังไฟฟ้า และค่าพลังงานสะสมทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) หลังผ่านอินเวอร์เตอร์ เพื่อตรวจสอบปริมาณพลังงานที่ได้เฉลี่ยใน 1 วัน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับปลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าแรงดัน (โวลต์)	ค่ากระแส (แอมแปร์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)
08.00 น.	175.77	1.90	333.96	28,595
09.00 น.	175.41	4.01	702.07	38,963
10.00 น.	167.32	6.79	1,135.04	49,107
11.00 น.	166.27	7.13	1,188.10	50,951
12.00 น.	170.58	7.03	1,201.80	51,162
13.00 น.	164.27	8.73	1,432.76	57,015
14.00 น.	161.59	8.62	1,392.47	56,407
15.00 น.	164.29	6.83	1,121.39	49,625
16.00 น.	166.91	5.02	838.29	40,671
17.00 น.	164.94	2.97	491.67	30,654

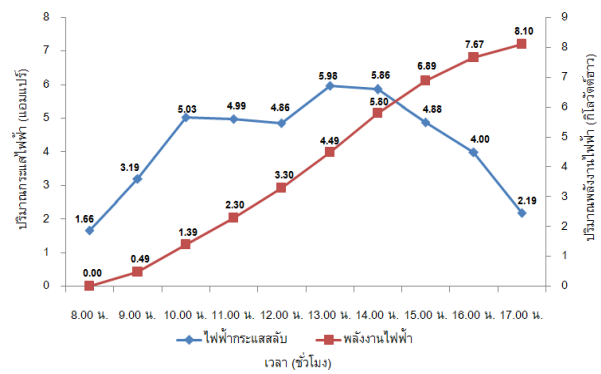
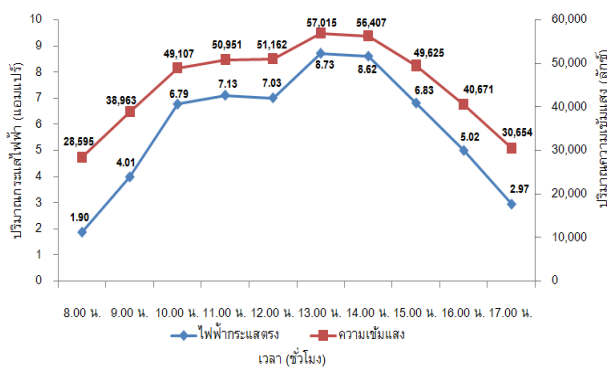
ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือนทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC) พบว่า ค่าปริมาณแรงดัน กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 5 แผง จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ผ่านมา โดยปริมาณแรงดันไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 161.59 ถึง 175.77 โวลต์ ซึ่งเป็นค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่อินเวอร์เตอร์สามารถทำงานได้ (MPPT Voltage Range) ในช่วง 80 ถึง 450 โวลต์ ซึ่งเมื่อเริ่มต้นระยะเวลา 08.00 น. ความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ยังมีปริมาณน้อย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 28,595 ลักซ์ มีค่าค่าปริมาณแรงดัน กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 175.77 โวลต์ 1.90 แอมแปร์ และ 333.96 วัตต์ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น แนวโน้มความเข้มแสงเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก สามารถวัดค่าปริมาณความเข้มแสงได้สูงสุดในเวลาช่วง 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 57,015 ลักซ์ มีค่าปริมาณแรงดัน กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 164.27 โวลต์ 8.73 แอมแปร์ และ 1,432.76 วัตต์ ตามลำดับ เนื่องมาจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ ส่งผลให้แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพ และจะมีค่าเฉลี่ยแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาหลังจาก 14.00 น. ดังภาพที่ 8 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพลาโบลา ซึ่งค่าปริมาณความเข้มแสงจะอยู่ในช่วงสูงตั้งแต่เวลา 12.00 น. ถึง 14.00 น. โดยหากปริมาณความเข้มแสงสูง แผงโซลาร์เซลล์ก็จะผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาปริมาณมากเช่นกัน สอดคล้องกับ [7] ได้ศึกษาพัฒนาระบบบีมลพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานบีมลด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ภาชนะบรรจุลมนขนาด 36 ลิตร ติดตั้งมอเตอร์ไม่มีชุดแปลงถ่าน (Brushless DC Motor) 24 โวลต์ 350 วัตต์ ขนาด 500 รอบ ขับด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 325 วัตต์ จำนวน 1 แผง ทดสอบการทำงานในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง วัดปริมาณความเข้มแสง ปริมาณแรงดันไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ และปริมาณความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยช่วงเวลาการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือช่วงเวลา 13.00 น. ใช้ระยะเวลาการบรรจุลมในภาชนะขนาด 36 ลิตรด้วยเวลา 7.42 นาที ด้วยแรงดัน 36.85 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 7.23 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้า 259.26 วัตต์ และความเร็วรอบ 426.80 รอบต่อนาที

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าแรงดัน (โวลต์)	ค่ากระแส (แอมแปร์)	ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF)	ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (KWh)
08.00 น.	233	1.66	0.95	367.37	0.00
09.00 น.	235	3.19	0.98	747.78	0.49
10.00 น.	235	5.03	0.99	1,166.09	1.39
11.00 น.	235	4.99	0.98	1,167.72	2.30
12.00 น.	236	4.86	0.98	1,202.54	3.30
13.00 น.	236	5.98	0.99	1,399.03	4.49
14.00 น.	236	5.86	0.99	1,360.88	5.80
15.00 น.	236	4.88	0.99	1,138.45	6.89
16.00 น.	235	4.00	0.98	810.89	7.67
17.00 น.	235	2.19	0.95	511.41	8.10

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือนทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) พบว่า ค่าปริมาณแรงดันเฉลี่ยตลอดทั้งวันตั้งแต่เวลา 08.00 น.-17.00

น. อยู่ในช่วง 233-236 โวลต์ ซึ่งเป็นค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้าปกติที่อินเวอร์เตอร์ทำงาน (Nominal Output Voltage) ในช่วง 220-240 โวลต์ โดยค่ากระแสไฟฟ้าเริ่มต้นเวลา 08.00 น. ที่ระดับ 1.66 แอมแปร์ ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ 0.95 ได้ค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 367.37 วัตต์ เมื่อระยะเวลาผ่านไป โดยสามารถวัดค่าปริมาณค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงสุดในเวลาช่วง 13.00 น. ที่ระดับ 5.98 แอมแปร์ เนื่องมาจากมีปริมาณความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์สูงสุด เนื่องมาจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ ทำให้สามารถวัดค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุดที่ระดับ 1,399.03 วัตต์ ค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าสะสมต่อชั่วโมงเท่ากับ 4.49 กิโลวัตต์ ชั่วโมง (KWh) โดยสอดคล้องกับประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด (Max. Output Current) ที่ระดับ 7.5 แอมแปร์ [2] โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมีปริมาณลดลงหลังจากระยะเวลา 14.00 น. เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ดังภาพที่ 9 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบลา และยังได้ค่าปริมาณพลังงานสะสมตลอดทั้งวันเฉลี่ยเท่ากับ 8.10 กิโลวัตต์ ชั่วโมง (KWh) หรือ 8.10 ยูนิต์ต่อวัน หรือปริมาณ 243 ยูนิต์ต่อเดือน โดยหากปริมาณความเข้มแสงมาก อินเวอร์เตอร์ก็จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพเช่นกัน



ภาพที่ 8 ปริมาณไฟฟ้ากระแสตรง และปริมาณความเข้มแสง ภาพที่ 9 ปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับ และปริมาณพลังงานไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกล สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน พบว่า ในช่วงเริ่มต้นค่าปริมาณความเข้มแสงจะผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อทางด้านอินพุตขาเข้า (DC) และทางด้านเอาต์พุตขาออก (AC) โดยในช่วงเวลาเริ่มต้น 08.00 น. ปริมาณความเข้มแสงที่ระดับ 28,595 ลักซ์ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ได้ 1.90 แอมแปร์ และเมื่อผ่านเข้าอินเวอร์เตอร์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าสลับได้ 1.66 แอมแปร์ และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกส่งผลให้ช่วงเวลา 13.00 น. ปริมาณความเข้มแสงที่ระดับ 57,015 ลักซ์ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับมีค่า 8.73 และ 5.98 แอมแปร์ ตามลำดับ โดยใน 1 วัน สามารถสะสมพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 8.10 หน่วยต่อวัน หรือ 243 หน่วยต่อเดือน โดยจะสามารถลดค่ากระแสไฟฟ้าต่อเดือนได้ 850-1,050 บาทต่อเดือน เหมาะสมกับการใช้งานในระดับครัวเรือนที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่สูงมากนัก ที่ระดับ 1,500-1,800 บาทต่อเดือน โดยประสิทธิภาพของระบบ ยังสามารถทำงานได้เต็มกำลังการผลิตของอินเวอร์เตอร์ เนื่องจากแผง โซลาร์เซลล์เป็นชนิด Super Poly Half Cell จำนวน 144 Cells ซึ่งสามารถลดการสูญเสียจากเงาบังได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์แบบเดิมที่มีจำนวน 72 Cells อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระยะไกลได้อีกด้วย สอดคล้องกับ [8] ได้ทำการศึกษาระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์สำนักวิทยบริการ เพื่อลดค่าไฟฟ้าถูกออกแบบให้เป็นระบบพลังงานไฟฟ้าบนหลังคา ระบบประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 200 วัตต์ จำนวน 80 แผ่น ติดตั้งทำมุมเอียงไปทางทิศใต้ 15 องศา และอุปกรณ์ กริดไทอินเวอร์เตอร์ขนาด 20 กิโลวัตต์ ระบบนี้ติดตั้งขนาด 16 กิโลวัตต์ เป็นแบบออนกริดต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าในสำนักวิทยบริการ พบว่า กำลังไฟฟ้าประมาณ 57.6 กิโลวัตต์ (หน่วย)/วัน หรือ 1,728 หน่วย/เดือน หรือ 20,736 หน่วย/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 288 บาท/วัน หรือ 8,640 บาท/เดือน หรือ 103,680 บาท/ปี (ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5 บาทต่อหน่วย) คืนทุนภายในประมาณ 7.3 ปี หรือ 7 ปี 4 เดือน 4) ระบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับอาคารอื่นๆ ในเวลากลางวันเพื่อลดค่าไฟฟ้า

5. สรุปและอภิปรายผล

ปริมาณความเข้มแสงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ฯ โดยจะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณสูงสุดทางฝั่งขาเข้า และขาออกมีค่าเท่ากับ 8.73 และ 5.98 แอมแปร์ ตามลำดับ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.10 หน่วยต่อวัน หรือ 243 หน่วยต่อเดือน สามารถลดปริมาณค่ากระแสไฟฟ้าต่อเดือนโดยเฉลี่ยลงได้ 850-1,050 บาทต่อเดือน เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 เดือน เท่ากับ 393 หน่วยต่อเดือน จะสามารถลดปริมาณกระแสไฟฟ้าได้เหลือ 150 หน่วยต่อเดือน หรือจำนวนร้อยละ 38.17 เหมาะสมกับบ้านพักอาศัยขนาดเล็กที่มีความต้องการกระแสไฟฟ้าไม่มากนัก เหมาะสมกับการใช้กระแสไฟฟ้าในช่วงเวลา กลางวันเป็นส่วนใหญ่

6. ข้อเสนอแนะ

1. ควรติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในที่ไม่มีเงาบังต้นไม้ สิ่งกีดขวางใด ๆ เนื่องจากจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลง
2. ควรศึกษาอุปกรณ์สำหรับงานติดตั้ง โดยใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน เนื่องจากระบบ ฯ มีปริมาณแรงดันสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้
3. ควรศึกษาเพิ่มเติมให้สามารถเก็บกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา”. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2561.
- [2] กู๊ดวี. (2563, กุมภาพันธ์. 20). คู่มือการใช้งาน NS/DNS Series User Manual, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://en.goodwe.com/downloads.asp>
- [3] นครินทร์ รินผล. “คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น”. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์; 2559.
- [4] เมคาช็อป. (2563, กุมภาพันธ์. 24). วัดต์มิเตอร์ วัดต์ฮาร์มิเตอร์, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.mechashop.com/store/product/view.html>
- [5] ภัทรเมธากิจ. (2563, กุมภาพันธ์. 19). CT วัดกระแส (Measuring Current Transformer) หม้อแปลงกระแสสำหรับเครื่องมือวัด, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://www.pmk.co.th/shop>
- [6] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2563, กรกฎาคม. 20). อัตราค่าไฟฟ้า-การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.pea.co.th/Portals/0/demand_response/Electricity%20Reconsider.pdf?ver=2018-10-01-155123-370
- [7] ศรายุทธ์ จิตรพัฒนานกุล กฤษณะ จันทสิทธิ์ และธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต. “ระบบบีลมลพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก”. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, 14(2), 2563, หน้า 43-54.
- [8] สมบัติ นพจนสุภาพ. “ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดค่าไฟฟ้าสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี”. PULNET Journal, 4(2), 2560, หน้า 194-205.