Title : Power Flow Exchange Algorithm Model in Smart Microgrid System

Author : Yodthong Mensin

Program : Energy and Environment

Thesis Advisors : Dr. Worajit Setthapun MainAdvisor

: Associate Prof. Dr. Wattanapong Rakwichian Co-Advisor

: Dr. Somchai Chokmaviroj Co-Advisor

ABSTRACT

This research presented a model algorithm of the electric power exchange that was divided into two parts. Part I, the algorithm of power flow and power identification was developed from four case-study buildings where three buildings with installed Photovoltaic systems. The data for power demand and power supply which was produced from the Photovoltaic system in each building were collected at the School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Thailand. The data for the power demand were then converted to the load profile curves and calculated from the Photovoltaic performance of the solar radiation data. Building power flow algorithm was developed from the algorithm model with the data from load profiles and Photovoltaic performances. After finishing the calculation, the status of this algorithm was divided into 3 modes, which were demand, supply and island mode. The results of this part were reported as the net metering and the power status of each building by using the power flow building algorithm that focused on the initial exchange of power

between each building. Part II, an innovative software was developed to measure and identify energy flow for multiple loads and sources like Grid and/or other renewables. The data for power consumption and power production which was produced from the Photovoltaic system in each building were collected at the School of Energy and Environment (SEEN), University of Phayao, Thailand. Photovoltaic system at 500 kWp capacity was installed in eleven buildings at SEEN. The power flow algorithm was able to demonstrate that every building can exchange power with each other. The building could purchase power or sell power to the nearby building. The algorithm was designed in the format that the power would be exchanged between the buildings first. Then, when higher load demand was required, the power would come from the external source such as the existing utility grid. The software was developed on the AngularJS bases in the model-view-controller (MVC) platform using PHP language and MySQL was used as the database for recording the data. The research founded that energy consumption from March 1 to March 16, 2016 is 30,107.4 kWh. Eleven buildings could buy and sell the electricity between buildings at 25,326.7 kWh which was equal to 84% of total energy. On the other hand, SEEN could produce more energy than the energy demand and could sell the extra energy to the outside utility (EGAT) at 4,780.7 kWh that was equal to 16% of total energy. This research could support Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) for future grid planning and adaptive forecasting in connection with the consumption and generation. In the future, this software could be applied to improve the functions of energy management system in the homes, buildings, and offices.

Keywords: Micro-grid, energy exchange, multiple energy flow, energy management

GRADUATE SCHOOL CHIANG MAI RAJABHAT UNIVERSITY

system, net metering

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : แบบจำลองการซื้อขายและแลกเปลี่ยนไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทนแบบกระจายศูนย์
ผู้วิจัย : ยอดธง เม่นสิน
สาขาวิชา : พลังงานและสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรรค์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
รศ.ดร.วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
ดร.สมชาย โชคมาวิโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

แบบจำลองการซื้อขายและแลกเปลี่ยนไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ จะแบ่งรูปแบบการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ทำการพัฒนารูปแบบการแลกเปลี่ยนไฟฟ้า โดยจะใช้ข้อมูลการใช้งานไฟฟ้าภายในอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์สำหรับคำนวณประสิทธิภาพของกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะมาจากวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ผลการศึกษาพฤติกรรมการไหลของทิศทางไฟฟ้าระหว่างอาคาร จะนำมาสร้างรูปแบบการแลกเปลี่ยนไฟฟ้าพร้อมกับการระบุถึงต้นทางและปลายทางของกระแสไฟฟ้าระหว่างอาคารอีกด้วย ส่วนที่ 2 จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงการซื้อขายไฟฟ้าระหว่างอาคาร โดยใช้รูปแบบการแลกเปลี่ยนไฟฟ้าที่ได้พัฒนาขึ้นจากส่วนที่ 1 โดยจะใช้ข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าและข้อมูลไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาของอาคารจำนวน 11 ตึก โดยมีกำลังการผลิตรวม 500 กิโลวัตต์ ณ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้วิจัยได้มีการพัฒนารูปแบบจำลองการซื้อขายและแลกเปลี่ยนไฟฟ้า โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถบอกถึงสถานะการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร โดยจะแบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ สถานะการใช้ไฟฟ้าจากภายนอก (Demand) สถานะการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภายนอก (Supply) และ สถานะการพึ่งพาตนเอง (Island) และแบบจำลองดังกล่าวยังสามารถบอกถึงทิศทางการไหลและปลายทางของกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้มีพัฒนารูปแบบการซื้อขายไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทน โดยรูปแบบจะมีการซื้อขายระหว่างอาคารเป็นอันดับแรก ในกรณีที่การซื้อขายไม่เพียงพอ ก็จะทำการซื้อขายกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นลำดับต่อไป การ

จำลองจะใช้รูปแบบการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษา PHP และมีระบบฐานข้อมูล MySQL สำหรับเก็บค่าต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร และที่ผลิตได้ ค่าสถานะของอาคาร ค่าใช้ไฟฟ้า เป็นต้น ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยใช้แบบจำลองการซื้อขายไฟฟ้าสามารถวิเคราะห์ เลือก และรายงานผลการซื้อขายไฟฟ้าระหว่างอาคารจำนวน 11 หลังภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม โดยจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ทำการเก็บข้อมูลนั้นจะเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม จนถึงวันที่ 16 มีนาคม 2559 พบว่า กระแสไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมใช้ไปทั้งหมดจำนวน 30,107.4 หน่วยไฟฟ้า โดยภายในคณะฯ สามารถซื้อขายและแลกเปลี่ยนไฟฟ้ากันเองเป็นจำนวน 25,326.7 หน่วยไฟฟ้า คิดเป็น 84% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ยังคงเหลือเพียง 4,780.7 หน่วยไฟฟ้า ที่ส่งขายให้กับการไฟฟ้าโดยคิดเป็น 16% ซึ่งผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า อาคารทั้ง 11 หลัง สามารถซื้อขายไฟฟ้ากันได้จริง เป็นผลมาจากการพัฒนารูปแบบการซื้อขายไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทนนั้นเอง นอกจากนี้ยังสามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปเป็นต้นแบบการซื้อขายและแลกเปลี่ยนไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทนแบบกระจายศูนย์อีกด้วย โดยรูปแบบฟังก์ชั่นการซื้อขายดังกล่าวจะถูกกำหนดเป็นมาตรฐานของระบบการจัดการพลังงานของบ้านพักอาศัย อาคาร และสำนักงาน ในอนาคตอย่างแน่นอน

คำสำคัญ : ไมโครกริด การแลกเปลี่ยนไฟฟ้า ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบกระจายศูนย์ ระบบบริหารจัดการพลังงาน กระแสไฟฟ้าสุทธิ

ACKNOWLEDGMENT

I would like to thank and offer my sincere gratitude to my advisor, Dr. Worajit Setthapun, who has enthusiastically supported me to conduct the dissertation and given valuable suggestions during the study at adiCET. I would like to express my special gratitude to my Co-advisors, Assoc. Prof. Dr. Wattanapong Rakwichian and Dr. Somchai Chokmaviroj, who has encouraged me to do my research topics. His suggestions are very helpful to improve my publication. I greatly appreciated the guidance, support and encouragement that were offered throughout the length of the study. I would like to thanks Mr. Tariq Aziz for improving the grammar in my dissertation. I also would like to give special thanks to all the thesis committee members and deeply grateful for their helpful comments.

I am grateful to School of Renewable Energy Technology, Naresuan University and School of Energy and Environment, University of Phayao, which supported the faculty facilities.

Finally, I wish to thank all of persons who support my work during the study that I could not mention all their names.

Yodthong Mensin