

ระบบจัดการพลังงานสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนแบบแยกศูนย์

Energy Management System for Renewable Energy Distributed Generation

สมพต โโคตรี และ บุญยัง ปลั้งกลาง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ต. คลองหก อ. ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: +66(2)-549-3571 โทรสาร: +66(2)-549-3422

E-mail: samapol_05@hotmail.com, pboonyang@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้งานระบบจัดการในระบบผลิตไฟฟ้า ส่งจ่าย และควบคุมสำหรับระบบพลังงานทดแทน โดยวิเคราะห์การทำงานในช่วงพื้นที่การทำงานต่างๆ ที่มีการใช้งานรูปแบบของเทคโนโลยีที่พัฒนามายเป็นหลักในการออกแบบการทำงานเริ่มต้นแต่การออกแบบระบบโดยรวม โดยมีการควบคุมศูนย์กลางของระบบทำหน้าที่รับข้อมูลจากพื้นที่ฝ่ายผลิต ระบบควบคุมการผลิต ระบบส่งจ่าย ระบบควบคุมการส่งจ่าย ระบบควบคุมการป้องกัน ระบบส่งจ่าย ปลายทางหรือระบบควบคุมสภาวะตัดต่อของโหลดในระบบและระบบแสดงผลของการทำงานของระบบ อีกทั้งสามารถประเมินสถานการณ์ในช่วงสภาวะต่างๆ และตัดสินใจการทำงานได้ทันทีเมื่อระบบจัดเก็บข้อมูลการทำงาน ซึ่งในระบบสามารถเพิ่มผลการเรียนรู้หรือสอนข้อมูลที่มีผลต่อระบบที่เป็นศูนย์กลางของการตัดสินใจได้ ซึ่งในการออกแบบจะใช้ขนาดเซลล์แสงอาทิตย์ 1.8 kWp จากนั้นก็เลือกขนาดแบตเตอรี่ 18 kWh ในเมืองดัน โดยเลือกพิกัดแสงอาทิตย์ที่ประเทศไทย

คำสำคัญ: การจัดการพลังงาน, พลังงานทดแทน

Abstract

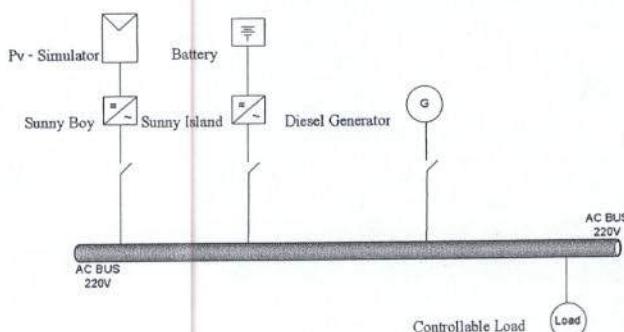
This paper presents the application energy management system for renew energy distributed generation by analytical work in various areas of any works. The development of communication platform is used modern technology as a basis design for overall system. The main central control system will acquire data from the remote renewable energy system all necessary monitoring data including power generation, Load consumption, protection system, and other control parameters. The monitoring data will be real-time data of operating of the system. The operator can also evaluate the system situation in the current states and will make decisions to take an immediate action if needed. The system can improve by learning from monitored information that affects the system then at the main control system can forecast and make a decision for future analysis. The proposed prototype will be constructed to by photovoltaic (PV) 1.8 kWp, Battery 18 kWh and choosing solar radiation in Thailand.

Keywords: Energy Management System, Renewable Energy Distributed Generation

1. คำนำ

พลังงานถือว่าเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาประเทศให้พัฒนาทั่วหน้า แต่ในสภาวะปัจจุบันพลังงานที่ใช้อยู่ เช่น สภาวะขาดแคลนทำให้มีราคากลางสูงซึ่งส่งผลโดยตรงกับการพัฒนาประเทศ รวมทั้งสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันด้วย พลังงานทดแทนจากแหล่งต่างๆ ได้ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อทดแทนพลังงานทดแทนไม่ได้ตลอดเวลา เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีเฉพาะตอนกลางวัน ดังนั้นการรวมแหล่งพลังงานทดแทนเข้ามาอย่างสมดarnan เพื่อให้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้มีเสถียรภาพจริงเป็นสิ่งจำเป็น

จากปัจจุบันที่ทางผู้ทำวิจัยจึงได้เห็นถึงความสำคัญในการวิจัยและพัฒนาระบบด้านระบบผลิตไฟฟ้าผ่านระบบโซลาร์เซลล์และพลังงานลมขึ้นมา (PV-Battery-Diesel hybrid system) ระบบไฟฟ้าแบบผสมผสานหรือไฮบริด เป็นการรวมเอาพลังงานแสงอาทิตย์ รวมทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลไว้ด้วยกัน ระบบผลิตไฟฟ้าแบบไฮบริดแบบขนาด (รูปที่ 1) จะเป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุด ลักษณะการทำงานคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าได้โดยตรง แบ่งเซลล์แสงอาทิตย์และระบบแบตเตอรี่ต่ออนุกรมเข้ากับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสองทาง (Bi-directional inverter) ซึ่งต่อเข้ากับภาระทางไฟฟ้า ในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำ ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายไฟฟ้าไปยังโหลดไฟฟ้าที่เหลือจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลถูกประจุเข้าแบตเตอรี่โดยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

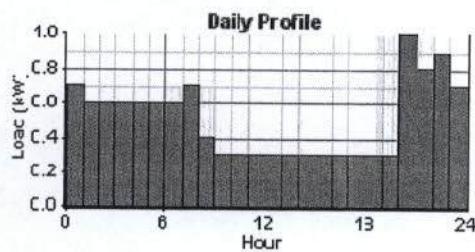


รูปที่ 1 ระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน [1]

รายละเอียดของระบบซึ่งประกอบไปด้วย ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องกำเนิดดีเซลซึ่งเป็นระบบที่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับ负荷ได้ตลอดเวลา ระบบที่ออกแนวจะเน้นการใช้งานพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งหลักและร่วมกันแหล่งพลังงานจากแหล่งต่างๆ คือเครื่องกำเนิดดีเซล นอกจากนี้จะมีระบบวัดบันทึกแสดงผลทำหน้าที่สังเกตการทำงานของระบบแบบ Real-time ซึ่งเปรียบเสมือนสัญญาณ ระบบการผลิตไฟฟ้าดังกล่าวซึ่งทำงานอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่ โดยปกติจะเพื่อสังเกตการทำงานของกระแสไฟฟ้าทุกวันและสามารถตรวจสอบผลการผลิตได้ ทั้งในรูปแบบของข้อมูลรายวัน รายเดือน และรายปี เป็นต้น ข้อมูลทั้งหมดจะเก็บลงในระบบคอมพิวเตอร์

2. หลักการออกแบบระบบและการจำลองการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบสมมติฐาน

หลักการออกแบบของระบบนั้นการออกแบบจะต้องครอบคลุมระบบทั้งหมดรวมทั้งระบบวัดและบันทึกผล ข้อมูลในการออกแบบ เมื่อต้นคือขนาดของ负荷และข้อมูลการใช้พลังงานของ负荷ในแต่ละช่วงเวลาของวัน (Load Profile) ซึ่งในบทความนี้ได้นำเสนอ负荷สำหรับที่อยู่อาศัยในชนบทที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็น (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 2 ผังการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน

จากรูปที่ 2 เป็นข้อมูลการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน ซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าในระบบมีอุปกรณ์ในการผลิตไฟฟ้าอยู่หลายส่วนกล่าวคือ อุปกรณ์มีต่อตัว ก้มข้อจำกัดในการทำงาน เช่นเซลล์แสงอาทิตย์มีข้อจำกัด ที่ว่าถ้าหากมีแสงตกกระทบแห้งน้ำอ่อนต้านทานไป ก็จะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าให้กับระบบได้ ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็เช่นกัน ใน การผลิตกระแสไฟฟ้านั้นหากว่า负荷เพิ่มมากขึ้น ก็อาจจะไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าได้กันที่ อุปกรณ์อีกด้วยที่สำคัญคืออินเวอร์เตอร์ที่มีพิเศษสุดในการทำงาน ดังนั้นจึงมีความต้องการที่จะศึกษาดูแลบันทึกผลิตภัณฑ์ในการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด

จากนั้นนำค่า负荷ดังกล่าวมาคำนวณเพื่อหาขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ P_{peak} โดยเริ่มจากคุณภาพไฟฟ้าของระบบ (Q) ดังสมการที่ (1) นำสมการจากการประมาณการทางทฤษฎี (E_{el}) และปฏิบัติมา (E_{th}) ค่า

พลังงานที่เกิดจากแสงอาทิตย์ ดังสมการที่ (2), (3) ซึ่งจะได้สมการในทางคำนวณหาค่าขนาดเซลล์แสงอาทิตย์ดังสมการที่ (6) [2]

$$Q = \frac{E_{el}}{E_{th}} \quad (1)$$

$$E_{th} = \eta \cdot E_{glob} \cdot Aarray \quad (2)$$

$$P_{peak} = \eta \cdot I_{STC} \cdot Aarray \quad (3)$$

$$E_{th} = P_{peak} \times \frac{E_{glob}}{I_{STC}} \quad (4)$$

$$Q = \frac{E_{el}}{E_{glob} \times P_{peak}} \times I_{STC} \quad (5)$$

$$P_{peak} = \frac{E_{el} \times I_{STC}}{E_{glob} \times Q} \quad (6)$$

เมื่อ

P_{peak} = ขนาดของโซลาร์เซลล์ที่ได้ที่มาตรฐาน STC (kWp)

E_{el} = พลังงานที่ต้องใช้ หรือ负荷 คิดเป็นต่อปี (kWh/a) ถ้าคิดเป็นต่อวัน แสงอาทิตย์ต้องเป็นต่อวัน (kWh/d)

I_{STC} = ค่ามาตรฐานรังสีดวงอาทิตย์ STC (1 kW/m²)

E_{glob} = พลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ต่อปี (kWh/m²a) ถ้าคิดเป็นต่อวัน负荷ต้องเป็นต่อวัน (kWh/m²d)

Q = คุณภาพไฟฟ้าของระบบ

E_{th} = กำลังงานไฟฟ้าจากทฤษฎี (kWh/a)

η = ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (decimal)

Aarray = พื้นที่ของ PV (m²)

จากสมการที่ (6) สามารถนำค่าคุณภาพไฟฟ้าของระบบแทนค่าในสมการเพื่อหาขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ P_{peak} ได้ซึ่งค่าคุณภาพไฟฟ้าของระบบเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงค่าคุณภาพไฟฟ้าของระบบที่ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าแบบสมมติฐาน [3]

Component/System	Q
PV module (Crystalline)	0.85...0.95
PV array	0.80...0.90
PV system (Grid-connected)	0.60...0.75
PV system (Stand-alone)	0.10...0.40
Hybrid system (PV/Diesel)	0.40...0.60

เมื่อทราบค่า P_{peak} ของเซลล์แสงอาทิตย์จากการคำนวณข้างต้น แล้ว คำนับต่อไปจึงนำค่า P_{peak} ไปใช้ในการคำนวณหาขนาดความจุของแบตเตอรี่ ซึ่งได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความจุของแบตเตอรี่และพลังงานสูงสุดของ PV (ดังรูปที่ 4) การคำนวณแบตเตอรี่นี้จะใช้กับภูมิศาสตร์ Schmid's Formula ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (7)

ภาคธุรกิจ

นการงาน

(1)

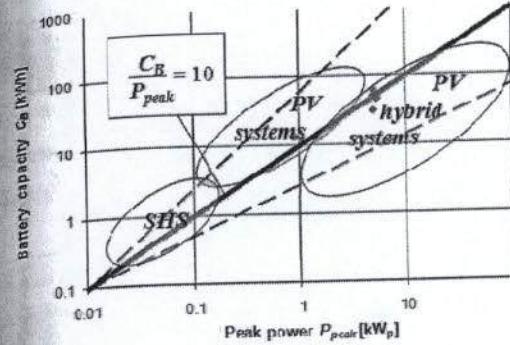
(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

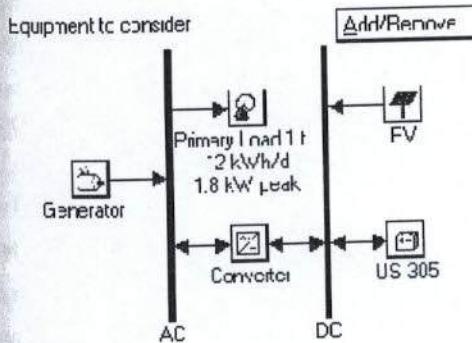


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุของแบตเตอรี่ และพลังงานสูงสุด
ของ PV [3]

$$CB = 10 \times P_{peak} \quad (7)$$

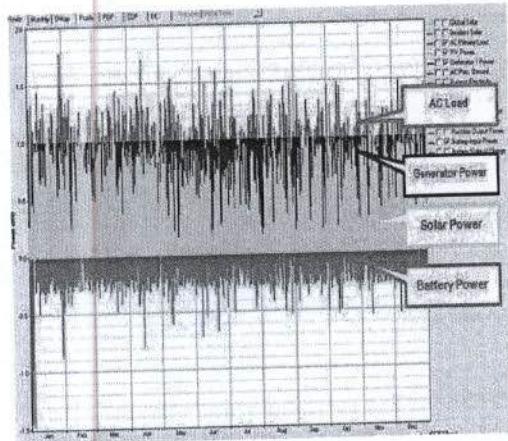
$$\begin{aligned} CB &= \text{ความจุของแบตเตอรี่ [kWh]} \\ P_{peak} &= \text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดของพื้นที่ PV [kWp]} \end{aligned}$$

การคำนวณวิธีนี้จะซึ่งสามารถที่จะปรับและบีดหุ้นได้ด้วยชั่งแมลงไฟฟ้าเพื่อมาเข้ากับไฟฟ้าไฮดรอลิกได้ 20% ขึ้นอยู่กับระบบที่ซึ่งแมลงไฟฟ้าที่ให้กับความสามารถที่จะบีดหุ้นได้ถึง +/- 20% ขึ้นอยู่กับระบบที่ซึ่งแมลงไฟฟ้าที่เป็นระบบใด หลังจากที่คำนวณค่าต่างๆ ได้แล้ว ก็นำค่าที่ได้จากการคำนวณมาใช้เคราร์โดยการ Simulation โดยเลือกใช้โปรแกรม Homer ในการทดสอบ มีการดาวน์โหลดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาจาก Google Map เลือกผ่านตำแหน่งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เป็นพื้นฐานในการจำลองตำแหน่งที่ตั้งบนพื้นโลก จำลองสถานการณ์ต่างๆ (ดังรูปที่ 5)



รูปที่ 4 การใช้โปรแกรม Homer จำลองสถานการณ์ของระบบ

จากรูปที่ 4 การออกแบบและประเมินผลทางโปรแกรม ให้ระบบที่เหมาะสม คือ PV 1.8 kWP, Diesel Generator ขนาด 2 kW, Battery capacity = 18.3 kWh จากผลการ Simulation ระบบที่ออกแบบพบว่า ระบบสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับคนได้อย่างต่อเนื่องและไม่มีช่วงที่ไฟดับ หากูปเห็นได้ว่าสามารถที่จะจ่ายไฟฟ้าได้จริง (ดังรูปที่ 5)

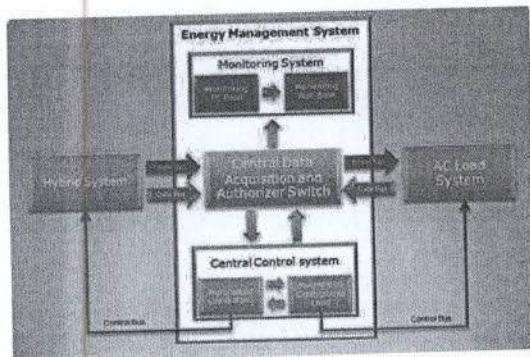


รูปที่ 5 ผลการ Simulation ของระบบที่ออกแบบ

จากรูปที่ 5 การจำลองการทำงานของระบบจากซอฟต์แวร์ Homer จะเห็นได้ว่า ในช่วงกลางวันเซลล์แสงอาทิตย์(สีเหลือง)สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อมาเข้ากับไฟฟ้าไฮดรอลิกได้ และพลังงานส่วนที่เหลือจะถูกเก็บไว้ในแบตเตอรี่(สีฟ้า) ในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถจ่ายพลังงานให้กับไฟฟ้าได้เพียงพอ พลังงานไฟฟ้าที่ถูกเก็บไว้ในแบตเตอรี่จะถูกคงไว้จนกว่าจะมีพลังงานที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล(สีดำ) ทำให้ระบบสามารถจ่ายพลังงานให้กับไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง มีเสถียรภาพในการทำงานที่ดีขึ้นคือไม่มีช่วงเวลาขาดพลังงานหรือไฟดับ

3. การออกแบบและติดตั้งห้องจัดการพลังงาน

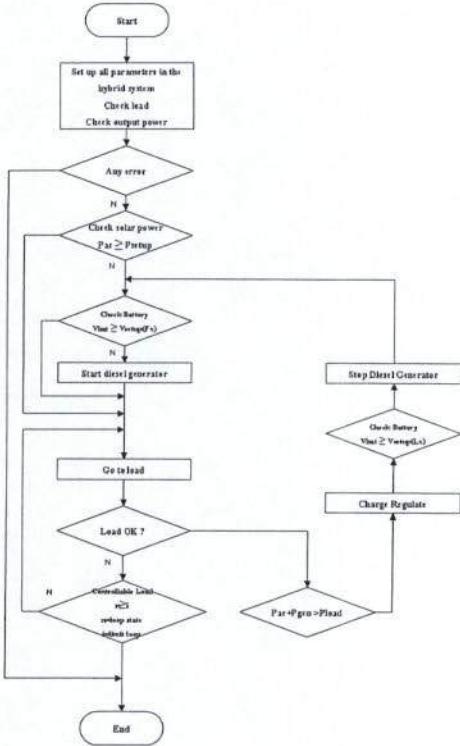
จากแนวความคิดของโครงงานวิจัยนี้ ทำให้ได้สร้างระบบจัดการพลังงานแบบทันสมัยในระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสานที่มีประสิทธิภาพเพื่อการนำพลังงานไปใช้อย่างสูงสุดดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ໄโคดограмของ Energy Management System

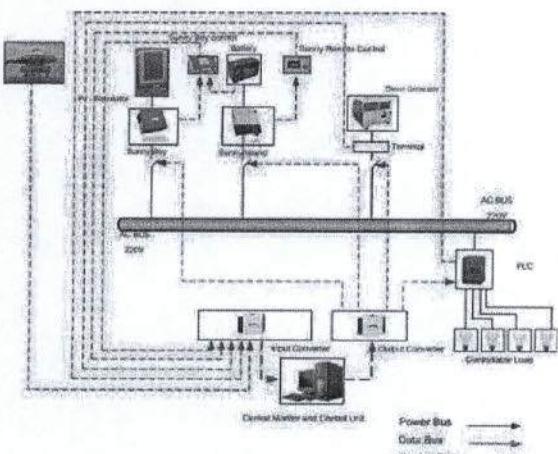
จากรูปที่ 6 ระบบจะทำการดักบันทึกผลการใช้พลังงานแบบ real-time พร้อมทั้งบริหารจัดการอย่างเป็นระบบขณะที่ผู้ใช้ไฟฟ้าในเน็ตเพิ่มด้วยชั้นเกินภาระการจ่ายไฟแบบปกติ ชุดการจัดการจะทำการตัดไฟฟ้าที่จำเป็นบางส่วนออกให้อยู่ภายใต้คำที่กำหนดไว้โดยการตัดความสำคัญของอุปกรณ์ไว้ล่วงหน้า และสั่งตัดอุปกรณ์ตามลำดับ

ความสำคัญ ทั้งซึ่งสามารถควบคุมสั่งการและดูรายละเอียดต่างๆได้ พลังงานที่เหลือจากระบบที่มากพอจะเก็บในแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 7

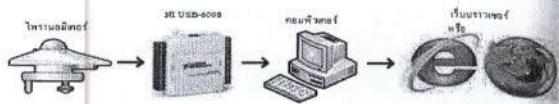


รูปที่ 7 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ

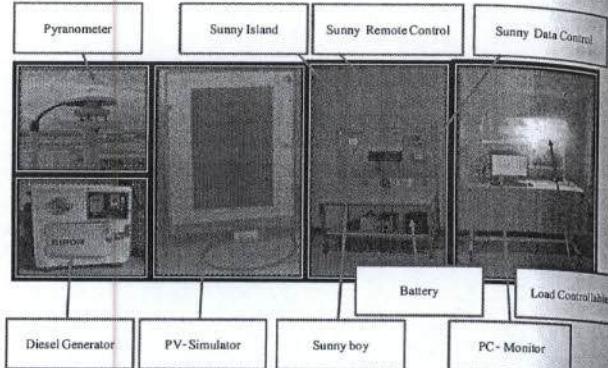
จากการออกแบบและประเมินผลทางโปรแกรม **ENERGY MANAGEMENT SYSTEM** โดยการออกแบบระบบไฟฟ้าผสมผสาน เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้นำเสนอ ประกอบไปด้วยการออกแบบการติดตั้ง ระบบการทำงานที่แยกออกเป็นสองส่วนหลัก โดยแยกเป็นชุดรับข้อมูล และชุดสั่งการทำงานโดยมีส่วนกลางเป็นชุดประมวลผล (ดังรูปที่ 8)



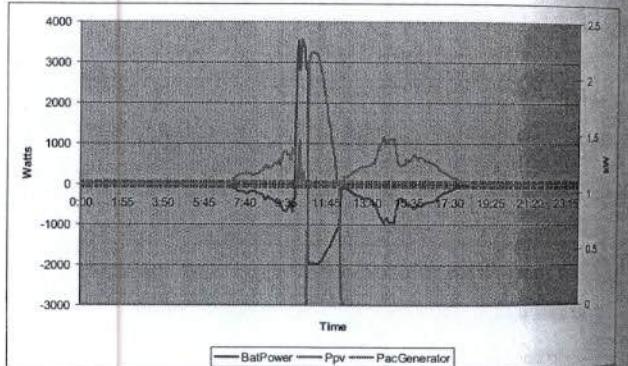
รูปที่ 8 โครงสร้างของระบบการจัดการพลังงานไฮบริด



รูปที่ 9 โครงสร้างของระบบวัดพัฒนาแสงอาทิตย์



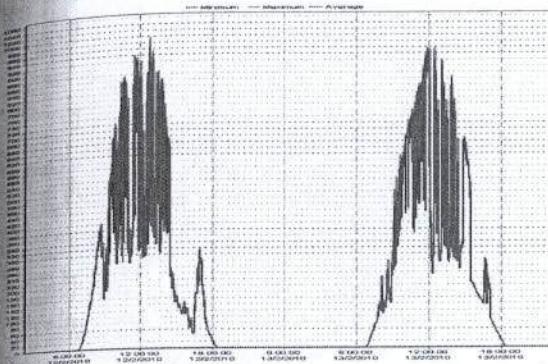
รูปที่ 10 ระบบติดตั้งจริง



รูปที่ 11 ระบบติดตั้งจริง

จากรูปที่ 11 แสดงกำลังไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ เชลล์แสงอาทิตย์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าในช่วงเวลากลางคืนจะไม่มีกำลังที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้นจึงไม่มีการประปาไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ส่วนกราฟ橘มีค่าเป็นศูนย์และเซลล์แสงอาทิตย์จะเริ่มผลิตไฟฟ้า เมื่อเวลาประมาณ 7.05 น. เป็นช่วงเวลาตอนกลางวันจากการใช้เวลาเที่ยงคืน ที่มีกำลังงานผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์พัฒนาไฟฟ้าที่ผลิตได้จึงถูกประปาลงในแบตเตอรี่ และเมื่อจากมีการทดสอบข่ายไฟลอดเพื่อศึกษาการ ทำงานของเครื่องกำเนิดในช่วงตอนกลางวันที่เวลาประมาณ 10.30 น. จนถึงเวลาประมาณ 12.30 น. เห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้ ให้ความกดอากาศแรงงานแบบเตอร์ฟลัดต่อเนื่องและพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ งานกระแทก เมื่อระดับพลังงานจากแบตเตอรี่มีค่าลดลงถึงระดับ State of Charge ของแบตเตอรี่ที่ 40 % ตามค่าที่ตั้งไว้ระบบควบคุมจะสั่งการให้เก็บ กำเนิดข่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบและประจุแบบเตอร์ฟลัดงานที่

หล่อของการจ่ายไฟผล จนกระทั่งแบนกดตอร์นี่ประดู่เพิ่มสูงขึ้นตามที่ตั้งไว้ในระบบเครื่องกำเนิดจะหยุดการทำงาน แต่ขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งให้ผลและประจุไฟฟ้าด้วยพลังงานที่เหลือระบบควบคุมจะทำการตัดไฟฟ้าออกจากพลังงานจากตัวอ่อนๆ ออกซึ้งไม่มีการนำเอาแหล่งจ่ายพลังงานที่ได้จากการทดสอบแสดงอาทิตย์มาจ่ายพลังงานร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้



รูปที่ 12 กราฟข้อมูลแสงอาทิตย์จากตัวตรวจวัดแสงอาทิตย์ที่ได้จากการวัดจริง

4. สรุป

จากหลักการออกแบบระบบจัดการพลังงานในระบบผลิตไฟฟ้า ส่วนมาก และควบคุมสำหรับระบบพลังงานทดแทนโดยการคำนวณ และการใช้โปรแกรม Homer เพื่อทดสอบการ Simulation ศึกษาการทำงานและประเมินสมรรถนะของระบบก่อนที่จะติดตั้งระบบจริง พบว่า ระบบที่ออกแบบสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดที่ตั้งขึ้นคือจ่ายไฟผลให้อย่างต่อเนื่องซึ่งระบบที่ออกแบบมีขนาดคือ 1. PV ขนาด 1.8 kWP, 2.

Generator ขนาด 2 kW, 3. Battery capacity ขนาด 18.3 kWh ระบบบันทึกผลจะเป็นแบบ Real-time สามารถเข้าถึงได้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ผ่านระบบ Local Host เพื่อการเข้าถึงข้อมูลในระบบ ไกล่โกรงสร้างของ การออกแบบระบบจะจัดตั้งอยู่ในรูปชุดจำลองในห้องทดสอบที่รองรับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันในระบบห้องหมุด จึงพร้อมที่จะสร้างขึ้นตามแบบดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญยัง ปลั้งกลาง, 2550, เอกสารประกอบการสอนวิชา Advance Topic in Electrical Engineering.
- [2] กฤตยา พรมพินิจ, บุญยัง ปลั้งกลาง, 2551 “การออกแบบและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าพลังงานสำหรับบ้านพลังงานแสงอาทิตย์,” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31, จังหวัดนครนายก, 29-31 ตุลาคม 2551
- [3] J. Schmid, 2002, “Photovoltaic systems Technology,” teaching script, IEE-RE, University of Kassel, Germany.