สุวัน อุง: การกำหนดตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสมในการติดตั้งของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวโดยใช้กลวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวาฬ (OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION USING WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.อุเทน ลีตน, 109 หน้า

ในระบบไฟฟ้าโดยทั่วไปมี 3 ระบบ คือ ระบบผลิต ระบบส่งจ่าย และระบบกระจายกำลังไฟฟ้า ระบบกระจายกำลังไฟฟ้าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่ควรได้รับการพิจารณา เนื่องจากเป็นระบบที่มีส่งต่อถึงผู้ใช้ได้ง่าย และยังมีประสิทธิภาพสูง แต่ในขณะนี้มีระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่พึ่งเกิดขึ้นและมีบทบาทที่สำคัญสำหรับระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน ระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวเป็นที่นิยมในการใช้ลดพลังงานไฟฟ้าและปรับปรุงกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพของระบบจะดีขึ้นเมื่ออยู่ในตำแหน่งและขนาดติดตั้งที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามอาจมีผลเสียจากการกำหนดขนาดและการติดตั้งที่ไม่เหมาะสม ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่าย ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้ศึกษาการวางระบบและการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดตามมา มีงานวิจัยของนักวิจัยมากมายที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบนี้เพื่อลดกำลังสูญเสียและเพิ่มการยกระดับแรงดันให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยส่วนใหญ่งานวิจัยเหล่านั้นได้กล่าวใช้การคำนวณโดยใช้วิธีแบบปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ดังได้อธิบายไว้ในปริทัศน์วรรณกรรม ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้การหาตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัว ทำได้โดยใช้กลวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวาฬ ซึ่งเป็นเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพของเมตา - ฮิวริสติกแบบใหม่และเปรียบเทียบกับวิธีแบบปัญญาประดิษฐ์อื่น ๆ ซึ่งรวมถึงอัลกอริทึมทางพันธุกรรม (G A) ผึ้งเทียม (A B C) และการเพิ่มประสิทธิภาพของอนุภาค (P S O) ในงานวิจัยนี้เน้นในเรื่องของการสูญเสียกำลังไฟที่เกิดขึ้น ด้วยการศึกษาวิธีการลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าที่เป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการทำงานของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ ระบบไฟฟ้าแบบกระจายได้ใช้วิธีการนิวตัน-ราฟสัน เพื่อแก้ปัญหาการไหลของกระแสไฟฟ้าร่วมด้วย ผลของการไหลของกำลังไฟฟ้าได้รับการตรวจสอบด้วยซอฟต์แวร์ดิจไซเลนท์ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพ วิธีการที่นำเสนอนี้ได้รับการประเมินผ่านทั้ง 4 ระบบการกระจายตัวในแนวรัศมี ได้แก่ 15 บัส 33 บัส 69 บัส และ 85 บัส ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่ากลวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวาฬ ให้การแก้ปัญหาที่ดีขึ้นในแง่ของการลดการสูญเสียเมื่อเทียบกับอีก 3 วิธี ซึ่งกลวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวาฬ ได้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและใช้เวลาในการแก้ปัญหาได้น้อยลงอีกด้วย นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบกับวิธีอื่นอีก 2 วิธี เพื่อใช้ตรวจสอบผลที่นำเสนอที่ดีกว่า ในระบบ 15 บัส ระบบเกิดการสูญเสียพลังงานลดลงถึง 37.5% ที่ระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวขนาด 929.5 kW ในขณะเดียวกันการสูญเสียพลังงานลดลงจาก 206.5 kW ไปเป็น 103.6 kW โดยมีตัวเก็บประจุขนาด

2.62 MW ของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัว ที่บัสหมายเลข 6 และพลังงานสูญเสียลดลงถึง 49.83% ในระบบ 33 บัส สำหรับระบบ 69 บัส กำลังสูญเสียลดลงจาก 245.88 kW เป็น 86 kW ซึ่งหมายถึงลดลง 64.86% ของกำลังสูญเสียที่มีอยู่ หลังจากที่ได้ติดตั้งระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่มีตัวเก็บประจุขนาด 1.887 ที่บัสหมายเลข 60 สำหรับระบบสุดท้าย กำลังสูญเสียลดลงจาก 297.04 kW เป็น 149.6 kW ซึ่งหมายถึงลดลง 49.63% ของกำลังสูญเสียที่มีอยู่ หลังจากที่ได้ติดตั้งระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่บัส 8 ที่มีตัวเก็บประจุขนาด 2.434 M W จากผลการจำลองที่ได้ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัว ในการลดการกำลังสูญเสียและปรับปรุงแรงดันไฟฟ้า การสูญเสียกำลังสามารถประหยัดมากกว่า 50% และแรงดันไฟฟ้าในบัสแต่ละตัวได้รับการปรับปรุงอย่างถูกต้อง ซึ่งระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวต้องมีตำแหน่งติดตั้งและขนาดที่เหมาะสม สรุปได้ว่าบทบาทของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัว มีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าและการปรับปรุงแรงดันไฟฟ้า รวมไปถึงตำแหน่งที่ติดตั้งของตัวเก็บประจุที่เพิ่มเข้าไปในระบบอย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มสมรรถนะของระบบไฟฟ้าแบบกระจายตัวอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา Savan

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

SOVANN ANG : OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION USING WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM. THESIS ADVISOR : UTHEN LEETON, Ph.D., 109 PP.

DISTRIBUTED GENERATION/RADIAL DISTRIBUTION NETWORK/WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM

Distributed generation (DG) is an emerging technology in electrical sector, and it is playing very important roles in electrical power system nowadays. DG is becoming more popular in power reducing and voltage profile improvement. Such benefits can be achieved and enhanced when DG is optimally located and sized in the system. However, it causes negative impacts to the system including high power loss, voltage fluctuation, and high investment cost if DG is non-optimally placed and sized in the system. Most of existing works use techniques such as computation, artificial intelligence and an analytical approach as described in the literature review. In this thesis, the optimal placement and size of DG is achieved using whale optimization algorithm (WOA) which is a novel meta-heuristic optimization techniques, and it is compared with other artificial intelligent technique including genetic algorithm (GA), artificial bee colony (ABC), and particle swarm optimization (PSO) for comparative purpose. This work emphasizes on real power loss only in the objective function by ignoring the reactive power losses which are the key to the operation of the power systems. Moreover, DG which operates injects only real power is considered while Newton-Raphson method is applied to solve power flow problem. The result of power flow of the method is verified with Digsilent software for conveying the reliability and

performance. The proposed method is evaluated through four radial distribution network including 15, 33, 69, and 85 buses. The obtained results show that WOA provides better solutions in term of loss reduction and convergence of iterations when compared with other three techniques. It provides high loss saving and spends less time to reach the solutions. Furthermore, it is compared with other two methods, and the proposed method give the better results than those of compared methods. In 15 bus system. System loss was reduced to 37.5% with DG size of 929.5kW. Meanwhile, the power loss was reduced from 206.5kW to 103.6kW with capacity of 2.62MW of DG at bus 6, and the power loss was reduced to 49.83% in 33 bus system. For 69 bus system, the power loss was decrease from 245.88kW to 86kW corresponding to 64.86% of power loss reduction after installing DG with capacity of 1.887MW at bus 60. For the last tested system, the system loss was reduced from 297.04kW to 149.6kW corresponding to 49.63% of loss mitigation after placing DG at bus 8 with capacity of 2.434MW. From the results, it is illustrated the efficiency of DG in loss reduction and voltage profile improvement. The system loss can be saved up to more than 50%, and voltage in each bus is improved significantly after installing DG to the system with optimal location and size. It can be concluded that DG roles as important key in electrical power distribution system in loss reduction and voltage profile improvement, and the optimal placement and capacity of DG can be achieved by applying the proposed method.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering

Academic Year 2017

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____