กันตินันท์ สกุลไพศาล: การดำเนินการเหมาะที่สุดสำหรับไมโครกริดกระแสตรงแบบสองขั้ว โดยคำนึงถึงการบูรณาการรถยนต์ไฟฟ้าสู่กริด (PROBABILISTIC OPTIMAL OPERATION OF BIPOLAR DC MICROGRID CONSIDERING EV INTEGRATION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กีรติ ชยะกุลคีรี, 152 หน้า

คำสำคัญ: การจำลองการไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายกระแสตรง, การประเมินความต้องการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ กระบวนการสำหรับจำลองการทำงานของระบบจำหน่ายกระแสตรงแบบสองขั้วที่ประยุกต์พร้อมทั้งนำเสนอผลกระทบของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระบบจำหน่ายในกรณีที่เกิดความไม่สมดุลในระบบและผลกระทบของการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า โดยผลกระทบของความไม่สมดุลของโหลดและระบบจำหน่ายจะถูกนำเสนอในรูปแบบของกำลังไฟฟ้าสูญเสียและดัชนีชี้วัดความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้า (Voltage Unbalance Factor, VUF) ในการจำลองการทำงานของระบบจำหน่ายอาศัยวิธีการจำลองการไหลของกำลังไฟฟ้าร่วมกับการคำนวนแบบวนรอบของเกาซ์ (Gauss's iteration method) เพื่อคำนวนหาแรงดันไฟฟ้าแต่ละบัสภายในระบบพร้อมทั้งกำลังไฟฟ้าสูญเสียของกรณีฐาน ในส่วนการลดผลกระทบของความไม่สมดุลของโหลด วิทยานิพนธ์ฉบับนี้อาศัยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization ,PSO) ในการคำนวณหารูปแบบการเชื่อมต่อของโหลดแต่ละบัสลดความไม่สมดุลที่ส่งผลกระทบไปยังกำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบและความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้าแต่ละบัส ในส่วนสุดท้ายเป็นการจำลองผลกระทบของรถยนต์ไฟฟ้าต่อระบบจำหน่ายกระแสตรงแบบสองขั้ว โดยที่โหลดที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ไฟฟ้าถูกจำลองโดยใช้วิธีการมอนติคาโรล์ (Monte Carlo Simulation ,MCS) ร่วมกับวิธีการการคำนวนแบบวนรอบของเกาซ์ ซึ่งการจำลองโหลดรถยนต์ไฟฟ้าจะจำลองเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้เห็นถึงผลกระทบของการอัดประจุ

การนำเสนอผลผลลัพธ์การศึกษาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งหัวข้อนำเสนอผลลัพธ์ออกเป็น 7 ส่วน เริ่มต้นที่การจำลองเพื่อวัดความผิดพลาดของชุดโปรแกรมที่สร้างขึ้นกับเอกสารอ้างอิง โดยการจำลองอาศัยระบบจำหน่ายกระแสตรงแบบ 4 บัส แบบสมดุล และ 21 บัส แบบไม่สมดุล โดยพบว่ามีผลความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.31 % และ <0.01% ตามลำดับ ต่อมาชุดโปรแกรมดังกล่าวจะถูกนำมาจำลองกรณีฐาน โดยใช้ระบบจำหน่ายกระแสตรงแบบ 21 บัสจำลองร่วมกับโหลดที่มีระยะเวลา 48 ชั่วโมง เป็นกรณีฐาน ซึ่งผลการจำลองแสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุล

ของแรงดันไฟฟ้าที่สูงถึง 3.34 % ที่ตำแหน่งบัส 18 ณ เวลา 15.30 น. และพลังงานไฟฟ้าสูญเสียทั้งระบบสูงถึง 958.10 kWh เพื่อแก้ไขปัญหาความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้า กระบวนการหาค่าที่เหมาะสมถึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ โดยผลการจำลองพบว่าการหารูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมสามารถกำลังไฟฟ้าสูญเสียได้ถึง 50.82 % พร้อมทั้งลดความไม่สมดุลของแรงดันเหลือ -0.006% ณ บัสที่ 18

เพื่อจำลองผลของการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า เส้นโค้งโหลดของการอัดประจุถูกสร้างขึ้นเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมงด้วยวิธีการจำลองแบบมอนติคาโรล หลังจากนั้นเส้นโค้งดังกล่าวจะถูกนำไปจำลองร่วมกับระบบจำหน่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ถูกปรับรูปแบบการเชื่อมต่อด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมด้วยฝูงอนุภาค โดยผลการจำลองพบว่าผลกระทบของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียเพิ่มขึ้นสูงถึง 1.132 MWh และค่าของดัชนีชี้วัดความไม่สมดุลของแรงดันสูงถึง 1.326 % ที่บัส 17 เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้น ระบบดังกล่าวถูกนำไปแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมด้วยกระบวนการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบฝูงอนุภาค โดยผลการจำลองพบว่าการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเชื่อมต่อของโหลดอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถลดกำลังสูญเสียสูงถึง 57.72 % และค่าดัชนีความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้าของกรณีดังกล่าวมีค่า 1.766 % ณ บัสที่ 17

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

GUNTINAN SAKULPHAISAN: PROBABILISTIC OPTIMAL OPERATION OF BIPOLAR DC MICROGRID CONSIDERING EV INTEGRATION

THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. KEERATI CHAYAKULKHEEREE, D.Eng., 152 PP.

Keyword: DC power flow simulation, EV charging demand evaluation

This thesis presents a DC bipolar distribution system with EV integration simulation to present an impact of load unbalance and EV charging load impact which the impact is proposed in form of energy loss and voltage unbalance factor. A simulation method of DC bipolar distribution system uses a Gauss's matrix method (GMM) to compute bus voltage profile and calculate total daily loss of the study system. In case of load unbalance problem reduction, this thesis uses a particle swarm optimization to search a suitable connection type of load at each bus. In case of EV load demand, the load demand is simulated by Monte Carlo Simulation (MCS) with 48 hours duration to present an impact of EV charging.

Th simulation result of the thesis comprises of 7 sections that starts with validation simulation to compare a base case with reference paper. The validation result uses balanced 4-bus DC bipolar distribution grid and unbalanced 21-bus DC bipolar distribution grid with the errors of 0.31 % and < 0.01 %, respectively. then, the source code is used to simulate a base case with 21-bus DC bipolar distribution system to use as a base case of study for 48 hours. The result shows a 958.10 kWh of energy loss and 3.34 % of VUF at bus 18 on 15.30 p.m. To reduce an unbalance problem of base case, the PSO is used to solve the problem. The proposed method can reduce energy loss up to 50.82% with -0.006% of VUF at bus 18.

To simulate an EV charging demand, 48 hours charging load profile is built by MCS. After that, the profile is simulated with balanced 21 bus DC bipolar distribution system that can be increased energy loss up to 1.12 MWh and increased VUF up to 1.326 % at bus 17. To reduce an effect of EV charging load demand, the PSO is used to search a suitable of EV charging demand connection type in simulation system which

the simulation result shows a 57.72% of energy loss reduction and 1.766 % of VUF at bus 17.




School of Electrical Engineering

Academic Year 2022

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....