อภิชัย สุยะพันธ์ : การวิเคราะห์เสถียรภาพสัญญาณขนาดใหญ่ของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซีที่มีโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว (LARGE SIGNAL STABILITY ANALYSIS OF AC-DC POWER SYSTEMS FEEDING CONSTANT POWER LOADS)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กองพัน อารีรักษ์, 193 หน้า.

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการวิเคราะห์เสถียรภาพสัญญาณขนาดใหญ่ของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซีที่มีโหลดเป็นวงจรแปลงผันแบบบัคก์ที่มีการควบคุม ซึ่งวงจรแปลงผันดังกล่าวจะมีพฤติกรรมเปรียบเสมือนโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว การวิเคราะห์เสถียรภาพจะเริ่มต้นด้วยวิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพสัญญาณขนาดเล็ก ผ่านแบบจำลองที่ทำให้เป็นเชิงเส้น และอาศัยทฤษฎีบทค่าเจาะจง หลังจากนั้นจะใช้วิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพสัญญาณขนาดใหญ่ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ระนาบเฟส ที่อาศัยการสร้างการโคจรของคำตอบสมการอนุพันธ์ลงบนระนาบของตัวแปรสถานะที่ทรงอิทธิพล มาวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ และนอกจากนั้นแล้วจะใช้การวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยวิธีการโดยตรงของเลียปูนอฟที่อาศัยการคำนวณหาฟังก์ชันเลียปูนอฟด้วยวิธีการที่นำเสนอโดยทาคากิและซูจิโน เพื่อประมาณขอบเขตของการมีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับ ระบบที่ศึกษาในงานวิจัยวิทยานิพนธ์จะเริ่มต้นด้วยระบบอย่างง่ายที่ไม่ซับซ้อนซึ่งมีตัวแปรสถานะ 2 ตัว จากนั้นจะศึกษาระบบที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นคือ ระบบ 6x6 และในลำดับสุดท้ายคือระบบ 10x10 ที่เป็นแบบจำลองของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซีที่มีโหลดเป็นวงจรแปลงผันแบบบัคก์ที่มีการควบคุม ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่พิจารณาในงานวิจัยวิทยานิพนธ์ ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยวิธีการทำให้เป็นเชิงเส้นที่อาศัยทฤษฎีบทค่าเจาะจง ไม่สามารถให้ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพที่มีความถูกต้อง ทั้งในกรณีที่โหลดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงภายใต้การเปลี่ยนแปลงขนาดเล็ก และภายใต้การเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ ในขณะที่การวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์ระนาบเฟส นอกจากจะให้ผลที่มีความถูกต้องแม่นยำแล้ว ยังสามารถประมาณการสั่นไกวสูงสุดของสัญญาณของวงจรกรองได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ระนาบเฟสจะวิเคราะห์เสถียรภาพได้ทีละจุดเริ่มต้นการทำงานหรือทีละจุดการเปลี่ยนแปลงของโหลดเท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติจุดดังกล่าวมีมากมายหลากหลายจุด กว่าจะวิเคราะห์ได้ครบทุกจุด จะต้องใช้เวลานาน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยวิทยานิพนธ์จึงได้นำเสนอการประมาณขอบเขตของการมีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับจากฟังก์ชันเลียปูนอฟที่คำนวณได้ด้วยวิธีการที่นำเสนอโดยทาคากิและซูจิโน ซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมากของขอบเขตของการมีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับคือ การเริ่มต้นการทำงานหรือการเปลี่ยนแปลงโหลดแบบทันทีทันใด ด้วยจุดใด ๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตดังกล่าวนี้จะไม่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบ ซึ่งผลการวิเคราะห์เสถียรภาพทั้งหมดได้รับการตรวจสอบ

ความถูกต้องด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ โดยใช้ชุดบล็อกไฟฟ้ากำลังร่วมกับ SIMULINK บนโปรแกรม MATLAB

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

APICHAI SUYAPAN : LARGE SIGNAL STABILITY ANALYSIS OF AC-DC POWER SYSTEMS FEEDING CONSTANT POWER LOADS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KONGPAN AREERAK, Ph.D., 193 PP.

STABILITY ANALYSIS/CONTROL THEORY/POWER ELECTRONICS/ MODELING AND SIMULATION.

The thesis presents the large signal stability analysis of AC-DC power systems feeding a controlled buck converters behaving as a constant power load. The small signal stability analysis is firstly used via the linearized model with Eigenvalue theorem. After that the large signal stability analysis called phase-plane analysis is applied to analyze the stability via the phase portrait of the dominant state variables. Moreover, The Lyapunov function derived from Takagi-Sugeno is used to determine region of asymptotic stability (RAS). The studied system is started with the simple system having 2 state variables. The 6x6 system is then analyzed. Finally, the full 10x10 systems is studied in which the AC-DC power systems feeding a controlled buck converter is considered as the proposed power system. The analytical results show that the stability analysis using the linearized model with Eigenvalue theorem cannot provide an accurate result for both small-signal and large-signal condition. Otherwise, the phase-plane analysis can provide an accurate result with a good oscillation prediction of DC-link filter. However, the phase-plane technique requires a lot of computation time in which various initial values for this analysis can be used. Hence, the thesis also presents the Lyapunov function based on Takagi-Sugeno to determine RAS. The useful informations of RAS is that any CPLs immediately

changed within RAS will not affect to the system stability. All stability results are verified by the intensive simulation of MATLAB and SIMULINK.

School of Electrical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2015 Advisor's Signature_____