

ความต้องการอย่างหนึ่งที่สำคัญมากที่สุดในการดำเนินการ การวางแผนและการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังคือ การไหลของกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม (Optimal Power Flow : OPF) ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมเกี่ยวข้องกับการหาต้นทุนการผลิตรวมที่ต่ำที่สุด โดยขึ้นอยู่กับเงื่อนไขบังคับทางการดำเนินงานและทางกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยสมการสมดุลของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตกับโหลด ชีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้า สมการการไหลของกำลังไฟฟ้า และชีดจำกัดทางด้านกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือ วิธีจุดภายในไพรมอล-ดูอัล (Primal-Dual Interior Point Method : PDIPM) วิธีนี้จะหาจุดเริ่มต้นโดยใช้อัลกอริทึมของเมโรทราและคำนวณทิศทางเคลื่อนที่พร้อมกับระยะก้าวสำหรับการใช้ในการเคลื่อนที่ภายในบริเวณพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้ไปยังคำตอบใหม่ที่ดียิ่งขึ้น การหาคำตอบและการปรับปรุงคำตอบจะกระทำในลักษณะการทำซ้ำและจะหยุดเมื่อคำตอบสุดท้ายสอดคล้องเงื่อนไขของ Karush-Kuhn-Tucker (KKT) ทุกข้อ ประสิทธิภาพของโปรแกรม MATLAB ที่พัฒนาขึ้นได้ถูกทดสอบ กับระบบ IEEE 14 บัส IEEE 30 บัส และ IEEE 57 บัส ผลการทดสอบแสดงว่าวิธีจุดภายในไพรมอล-ดูอัลมีลักษณะการลู่เข้าสู่คำตอบที่เร็วและสามารถให้คำตอบได้ภายในไม่กี่รอบการทำงาน

วิธีจุดภายในไพรมอล-ดูอัลยังได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เพิ่มเงื่อนไขบังคับด้านความมั่นคง ซึ่งเน้นที่การผ่อนคลายกำลังไฟฟ้าที่ไหลเกินในสายส่ง โดยการปรับเปลี่ยนกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ด้วยต้นทุนการผลิตต่ำสุด โดยเงื่อนไขบังคับด้านความมั่นคงนี้จะพิจารณาใน 2 หลักเกณฑ์ทั่วไปคือ N และ $N-1$ และสร้างมาจากแฟกเตอร์ความไวเชิงเส้น (Linear Sensitivity Factor) ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 2 ตัวคือ แฟกเตอร์การเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้า (Generation Shift Factors) และแฟกเตอร์การกระจายกำลังไฟฟ้าอันเนื่องมาจากการหลุดของสายส่งไฟฟ้า (Line Outage Distribution Factors) แฟกเตอร์ทั้งสองตัวนี้ได้มาจากการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Flow) และใช้คำนวณการเปลี่ยนแปลงโดยประมาณของกำลังไฟฟ้าในสายส่ง สำหรับการปรับเปลี่ยนกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบ จากนั้นกระบวนการหาคำตอบได้รับการพัฒนาขึ้นมาและทดสอบกับระบบเดิมทั้ง 3 ระบบ ผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าสำหรับสภาวะการทำงานปกติหรือหลังจากเกิดเหตุขัดข้อง ระบบยังคงอยู่ในสถานะที่มั่นคงด้วยต้นทุนการผลิตต่ำสุด

One of the most important requirements in power system operation, control and planning is optimal power flow (OPF). In this thesis, an OPF problem involves the minimization of total generation cost, subject to a set of physical and operating constraints consisting of generation and load balance, bus voltage limits, power flow equations, and active and reactive power limits. A primal-dual interior point method (PDIPM) is employed to solve the OPF problem. The method initializes a solution by the Mehrotra's algorithm and determines a search direction and corresponding step length for a move inside the feasible region to a new improved solution. Searching and updating solutions are performed in an iterative manner and terminated when the final solution satisfies all the Karush-Kuhn-Tucker (KKT) conditions. The efficiency of a developed MATLAB programme was tested by the IEEE 14-, 30-, and 57- bus systems. The results reveal that the PDIPM method has a good convergence characteristic and can give an optimal solution reasonably fast with a small number of iterations.

The application of the primal-dual interior point method is extended to include the system the security constraints emphasized on the alleviation of transmission line overload by generation redispatch at minimum generation cost. Such security constraints taking into account two commonly encountered security criteria: N and N-1 can be created by linear sensitivity factors, which are basically classified as generation shift factors and line outage distribution factors. The factors, derived from the DC power flow, calculate the approximate changes in line flows for changes in generation on the network configuration. The solution framework was implemented and tested using the same three test systems. The results show that for a normal operating condition or following an outage, the systems are economically kept in a secure state.