

สัญญาเลขที่: RMU4980015

โครงการ: การจัดวางตำแหน่งเครื่องวัดที่เหมาะสมและการประมาณค่าสถานะสำหรับระบบ  
ไฟฟ้ากำลังที่มีระบบการส่งไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความยืดหยุ่น

คณะผู้วิจัย: รศ.ดร.สุทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ หัวหน้าโครงการวิจัย

ผศ.ดร.เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์      ผู้ร่วมวิจัย

อ.ดร.เชวศักดิ์ รักเป็นไทย      ผู้ร่วมวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

---

---

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบการส่งไฟฟ้ากระแสสลับแบบยืดหยุ่น (FACTS) เริ่มถูกนำมาใช้กันมากในระบบไฟฟ้ากำลังที่ทันสมัย เหตุผลก็เนื่องจากความสามารถในถ่ายเทกำลังที่ไหลในสายรวมทั้งเพิ่มความมั่นคงและเสถียรภาพให้กับระบบไฟฟ้ากำลัง ดังนั้นการเฝ้ามองตัวแปรของอุปกรณ์เหล่านี้จึงมีความสำคัญในการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลัง ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการใหม่ในการวางตำแหน่งเครื่องมือวัดเฟสเซอร์สำหรับการประมาณค่าสถานะภายใต้เงื่อนไขกรณีที่เครื่องมือวัดเสียหาย 1 เครื่องกับกรณีที่สายส่งเสียหาย 1 กิ่ง จากผลการจำลองด้วยระบบทดสอบ IEEE แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถให้ผลการวัดมีความเชื่อถือได้และทำให้มีความมั่นใจว่าการประมาณค่าสามารถหาคำตอบได้ภายใต้สภาวะที่กำหนดได้ ในงานวิจัยนี้ยังได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาการประมาณค่าสถานะสำหรับระบบไฟฟ้ากำลังที่มีอุปกรณ์ FACTS โดยใช้ความสัมพันธ์การหาคำตอบเหมาะสมที่สุด Weight Least Square (WLS) ซึ่งมีเซตของข้อจำกัดไม่เชิงเส้นสมภาพและไม่สมภาพ โดยได้ใช้วิธีการ Primal-Dual Interior Point และวิธี Predictor-Corrector Interior Point ในการแก้ปัญหานี้ โดยได้กล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการคำนวณ เช่น การเลือกขนาดของขั้น เป็นต้น ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอกับระบบ IEEE 14 บัสและ 118 บัสที่มีการเพิ่มอุปกรณ์เข้าไป การประมาณสถานะได้จำลองโดยใช้โปรแกรม MATLAB ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอได้ผลการประมาณสถานะในระบบไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่และมีอุปกรณ์ FACTS หลายชนิดได้ดีเมื่อเทียบกับวิธีการเดิม อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่ควรจะศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต เช่น ผลกระทบของความไม่แน่นอนของการโมเดล ผลกระทบของการวัดที่ไม่พร้อมกันทั้งหมด การหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประมาณสถานะด้วยวิธีการอื่นๆ และการวางตำแหน่งเครื่องมือวัดและการประมาณค่าสถานะสำหรับระบบไฟฟ้าสามเฟส เป็นต้น

---

คำสำคัญ : อุปกรณ์การส่งไฟฟ้ากระแสสลับแบบยืดหยุ่น, การประมาณค่าสถานะ, วิถีจุดภายใน

**Project Code:** RMU4980015

**Project Title:** Measurement Placement and State Estimation for Electrical Power  
System Containing Flexible Alternating Current Transmission Systems

**Investigator:** Assoc. Prof. Dr. Suttichai Premrudeepreechacharn (Main Investigator)

Assist. Prof. Dr. Sermsak Uatrongjit (Co-Investigator)

Lect. Dr. Chawasak Rakpenthai (Co-Investigator)

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,  
Chiang Mai University

---

---

### Abstract

Flexible AC transmission systems (FACTS) controllers are used increasingly in many power systems, since they can control the power flow, and hence enhance the utilization of the power transfer capability, as well as improve the security and stability of a power system. Consequently, monitoring these devices and their parameters is also becoming crucial for power system control. In this research, a new phase measurement unit placement algorithm for power system state estimation under single measurement loss and any single branch outage has been presented. Numerical results on the IEEE test systems indicate that the proposed placement method satisfactory provides a reliable measurement system that ensures the state estimation to be solvable under the given contingency conditions. In this research, we also propose a method for solving the state estimation problem of power system containing FACTS by formulating the problem as a nonlinear weighted least square (WLS) optimization with a set of equality and inequality nonlinear constraints. The primal-dual interior point method and predictor-corrector interior point method are used to solve this problem. The details of the algorithm, i.e. initialization, step size selection, are also described. The modified IEEE 14 and 118 bus systems are used to demonstrate the effectiveness of the proposed algorithm. The state estimation algorithm has been developed using MATLAB. The simulation results indicate that the propose method yields a good state estimate of the system states for a large scale power system with many FACTS. However, there are still more works that could be done in this area. Some topics would be studied such as: effect of uncertainty of network parameters and measurements' noise, effect of non-simultaneous measurements in system, application of other optimization methods for state estimation, and measurement placement and state estimation for three-phase power system.

---

**Keywords:** Flexible AC transmission system devices, State estimation, Interior point method.