เทพพนม โสภาเพิ่ม : การสร้างเสถียรภาพเชิงปรับตัวของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซีที่จ่ายโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว (ADAPTIVE STABILIZATION OF AC-DC POWER SYSTEMS FEEDING CONSTANT POWER LOADS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กองพัน อารีรักษ์, 171 หน้า.

วงจรแปลงผันกำลังที่มีการควบคุมจะมีพฤติกรรมเปรียบเสมือนโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว (Constant Power Load : CPL) จากพฤติกรรมของโหลดดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพ ซึ่งจะทำให้ระบบไฟฟ้าขาดเสถียรภาพเมื่อโหลดมีค่ากำลังไฟฟ้าค่าหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้จึงได้ศึกษาวิธีการบรรเทาการขาดเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซีที่มีโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีการที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยที่สามารถกำจัดผลกระทบของโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัวที่ทำให้ระบบเกิดการขาดเสถียรภาพได้ วิธีการแรกคือ วิธีการหน่วงแบบแอกทีฟ วิธีการนี้ทำได้โดยเพิ่มค่าความต้านทานเสมือนเข้าไปเป็นตัวหน่วงของวงจรกรอง แต่อย่างไรก็ตาม การบรรเทาการขาดเสถียรภาพด้วยวิธีการดังกล่าวจะมีข้อจำกัดตามระดับกำลังไฟฟ้าของโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัวค่าหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยวิทยานิพนธ์จึงมุ่งเน้นศึกษาวิธีลูปยกเลิก เนื่องจากวิธีการดังกล่าวสามารถบรรเทาการขาดเสถียรภาพ ณ จุดการทำงานของระดับกำลังไฟฟ้าของโหลดที่สูงกว่าวิธีการหน่วงแบบแอกทีฟ อย่างไรก็ตาม วิธีลูปยกเลิกได้ถูกนำมาใช้กับวงจรแปลงผันกำลังดีซีเป็นดีซีเพียงอย่างเดียว ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยในอดีตนำวิธีลูปยกเลิกมาประยุกต์ใช้กับวงจรเรียงกระสามเฟสแบบบริดจ์ที่อยู่บนพื้นฐานของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซี และมีการเพิ่มเติมวงจรช่วยเข้ามาในระบบ ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยวิทยานิพนธ์จึงได้นำเสนอการนำวิธีลูปยกเลิกมาบรรเทาการขาดเสถียรภาพของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ที่มีโหลดเป็นวงจรแปลงผันแบบบักค์ขนานกัน อย่างไรก็ตาม จุดเด่นของงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้คือ การสร้างเสถียรภาพที่มีการปรับตัวโดยอาศัยการสร้างสมการที่ได้รับการพิสูจน์จากการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณสามารถปรับค่าอัตราขยายได้ตามวิธีการของลูปยกเลิก โดยที่ค่าดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับระดับกำลังไฟฟ้าของโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว จากผลที่ได้จากคำนวณแสดงให้เห็นว่า ระบบที่พิจารณาในงานวิจัยวิทยานิพนธ์มีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงาน ภายใต้การวิเคราะห์เสถียรภาพของสัญญาณขนาดเล็ก รวมถึงการวิเคราะห์เสถียรภาพสัญญาณขนาดใหญ่ที่ได้รับการอธิบายไว้พอสังเขป อีกทั้งการยืนยันผลด้วยการจำลองสถานการณ์และผลจากชุดทดสอบ แสดงให้เห็นว่าการสร้างเสถียรภาพแบบปรับตัวด้วยวิธีลูปยกเลิกสามารถกำจัดผลกระทบของการขาดเสถียรภาพที่เกิดขึ้นจากโหลดกำลังไฟฟ้าคงตัวได้อย่างมีนัยสำคัญ

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา เทพพนม โสภาเพิ่ม

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

THEPPANOM SOPAPIRM : ADAPTIVE STABILIZATION OF AC-DC POWER SYSTEMS FEEDING CONSTANT POWER LOADS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KONGPAN AREERAK, Ph.D., 171 PP.

CONSTANT POWER LOAD (CPL)/INSTABILITY MITIGATION LOOP-CANCELLATION TECHNIQUE/ADAPTIVE STABILIZATION

Power converters with their controls normally behave as constant power loads. These loads can significantly degrade the stability of their feeder system. Therefore, this research thesis will study an instability mitigation of AC-DC power system feeder constant power loads. There are two well-known approaches to apply a compensating signal for eliminating the destabilizing effect. The first is the active damping method. In this case, a virtual resistance is use to increase the damping of the filter. However, the power level of the constant power load (P_{CPL}) that can be mitigated is limited. Therefore, a second approach, namely the loop-cancellation technique is developed. This technique can mitigate system instability at higher values of P_{CPL} than those compensated by active damping. However, this technique has only been applied to DC-DC converters. The application of the loop-cancellation technique to uncontrolled rectifier based AC-DC power systems via an auxiliary circuit has not been reported in previous publications. Hence, in the thesis, instability mitigation for three-phase uncontrolled rectifier feeding parallel buck converter loads via the loop-cancellation technique is presented. Moreover, this thesis also presents a novel adaptive stabilization technique based on an equation that can be derived from the average system model. The equation is used to determine the adaptive gain required for loop-cancellation. This gain depends on the power level of the CPL which can be

calculated from voltage and current sensors on the DC bus. As a result of this methodology, the system can automatically ensure stability under all operating condition. The stability study presented in this thesis, using small-signal and large-signal stability analysis, confirms that the mitigation system is always stable. In addition, simulation and experimental results are also presented to verify the proposed adaptive stabilization technique which eliminates the destabilizing effect of the CPL.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering Student's Signature

Academic Year 2017 Advisor's Signature