หัวข้อวิจัย : การพัฒนาแบบจำลองการไหลของกำลังงานไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายอัจฉริยะ
ผู้วิจัย : นายกีรติ ชยะกุลคีรี
หน่วยงาน : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีที่พิมพ์ : พ.ศ. 2556

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ได้มีการพัฒนาและทดสอบแบบจำลองการวิเคราะห์การไหลของกำลังงานไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายอัจฉริยะที่มีโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนสูงและการจัดการภาระไฟฟ้า แบบจำลองที่ศึกษาสามารถกระจายกำลังงานที่ไม่สมดุลในการคำนวณไปยังบัสควบคุมแรงดันในระบบได้โดยใช้ตัวประกอบการมีส่วนร่วม รวมถึงโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมในระบบ

นอกจากนี้ ลักษณะของภาระการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลังจริงยังได้นำมาวิเคราะห์หาฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability distribution function, PDF) และใช้ในการพัฒนาวิธีการหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าที่เหมาะที่สุดแบบความน่าจะเป็น (probabilistic optimal power flow, POPF) ที่คำนึงถึงลักษณะทางสถิติของภาระไฟฟ้า ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของภาระไฟฟ้าได้แทนด้วยฟังก์ชันไวบูลล์และวิเคราะห์ความเที่ยงตรงด้วย Akaike Information Criteria (AIC) โดยในการคำนวณ POPF ที่นำเสนอจะเป็นการแยกคำนวณระหว่างปัญหาย่อยการหาสภาวะที่มีต้นทุนต่ำสุดที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมควอดาติกแบบวนซ้ำ (successive quadratic programming, SQP) โดยมีตัวแปรเป็นกำลังงานไฟฟ้าจริงที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องในระบบไฟฟ้ากำลัง และปัญหาย่อยการหาสภาวะที่มีความสูญเสียในระบบต่ำสุดที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นแบบวนซ้ำ (successive linear programming, SLP) การหาคำตอบความน่าจะเป็นของปัญหา POPF ที่เสนอได้ใช้การประมาณพารามิเตอร์ของไวบูลล์จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์และทดสอบกับระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัส และ 300 บัส ของ IEEE เปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยวิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation, MCS)

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์การไหลของระบบไฟฟ้ากำลังที่นำเสนอสามารถใช้จำลองระบบไฟฟ้ากำลังที่คำนึงถึงการตอบสนองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบ รวมทั้งโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน และลักษณะของภาระที่แปรตามแรงดันได้ นอกจากนี้วิธีการหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าเหมาะที่สุดแบบสถิติที่นำเสนอยังสามารถวิเคราะห์หาผลลัพธ์ในเชิงสถิติเป็นฟังก์ชันไวบูลล์ได้โดยลดเวลาและทรัพยากรคอมพิวเตอร์ในการคำนวณลงได้อย่างมาก โดยพารามิเตอร์ของฟังก์ชันไวบูลล์ที่เป็นผลลัพธ์สามารถวิเคราะห์ได้อย่างไม่ซับซ้อนและมีประสิทธิผลจากวิธีการที่นำเสนอ

คำสำคัญ : โครงข่ายอัจฉริยะ พลังงานหมุนเวียน การหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าเหมาะที่สุดแบบความน่าจะเป็น ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบไวบูลล์ Akaike Information Criteria วิธีการมอนติคาร์โล

Research Title : Development of Power Flow Model for Smart Grid

Name of Researcher : Mr. Keerati Chayakulkheeree

Name of Institute : Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Sripatum University

Year of Publication : B.E. 2556

ABSTRACT

In this research, the power flow model for analyzing power flow with smart grid including high penetrations of small renewable power stations and customer load management has been investigated. The method can distribute the power imbalance to voltage controlled buses in the system by using participation factor with voltage dependence loads and the renewable power stations, including photovoltaic power plant (PVPP) and wind power plant (WPP).

In additions, the practical load profile of power system was investigated to evaluate the load probability distribution function (PDF), and then the probabilistic optimal power flow (POPF) for hour-ahead scheduling with statistical system loading is proposed. The system loading uncertainty was represented by Weibull PDF in the proposed method. The Akaike Information Criteria (AIC) is used to evaluate the properties of PDF models. In the proposed POPF, the deterministic OPF is used as a subproblem and decomposed into total operating cost minimization subobjective, which is solved by successive quadratic programming (SQP) and real power loss minimization subobjective, which is solved by successive linear programming (SLP). The Weibull PDF parameters of the OPF output variables are estimated by the percentile values. The proposed POPF algorithm is tested on the IEEE 30 bus and IEEE 300 bus systems and compared to Monte Carlo simulation (MCS) solutions.

The results shows that the proposed method can satisfactory represent the system behavior that all generators are response to power imbalance including small renewable power plant and voltage dependence loads. Moreover, the proposed POPF can successfully determine the probability distribution of optimal power generation, considering Weibull PDF of load, with substantial reduction of computation. The PDF parameters of OPF variables can be simply and effectively estimated by the proposed method.

Keywords : Smart grid, renewable power, probabilistic optimal power flow, Weibull probability density function, Akaike Information Criteria, Monte Carlo Simulation