พินิจ วงศ์เดช : กลยุทธ์การจัดการพลังงานที่เหมาะสมสำหรับไมโครกริดที่ใช้ระบบกักเก็บพลังงานแบบไฮบริด โดยพิจารณาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ (OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT STRATEGY FOR MICROGRID WITH HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEM BY CONSIDERING BATTERY LIFETIME) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเรือง มะรังศรี, 139 หน้า.

แบตเตอรี่เป็นระบบกักเก็บพลังงานที่นิยมใช้ในการควบคุมประสิทธิภาพของพลังงานในไมโครกริดที่มีการใช้พลังงานทดแทนในการผลิตกำลังไฟฟ้า เนื่องจากมีข้อดีหลายอย่าง แต่ก็มีข้อจำกัดเรื่องอายุการใช้งานและการติดตั้งใหม่หลายครั้งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายรวมของระบบกักเก็บพลังงานสูงขึ้น ในทศวรรษที่ผ่านมาจึงเกิดการศึกษาระบบกักเก็บพลังงานแบบผสมระหว่างแบตเตอรี่และตัวเก็บประจุยิ่งยวดขึ้น โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ งานวิจัยนี้นำเสนอกลยุทธ์การจัดการพลังงานที่เหมาะสมของระบบกักเก็บพลังงานในไมโครกริดเพื่อหาขนาดติดตั้งที่เหมาะสมสำหรับลดค่าใช้จ่ายของระบบกักเก็บพลังงาน โดยพิจารณาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่จากการประเมินด้วยวิธีการนับฝนตก (Rain-flow counting method) งานวิจัยนี้ได้แบ่งการจัดการออกเป็น 3 กรณีเพื่อเปรียบเทียบประกอบด้วย กรณีที่ 1 ระบบกักเก็บพลังงานใช้เฉพาะแบตเตอรี่ ซึ่งมีการปรับขนาดให้ใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการยืดอายุการใช้งาน โดยใช้การปรับคูณขนาดที่เหมาะสมเพื่อหาขนาดแบตเตอรี่ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด กรณีที่ 2 เป็นระบบกักเก็บพลังงานแบบผสมระหว่างแบตเตอรี่และตัวเก็บประจุยิ่งยวด วงจรกรองความถี่ต่ำถูกใช้เพื่อควบคุมการจัดสรรกำลังไฟฟ้า โดยมีการกรองความถี่ต่ำให้แบตเตอรี่และความถี่สูงให้ตัวเก็บประจุยิ่งยวด ค่าความถี่ตัดของวงจรกรองความถี่ต่ำมีผลต่อความสามารถในการยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และขนาดของระบบกักเก็บพลังงานแบบผสม โดยค่าความถี่ตัดที่เหมาะสมทำให้ได้ขนาดติดตั้งที่เหมาะสมที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และกรณีที่ 3 เป็นระบบกักเก็บพลังงานแบบผสมเช่นเดียวกับกรณีที่ 2 แต่เพิ่มการปรับขนาดแบตเตอรี่ ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยืดอายุขึ้นได้อีก จากการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมซึ่งประกอบด้วยค่าความถี่ตัดและค่าการปรับคูณขนาดแบตเตอรี่ ทำให้ได้ขนาดติดตั้งที่เหมาะสมที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์แบบฝูงอนุภาค (Particle swarm optimization method: PSO) ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของทุกกรณี ผลจากการจำลองไมโครกริดตัวอย่างพบว่า ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดของแต่ละกรณีมีค่าเท่ากับ 5,475,500 บาท 4,348,284 บาทและ 4,089,084 บาท ตามลำดับ โดยหากเปรียบเทียบเป็นระบบพบว่าระบบกักเก็บพลังงานแบบผสมเมื่อมีขนาดติดตั้งของแบตเตอรี่และตัวเก็บประจุยิ่งยวดที่เหมาะสมแล้ว (กรณีที่ 2 และ 3) มีค่าใช้จ่ายลดลง 20.58% และ 25.32% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับระบบที่ใช้เฉพาะแบตเตอรี่ถึงแม้ว่ามีการติดตั้งแบตเตอรี่ด้วยขนาดที่

เหมาะสมก็ตาม (กรณีที่ 1) หากเปรียบเทียบผลของแต่ละวิธีการจัดการพบว่า กรณีที่ 3 ทำให้ระบบมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเนื่องจากสามารถยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ได้ดีที่สุด ดังนั้น จากผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าการใช้ระบบกักเก็บพลังงานแบบผสมที่ใช้วิธีการจัดการที่เหมาะสมนั้นเหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในไมโครกริด

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนักศึกษา พินิจ วงศ์เอช
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PINIT WONGDET : OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT STRATEGY FOR MICROGRID WITH HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEM BY CONSIDERING BATTERY LIFETIME. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. BOONRUANG MARUNGSRI, D. Eng., 139 PP.

HYBRID ENERGY STORAGE/BATTERY LIFETIME /SUPERCAPACITOR / CAPACITY OPTIMIZATION/ENERGY MANAGEMENT STRATEGY

A battery energy storage system is widely used to manage the intermittent power of renewable energy generation on a microgrid because it has many advantages. However, the lifetime limitation and the need for replacement of battery increase the capital cost of a battery energy storage system. For the last decade, the hybrid energy storage system which composed battery and supercapacitor has been studied. The main goal is usually to extend the battery lifetime. This thesis presents the optimal energy management strategy for the energy storage system on a microgrid. The aim of this thesis is to determine the optimal capacity and the optimal capital cost of the energy storage system by considering the lifetime of battery. The rain-flow counting method is used to estimate the lifetime of battery. The proposed energy management strategy consists of 3 cases as follows. The first case considers a microgrid with the battery energy storage system. To extend the lifetime of battery, the battery size is expanded by using an adjusting factor. The optimal size of battery with the lowest capital cost is obtained by using the optimal adjusting factor. The second case considers the hybrid energy storage system, i.e. battery and supercapacitor. The low-pass filter is used to control the allocation of the low frequency power for battery and high frequency for supercapacitor. The expanding of

the battery lifetime and the capacity of hybrid energy storage system depend on the cut-off frequency. The optimal size of battery and supercapacitor with the lowest capital cost are obtained by using the optimal cut-off frequency. The third case considers the hybrid energy storage system as in second case with combined the expansion of battery size. The optimal size of the battery and supercapacitor with the lowest capital cost are obtained by using the optimal cut-off frequency and the optimal adjusting factor. Optimal corresponding parameters in this thesis have been determined by using an artificial intelligence technique namely particle swarm optimization (PSO). The simulation results show that the lowest capital costs of each study cases are 5,475,500 THB 4,348,284 THB and 4,089,084 THB, respectively. Comparison with the study case 1, the capital cost of the study case 2 and the study case 3 reduce by 20.58% and 25.32% even all cases having their optimal parameters. The lowest capital cost with the most effectiveness to extension the lifetime of battery is the case 3. By the study results, the hybrid energy storage system with the optimal parameters is the most suitable energy storage system for apply to a microgrid system.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering

Academic Year 2018

Student's Signature พิพิจ วงศ์เอช

Advisor's Signature