SANE LEI LEI WYNN: การจัดการพลังงานที่เหมาะสมที่สุดของไมโครกริดโดยคำนึงถึงการตอบสนองความต้องการและความไม่แน่นอน (OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT OF MICROGRID CONSIDERING DEMAND RESPONSE AND UNCERTAINTIES)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเรือง มะรังศรี, 215 หน้า.

คำสำคัญ:การจัดการพลังงานไมโครกริด/การจัดตารางการผลิต/การตอบสนองความต้องการ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบการจัดการพลังงานที่ดีที่สุด สำหรับไมโครกริดภายใต้ความไม่แน่นอน ความไม่แน่นอนเด่นชัดสุดสำหรับหน่วยงานการไฟฟ้าคือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าและการผลิตไฟฟ้า แหล่งผลิตพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากถูกรวมเข้ากับโครงข่ายพลังงานหลัก เพราะว่าการใช้พลังงานจากทรัพยากรหมุนเวียน เป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงข่าย อย่างไรก็ตามแหล่งพลังงานหมุนเวียนมีความผันผวนในการผลิตพลังงานการผลิตและไม่สามารถผลิตได้เต็มกำลัง การใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด จำเป็นต้องมีการพยากรณ์ที่แม่นยำเนื่องจากมีความไม่แน่นอนโดยธรรมชาติ การพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นสิ่งสำคัญในการรับประกันความเชื่อถือได้ของทำงานและการวางแผนกำลังการผลิต วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบการจัดการพลังงานไมโครกริด บนพื้นฐานการปรับให้เหมาะสมร่วมกับการตอบสนองความต้องการโหลด (Demand Response:DR) เพื่อจัดการกับปัญหาความไม่แน่นอนของการผลิตและความต้องการโหลด เพื่อแก้ไขปัญหานี้แบบจำลองความไม่แน่นอนถูกดำเนินการสร้างจากการสุ่มเชิงสถิติแบบกระบวนการสโตแคสติก(Stochastic Process) ซึ่งแต่เดิมถูกประเมินด้วยแบบจำลองที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากตัวอย่างหรือฉากทัศน์ในแบบจำลองอินพุต สำหรับกระบวนการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด (Decision-making Optimization) ต่อมาแบบจำลองได้ประยุกต์ใช้กระบวนการสโตแคสติกอย่างง่ายในแบบจำลองการตัดสินใจที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม การเชื่อโยงแบบจำลองการพยากรณ์ตามสถาณการณ์ที่ซับซ้อนกับแบบจำลองรูปแบบการตัดสินใจที่ซับซ้อน นั้นทำได้ยาก ดังนั้นวิทยานิพนธ์จึงนี้เน้นการเชื่อมโยงแบบจำลองการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา ด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) กับแบบจำลองการตัดสินใจ ข้อมูลการพยากรณ์ถูกฝังอยู่ในปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด อันเนื่องจากธรรมชาติของความต้องการโหลดและการผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ไม่แน่นอน ความพร้อมของการผลิตไฟฟ้าและความต้องการโหลดของไมโครกริดล่วงหน้าในแต่ละวันได้รับการพยากรณ์ในระบบทดสอบ ความต้องการพลังงานและการผลิตพลังงาน

จากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ถูกพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบหน่วยเวียนกลับแบบมีประตู (Gate Recurrent unit: GRU) และผลการพยากรณ์ที่ได้จาก GRU ถูกนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถดถอยอัตโนมัติ (Auto Regressive Moving Average: ARMA) ในเชิงของความแม่นยำในการพยากรณ์ ในวิธีการที่นำเสนอการทำงานของระบบถูกนำมารวมกับ DR เข้ากับระบบ ซึ่ งไม่ต้องใช้พารามิเตอร์จำกัดที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อรับมือกับค่าเบี่ยงเบนจากการพยากรณ์ วิทยานิพนธ์ยังนำเสนอโครงสร้างสิ่งจูงใจการตอบสนองความต้องการ สำหรับการจัดกำหนดการโหลดเพื่อลดอัตราส่วนเฉลี่ยสูงสุด(Peak Average Ratio: PAR) ของความต้องการพลังงานกับการรักษาความลับของผู้บริโภค เทคนิคที่นำเสนอนี้ช่วยลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ลดความไม่พอใจของผู้ใช้ และลดค่าความต้องการกำลังงานสูงสุด สำหรับไมโครกริดที่ใช้งานแบบ TOU วิทยานิพนธ์นี้ยังวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลองของการจัดกำหนดการโหลดที่เหมาะสมสุดของไมโครกริด โดยใช้ปัญหาที่มีข้อจำกัดหลายข้อและหลายวัตถุประสงค์เป็นฐาน ผลการศึกษายืนยันประสิทธิผลของเทคนิคที่นำเสนอเป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

SANE LEI LEI WYNN: OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT OF MICROGRID CONSIDERING DEMAND RESPONSE AND UNCERTAINTIES
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. BOONRUANG MARUNGSRI, Ph.D 215 PP.

Keyword: Microgrid energy management/Generation scheduling/ Demand response

This thesis proposed the optimal energy management system for microgrids under uncertainties. The most remarkable uncertainty for electricity entities lies in the energy demand and generation in the power systems. Many renewable energy generation sources are integrated into the power network because renewable resources provide guidelines for minimizing the network's environmental impact. However, renewable resources have volatile production energy and are unavailable at peak power output. Maximizing the utilization of renewable energy sources requires accurate forecasting due to its inherent uncertainty. Accurate forecasting is essential to guarantee reliable operation conditions and planning for generation capacities. This thesis presents an optimization-based microgrid energy management system incorporating demand response (DR) to tackle the issues of generation and demand uncertainties. To address this problem, uncertainty modeling is typically executed by a statistics-based stochastic process. The former is evaluated by modeling synthetic samples or scenarios in the input model for decision-making optimization. The latter model applied a simple stochastic process in the sophisticated decision-making model. However, it is hard to interface the complex scenario-based forecasting models and the sophisticated decision-making model. Therefore, this thesis highlights the interfacing of deep-learning-based time-series forecasting models with decision-making models. Forecasted information is embedded into the optimization problems due to the uncertain nature of demand and renewable generation. The day-ahead availability of power generation and microgrid demand were forecasted on the test system. The energy demand and RE generation forecasting are employed along with the Gate Recurrent unit (GRU), and the out results of the Gate Recurrent unit (GRU) are

compared with the Auto Regressive Moving Average (ARMA) model in terms of forecasting accuracy. In the proposed method, the system operation is further incorporated with DR, which does not require predefined constrain parameters to tackle the deviation from the forecasting. The thesis also presents an incentive demand response structure for scheduling the load to reduce the peak average ratio of power demand with consumers' confidentiality. The proposed technique reduces electricity costs, reduces users' dissatisfaction, and minimizes peak load for microgrids in the presence of Time of Use (TOU). This thesis analyzes the modeling of microgrid optimal scheduling based on the multi-constrained, multi-objective problem. The study results confirmed the effectiveness of the proposed techniques as well.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....