

ระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลระยะไกลของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ณ อุทยานแห่งชาติตะรุเตาโดยใช้โปรแกรม LabVIEW และระบบฐานข้อมูล SQLite Monitoring system and remote data collection of hybrid power systems at Tarutao National Park using LabVIEW program and SQLite database

เชาว์วรรณ ก้นตะบุตร^{1,*}, ปฐมาภรณ์ ศรีผดุงธรรม¹
และอุสาห์ บุญบำรุง²

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการพัฒนาระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลระยะไกลของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ณ อุทยานแห่งชาติตะรุเตาโดยเลือกใช้โปรแกรม LabVIEW เชื่อมต่อกับ OPC (OLE™ for process control) server เพื่อแสดงผลและวิเคราะห์สมรรถนะของระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC61724 [1] โดยทำการสื่อสารผ่าน I/O Server ของ OPC server ในรูปแบบตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน (shared variable) ของโปรแกรม LabVIEW ค่าที่ตรวจวัดได้ เช่น ค่ารังสีแสงอาทิตย์ (irradiance) ค่าอุณหภูมิแผงโซลาร์เซลล์ (module temperature) และค่าทางไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น การเก็บข้อมูลไปยังฐานข้อมูลเป็นแบบเข้าก่อนออกก่อน (first-in-first-out: FIFO) และจัดการกับฐานข้อมูลเฉพาะด้วย SQLite ซึ่งระบบนี้สามารถพัฒนาเป็น web browser เพื่อประโยชน์แก่ผู้ดูแลระบบในการตรวจสอบและวิเคราะห์ปรับปรุงระบบได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: การตรวจวัด, ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน, โปรแกรม LabVIEW

Abstract

This paper presents the methods for developing sensor systems and remote data collection of the hybrid renewable energy system at Tarutao National Park, using LabVIEW program connected the OPC (OLE™ for process control) server to demonstrate and analyze the efficiency IEC61724 [1] standard power system by communicating through the I/O server's OPC server in the form of the LabVIEW shared variable measured values such as the irradiance, module temperature and the various electrical value. Transmissions to the database as a FIFO. (first-in-first-out: FIFO) via SQLite web browser, this system can be useful to systems administrator to monitor and analyze system provides further improved.

Keywords: monitoring, hybrid power system, LabVIEW program

บทนำ

พลังงานทดแทน (renewable energy) เป็นพลังงานที่ถูกเลือกนำมาใช้ทดแทนพลังงานแบบเดิม เช่น ถ่านหิน ปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งพลังงานทดแทนที่เป็นทางเลือกใหม่นอกเหนือจากที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ พลังงานจากแสงอาทิตย์และพลังงานจากชีวมวล ฯลฯ โดยส่วนใหญ่พลังงานทดแทนเหล่านี้ถูกเลือกนำมาใช้มากในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่เกาะต่าง ๆ ที่ระบบสายส่งปกติไม่สามารถเข้าถึงได้ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวปกติ จะติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากเหตุผลด้านการลงทุนติดตั้งระบบที่ต่ำและระยะเวลาการติดตั้งที่สั้น ปัจจุบันด้วยต้นทุนด้านเชื้อเพลิงที่สูงและการขนส่งเชื้อเพลิงที่ลำบากอีกทั้งยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นแหล่งพลังงานทดแทนจึง

¹ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

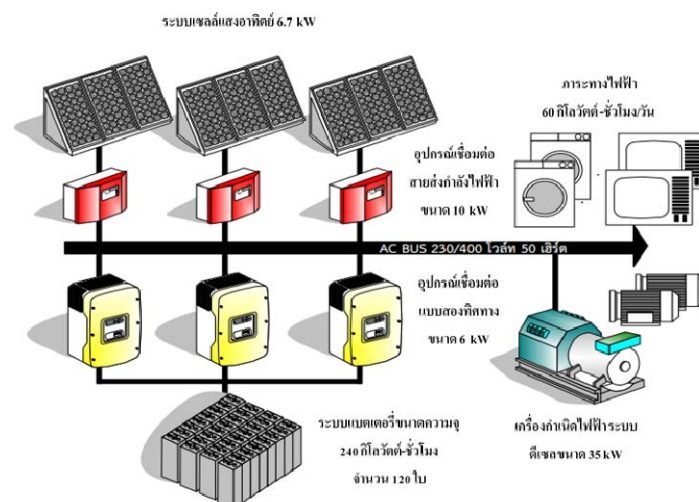
² สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*Corresponding author, E-mail: lord.marker.cando@gmail.com

เป็นทางเลือกที่เหมาะสมเพราะเป็นแหล่งพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดและสามารถทำการติดตั้งได้รวดเร็ว อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีพลังงานทดแทนได้พัฒนาทั้งทางด้านการให้พลังงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและราคาต้นทุน เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่ผลิตได้จากแหล่งพลังงานแบบอื่น ๆ นั้น ก็ใกล้เคียงกัน แต่ปัญหาจากการใช้แหล่งพลังงานทดแทนแหล่งเดียวที่เกิดขึ้นคือความไม่แน่นอนในการให้พลังงาน ยกตัวอย่าง แหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ในฤดูฝนอาจจะให้พลังงานที่ลดลง เพราะเหตุนี้จึงได้มีการนำแหล่งพลังงานหมุนเวียนแบบผสมผสาน (hybrid renewable energy system: HRES) [2] เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่รวมแหล่งผลิตพลังงานหลาย ๆ แหล่งมารวมกัน เช่น พลังงานแบบผสมผสานเซลล์แสงอาทิตย์-กังหันลม-ดีเซลเจนเนอเรเตอร์ หรือ พลังงานแบบผสมผสานเซลล์แสงอาทิตย์-น้ำ-เครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น ซึ่งการนำแหล่งพลังงานต่าง ๆ มารวมกันนี้ส่งผลให้มีจำนวนอุปกรณ์ภายในมากขึ้น ระบบจึงมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ต้องมีการดูแล ตรวจสอบ และเฝ้าระวัง เพื่อการทำงานของระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพและเกิดผลประโยชน์สูงสุด ฉะนั้นระบบเก็บข้อมูลจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ระบบการเก็บข้อมูลแบบเดิมทำการบันทึกข้อมูลด้วยหน่วยความจำ ณ สถานที่ที่ติดตั้งระบบผลิตพลังงานและเมื่อต้องการข้อมูลในการตรวจสอบหรือวิเคราะห์ ต้องทำการเดินทางไปยังสถานที่ติดตั้งนั้นซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาระบบตรวจสอบ (monitoring system) [3] ซึ่งเป็นระบบที่ทำหน้าที่เฝ้ามองการทำงานคอยเก็บบันทึกการทำงานและแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบทราบผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหากพบว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบมีการทำงานที่ผิดพลาดทำให้ผู้ดูแลสามารถตรวจสอบหรือแก้ไขปัญหาได้ทันที ลดการสูญเสีย แสดงผลเป็นแบบเวลาจริง (real time) ได้ตลอดเวลา ช่วยผู้ดูแลระบบสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น เพิ่มความสามารถในการควบคุมสมรรถนะในการทำงานของระบบและแสดงผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ งานวิจัยนี้มีความสนใจในด้านการพัฒนาระบบตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะที่แสดงผลเป็นแบบเวลาจริงของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ณ อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา ให้สามารถวิเคราะห์สมรรถนะ (efficiency) ตามมาตรฐาน IEC61724 โดยเลือกใช้โปรแกรม LabVIEW ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดเสมือนจริงสำหรับงานทางวิศวกรรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยนำข้อมูลจากมาทำการวิเคราะห์ประมวลผล และแสดงผล เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการทำงานของอุปกรณ์ในระบบให้เหมาะสมกับสมรรถนะของระบบรวมและจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (database) ในการปรับปรุงสมรรถนะของระบบดีขึ้นต่อไป

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตา

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเป็นแบบผสมผสานเซลล์แสงอาทิตย์-กังหันลม-เครื่องยนต์ดีเซล ทำงานในลักษณะของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานแบบสลับแหล่งพลังงาน (switched hybrid power system) ประกอบด้วย ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 6.7 kW ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อสายส่งกำลังไฟฟ้า (grid-connection inverter) ขนาด 10 kW จำนวน 1 เครื่อง ระบบแบตเตอรี่ขนาดความจุ 240 Ah จำนวน 120 ใบ ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบสองทิศทาง (bi-directional inverter) ขนาด 6 kW จำนวน 3 เครื่อง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบดีเซลขนาด 35 kW จำนวน 1 เครื่อง แสดงดังรูปภาพที่ 1

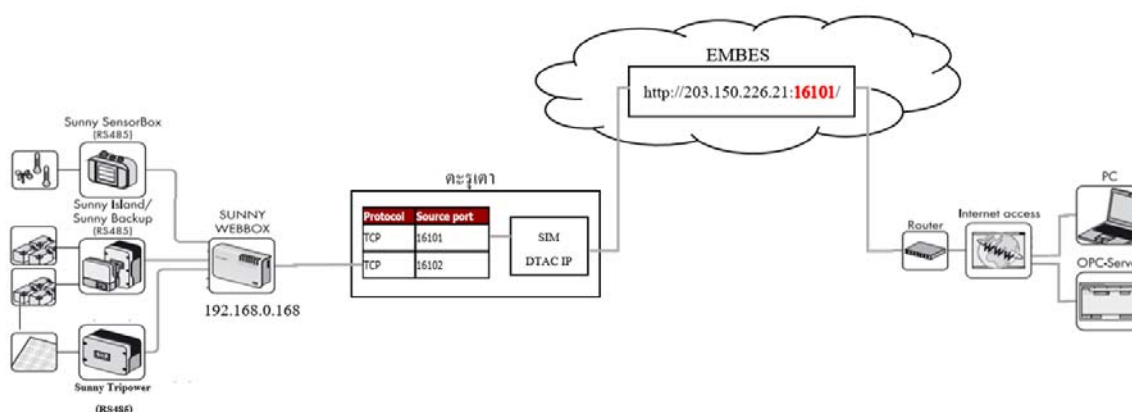


รูปภาพที่ 1 ส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตาในปัจจุบัน [4]

การทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าเมื่อจ่ายพลังงานให้กับภาระทางไฟฟ้าตลอดเวลา จนแรงดันไฟฟ้าของระบบต่ำกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าใช้งานต่ำสุด อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบสองทิศทางจะสั่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบดีเซลให้ทำงานอัตโนมัติเพื่อจ่ายพลังงานให้กับภาระทางไฟฟ้าแทนและใช้พลังงานที่เหลือทำการประจุเข้าแบตเตอรี่และในทางกลับกันระบบจะทำการประจุแบตเตอรี่จนถึงแรงดันสูงสุด อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบสองทิศทางจะสั่งให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบดีเซลหยุดการทำงาน

ระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลระยะไกล

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ณ อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา ใช้ระบบการเก็บข้อมูลเป็นแบบบันทึกข้อมูลโดยใช้การ์ดหน่วยความจำ (secure digital card) สำรองข้อมูลโดยไม่มีระบบเครือข่ายสื่อสาร (inter connection network) แต่ปัจจุบันได้พัฒนาการเข้าถึงข้อมูลโดยระบบเครือข่ายสื่อสาร (inter connection network) ซึ่งสามารถติดตามตรวจสอบสถานะของระบบผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลาในส่วนตรวจวัดและตรวจสอบระบบผลิตไฟฟ้าพัฒนาตามหลัก supervisory control and data acquisition หรือ SCADA [5] เป็นระบบตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเวลาจริง โดยค่าที่ทำการวัดได้จากอุปกรณ์และอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูล [6] คือ Sunny WebBox และทำการส่งข้อมูลที่บันทึกได้ผ่านระบบเครือข่ายสื่อสารมือถือไปยังเครือข่ายบริการชุดมาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (open platform communications server/OPC server) แสดงดังรูปภาพที่ 2



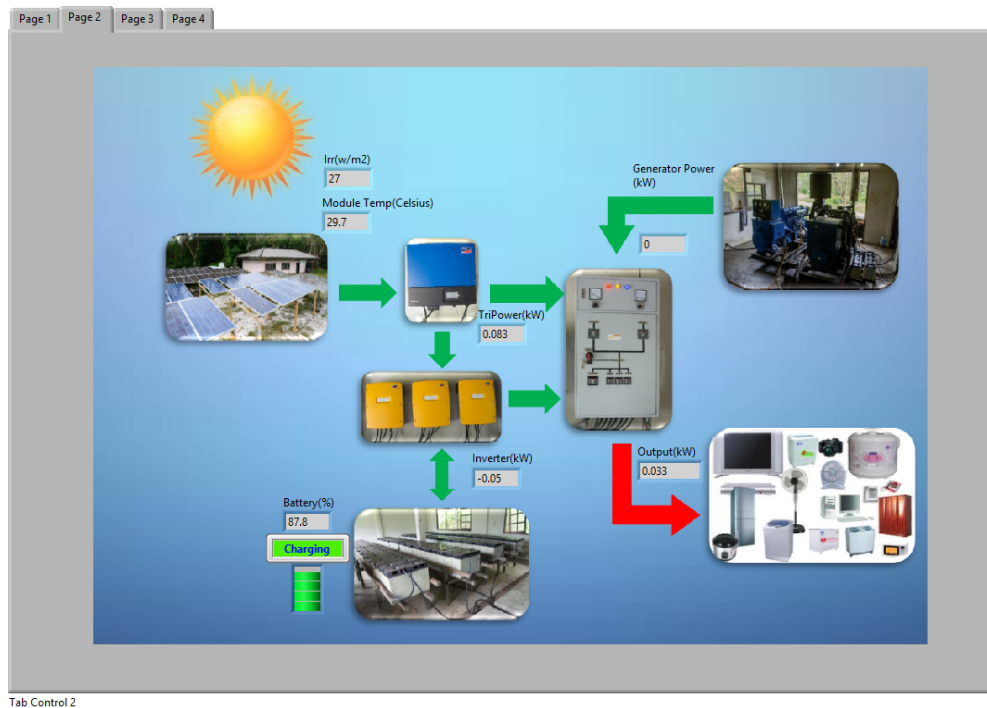
รูปภาพที่ 2 การเชื่อมต่อระหว่าง Sunny WebBox กับอุปกรณ์ต่าง ๆ [7]

เครือข่ายบริการชุดมาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน หรือ การรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์เชิงข้อมูลที่มีรูปแบบและมาตรฐานแตกต่างกันให้สื่อสารกันได้ [8] การสื่อสารระหว่าง OPC server และผู้ใช้งาน จะสื่อสารผ่านข้อกำหนดที่ใช้เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ (protocol) เช่น Modbus โดยผู้ใช้งานจะติดต่อกับตัวแปร (parameter) หรือ ป้ายชื่อ (tag) ที่รวมอยู่ภายในผ่านระบบนำเข้าข้อมูลและแสดงผลของคอมพิวเตอร์ (I/O) ของ OPC server ซึ่งการสื่อสารกับอุปกรณ์นั้น OPC server จะทำการตรวจสอบค่าจากอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนดไว้ (defined polling rate) โดยอาจจะต่างกันไปตามตัวแปรประเภทต่าง ๆ โดยตัวควบคุม (controller) จะส่งค่าตัวแปรตามที่ถูกร้องขอให้กับ OPC server พร้อมค่าเวลาขณะนั้น (time stamp) ซึ่งภายในโปรแกรม LabVIEW จะมาในรูปแบบที่เรียกว่า ตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน (shared variable) แสดงดังรูปภาพที่ 3

ระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลระยะไกล ข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นข้อมูลจากการเก็บในพื้นที่จริง ณ ปัจจุบันของอุทยานแห่งชาติตะรุเตา เช่น ค่ารังสีแสงอาทิตย์ (irradiance) ค่าอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (module temperature) และค่าทางไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้เชื่อมต่อกับตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน เพื่อแสดงผลค่าต่าง ๆ ในเวลาจริงของการตรวจวัดและเก็บข้อมูลตามมาตรฐาน IEC61724 มาตรฐานของวิธีการตรวจวัดและเก็บข้อมูลสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แสดงดังรูปภาพที่ 4

ผลและการวิเคราะห์

การทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน สำหรับอุทยานแห่งชาติตะรุเตามีการเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะความต้องการพลังงานไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงของพลังงานแสงอาทิตย์ ในส่วนการตรวจวัดค่าแบบเวลาจริงของระบบผลิตไฟฟ้าได้ เช่น ค่ารังสีแสงอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบสองทิศทางและระดับพลังงานของแบตเตอรี่ เป็นต้น แสดงดังรูปภาพที่ 5 และส่วนของระบบการเก็บบันทึกข้อมูลสามารถบันทึกได้ทุก ๆ 5 นาที และส่งไปยังฐานข้อมูลแบบเข้าก่อนออกก่อนโดยโปรแกรม LabVIEW และจัดการกับฐานข้อมูลเฉพาะด้วย SQLite แสดงดังรูปภาพที่ 6



รูปภาพที่ 5 หน้าจอแสดงข้อมูลแบบเวลาจริงของระบบไฟฟ้าแบบผสมผสาน

Database Structure Browse Data Edit Pragma Execute SQL																	
Table: DataLoggerTRT																	
Date	Time	Gi	Tmnd	EgyCntrl	EgyCntrlOut	PBUld	TollwPwrAl	laA	VaA	PaA	laB	VaB	PaB	ETotal35	ETotal53	ETotal60	ETot
Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
3480	23/11/2558	7:40	74.0	25.7	15815.5	12294.9	0.0	-0.26	0.574	599.7	367.0	0.0	0.0	6069.2	5453.7	-772.0	10352
3481	23/11/2558	7:45	88.0	26.5	15815.6	12295.0	0.0	-0.41	0.749	652.44	509.0	0.0	0.0	6069.3	5453.7	-772.0	10352
3482	23/11/2558	7:50	113.0	27.4	15815.7	12295.1	0.0	-0.52	0.892	671.53	630.0	0.0	0.0	6069.4	5453.7	-772.000...	10352
3483	23/11/2558	7:55	118.0	28.4	15815.8	12295.2	0.0	-0.62	1.019	696.77	714.0	0.0	0.0	6069.5	5453.7	-772.0	10352
3484	23/11/2558	8:00	183.0	29.3	15815.9	12295.3	0.0	-0.8	2.574	335.68	888.0	0.0	0.0	6069.6	5453.7	-772.0	10352
3485	23/11/2558	8:05	185.0	30.5	15816.0	12295.4	0.0	-1.21	2.479	501.02	1298.0	0.0	0.0	6069.7	5453.7	-772.0	10352
3486	23/11/2558	8:10	206.0	31.4	15816.1	12295.5	0.0	-1.27	2.526	510.73	1313.0	0.0	0.0	6069.8	5453.7	-772.0	10352
3487	23/11/2558	8:15	204.0	31.9	15816.2	12295.6	0.0	-1.57	2.923	529.82	1702.0	0.0	0.0	6069.9	5453.7	-772.000...	10353
3488	23/11/2558	8:20	219.0	32.8	15816.2	12295.7	0.0	-1.17	3.003	564.44	1392.0	0.0	0.0	6070.0	5453.7	-772.0	10353
3489	23/11/2558	8:25	217.0	33.6	15816.3	12295.8	0.0	-1.04	1.892	584.17	1303.0	0.0	0.0	6070.1	5453.7	-772.0	10353
3490	23/11/2558	8:30	214.0	34.3	15816.4	12295.9	0.0	-1.16	2.717	603.26	1962.0	0.0	0.0	6070.2	5453.7	-772.0	10353
3491	23/11/2558	8:35	243.0	34.9	15816.4	12296.0	0.0	-1.6	3.368	604.23	1238.0	0.0	0.0	6070.3	5453.7	-772.0	10353
3492	23/11/2558	8:40	224.0	35.8	15816.5	12296.1	0.0	-1.87	1.987	595.5	965.0	0.0	0.0	6070.4	5453.7	-772.000...	10353
3493	23/11/2558	8:45	241.0	36.4	15816.6	12296.2	0.0	-1.91	1.638	598.09	940.0	0.0	0.0	6070.5	5453.7	-772.0	10353
3494	23/11/2558	8:50	218.0	36.3	15816.7	12296.3	0.0	-1.98	1.622	594.2	983.0	0.0	0.0	6070.6	5453.7	-772.0	10353
3495	23/11/2558	8:55	209.0	35.8	15816.8	12296.4	0.0	-1.21	1.59	589.03	936.0	0.0	0.0	6070.7	5453.7	-772.0	10353
3496	23/11/2558	9:00	208.0	35.7	15816.8	12296.5	0.0	-0.91	1.606	602.29	948.0	0.0	0.0	6070.8	5453.7	-772.0	10353
3497	23/11/2558	9:05	205.0	36.0	15816.9	12296.6	0.0	-0.47	1.574	593.23	971.0	0.0	0.0	6070.9	5453.7	-772.000...	10353
3498	23/11/2558	9:10	215.0	35.2	15817.0	12296.7	0.0	-0.48	1.606	602.61	987.0	0.0	0.0	6071.0	5453.7	-772.0	10354
3499	23/11/2558	9:15	219.0	35.5	15817.1	12296.8	0.0	-0.88	1.622	607.14	1019.0	0.0	0.0	6071.1	5453.7	-772.0	10354
3500	23/11/2558	9:20	229.0	36.1	15817.2	12296.9	0.0	-0.92	1.669	601.97	1033.0	0.0	0.0	6071.2	5453.7	-772.0	10354

รูปภาพที่ 6 ระบบฐานข้อมูลของระบบไฟฟ้าแบบผสมผสาน

สรุปผลการวิจัย

ระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลระยะไกลของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ณ อุทยานแห่งชาติตะรุเตาสามารถตรวจวัดทำการสื่อสารผ่านระบบนำเข้าข้อมูลและแสดงผลของคอมพิวเตอร์ (I/O) ของ OPC server พร้อมค่าเวลาขณะนั้นในรูปแบบตัวแปรที่ใช้ร่วมกันของโปรแกรม LabVIEW และส่วนของระบบการเก็บบันทึกข้อมูลสามารถบันทึกได้ทุก ๆ 5 นาที และส่งไปยังฐานข้อมูลแบบเข้าก่อนออกก่อนโดยโปรแกรม LabVIEW และจัดการกับฐานข้อมูลเฉพาะด้วย SQLite ระบบตรวจสอบสามารถพัฒนาเป็น web browser ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ดูแลระบบในการตรวจสอบและวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] CEI-IEC International Standard 61724. (1998). **Photovoltaic system performance monitoring-Guidelines for measurement, data exchange and analysis**. International Electrotechnical Commission.
- [2] Chouder, A. (2013). Monitoring, modelling and simulation of PV systems using LabVIEW. **Solar Energy**, 91, 337-349.
- [3] Negi, S. & Mathew, L. (2014). Hybrid renewable energy system: A review. **International Journal of Electronic and Electrical Engineering**, 7 (5), 535-542.
- [4] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2556). **โครงการปรับปรุงระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตา**. ในร่างข้อเสนอโครงการปรับปรุงระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตา กรุงเทพฯ.
- [5] Somasundaram, B., Darun, S.K., Sharmila, D., Banu Rekha, B., & Manoj, S.K. (2013). SCADA application development using LABVIEW. **International Journal of Engineering and Innovative Technology**, 3 (2), 407-410.
- [6] นิกร ชัยเจริญ. (2557). การศึกษาการตรวจวัดระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือโดยจำลองระบบย่อยส่วนเพื่อประยุกต์ใช้ในพื้นที่ห่างไกล. The 36th Electrical Engineering Conference, December 2013.
- [7] SMA America. 2013. **Device for plant monitoring SUNNY WEBBOX user manual**. SWebBox-BA-US_en-34, 98-0019234, Version 3.4.
- [8] Tsagaris, A. & Triantafyllidis, D.G. (2012). Data monitoring system for supervising the performance assessment of a photovoltaic park. **Computational Intelligence and Informatics: IEEE 13th International Symposium**, 385-389.