

Project Code: PDF/71/2544
Project Title: การออกแบบระบบควบคุมโรบัสต์แบบดิสครีตของตัวชดเชยเสถียรเชิงโคโรนัสแบบอนุกรม
เพื่อการควบคุมเสถียรภาพของการแกว่งของความถี่ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เชื่อมโยง
Robust Discrete Control Design of Static Synchronous Series Compensator (SSSC)
for Stabilization of Frequency Oscillations in an Interconnected Power System
Investigator: ผศ. ดร. อิศระชัย งามพร
E-mail address: ngamroo@siit.tu.ac.th
Project Period: 1 กรกฎาคม 2544 - 30 มิถุนายน 2546

Abstract

As an AC interconnected power system is subjected to a large load with rapid change, system frequency may be severely disturbed and becomes oscillatory. To stabilize the frequency oscillations, the dynamic power flow control of the Static Synchronous Series Compensator (SSSC) located in series with the tie line between interconnected power systems, is employed. By regarding the system interconnection as the control channel, the power flow control by an SSSC via the interconnection creates a sophisticated method of frequency stabilization. To implement this concept, the robust design method of the lead/lag controller equipped with the SSSC is proposed. In the design process, not only the attenuation performance of system disturbances, but also the robust stability against system uncertainties are taken into consideration. The optimal parameters of the lead/lag controller are obtained by using the tabu search algorithm (TSA), so that both performance and robustness are satisfied. The frequency stabilizer developed by the proposed design can be implemented in both continuous and discrete time domains. Simulation study exhibits the significant damping effects of designed frequency stabilizer on frequency oscillations under different load disturbances and negative damping.

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้าและการแข่งขันกันระหว่างผู้ประกอบการไฟฟ้าอิสระมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างมากทั่วโลกในสภาพการเช่นนี้ การควบคุมในระบบไฟฟ้ากำลังเช่น การควบคุมเสถียรภาพทางความถี่และแรงดันเป็นต้นนั้นจะเปลี่ยนไปในรูปลักษณะเป็นการให้บริการที่เรียกว่า Ancillary Services โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีการติดตั้งภาระ (load) ทางไฟฟ้าที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าอย่างมากและยังมีการเปลี่ยนแปลงภาระอย่างรวดเร็ว อย่างเช่น รถไฟฟ้าความเร็วสูง, โรงงานอุตสาหกรรมหนักขนาดใหญ่ เป็นต้น นั้นก่อให้เกิดปัญหาการแกว่งของความถี่อย่างรุนแรง ซึ่งแม้แต่ระบบควบคุมเสถียรภาพทางความถี่ที่ใช้ในปัจจุบัน คือ ระบบโวกเวอร์เนอร์นั้นก็ยังไม่สามารถลดความรุนแรงของการแกว่งของความถี่ได้ การแกว่งของความถี่อย่างรุนแรงนี้จะส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพโดยรวมของระบบไฟฟ้ากำลังโดยตรงซึ่งจะทำให้ระบบนั้นไม่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างสูงของผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ ซึ่งความสามารถในการควบคุมความถี่ไม่เพียงพอก็มีผลเสียอย่างมากต่อเสถียรภาพทางความถี่ของระบบ ภายใต้สถานการณ์ดังกล่าวข้างต้นวิธีการให้บริการการควบคุมเสถียรภาพทางความถี่แบบใหม่ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบควบคุมที่ใช้ในปัจจุบันจึงมีความต้องการเป็นอย่างสูง งานวิจัยนี้นำเสนอการนำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังซึ่งมีความเร็วในการควบคุมสูงที่เรียกว่า Static Synchronous Series Compensator, (SSSC) ซึ่งมีความสามารถในการควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายเชื่อมโยงแบบไดนามิกส์ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมเสถียรภาพทางความถี่ของการแกว่งของระบบไฟฟ้ากำลังได้อย่างรวดเร็ว โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปในการออกแบบระบบควบคุมโรบัสต์แบบต่อเนื่องและดิสครีตของ SSSC นอกจากนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของการแกว่งของการแกว่งของความถี่และยังเพิ่มคุณสมบัติ Robustness ของตัวควบคุมต่อความไม่แน่นอนต่างๆซึ่งจะเกิดขึ้นในระบบ (system uncertainties) ให้เหนือกว่าตัวควบคุมที่ไม่มีคุณสมบัตินี้ นอกจากนี้โครงสร้างของระบบควบคุมที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นตัวชดเชยแบบ second-order lead/lag จึงเป็นการง่ายในการนำมาใช้งานจริง ในงานวิจัยนี้ได้นำ Tabu Search Algorithm มาใช้สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของตัวควบคุม ผลการจำลองศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณสมบัติ Robustness ของตัวควบคุมที่นำเสนอ

Keywords: Flexible AC Transmission Systems (FACTS), Static synchronous series compensator (SSSC), robust control, system uncertainties, tabu search algorithm, overlapping decompositions, power system stabilization, frequency oscillations, ancillary services.