พลสิทธิ์ ศานติประพันธ์ : การควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์เชิงปรับตัวสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟในระบบสามเฟสสี่สาย (ADAPTIVE PROPORTIONAL PLUS RESONANT CONTROL FOR ACTIVE POWER FILTER IN THREE-PHASE FOUR-WIRE SYSTEM) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กองพล อารีรักษ์, 348 หน้า

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการควบคุมกระแสชดเชยด้วยตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์เชิงปรับตัวสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟในระบบสามเฟสสี่สาย การระบุเอกลักษณ์ฮาร์มอนิกด้วยวิธีการดั้งเดิมได้รับการพัฒนา เพื่อปรับปรุงสมรรถนะการคำนวณค่ากระแสอ้างอิงโดยการประยุกต์ใช้งานร่วมกับการวิเคราะห์แบบฟูริเยร์วินโดว์เลื่อนและตัวตรวจจับแรงดันลำดับเฟสบวกมูลฐาน การระบุเอกลักษณ์ฮาร์มอนิกด้วยวิธีดีคิวเอฟแบบคงทนถูกพิจารณาใช้ในงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อคำนวณค่ากระแสอ้างอิงบนแกนดีคิวศูนย์ให้กับระบบควบคุมวงจรกรองกำลังแอกทีฟ ระบบควบคุมกระแสชดเชยและแรงดันบัสไฟตรงสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟได้รับการออกแบบโดยพึ่งพาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนแกนดีคิวศูนย์ ระบบควบคุมดังกล่าวทำงานร่วมกับเทคนิคการสวิตช์พีดับเบิลยูเอ็ม เพื่อควบคุมการฉีดกระแสชดเชยสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟ งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะระบบควบคุมกระแสชดเชย ตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์สามารถให้สมรรถนะการควบคุมกระแสชดเชยที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับความถี่ฮาร์มอนิกที่มีนัยสำคัญในระบบ การออกแบบตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์พิจารณาในโดเมนเวลาไม่ต่อเนื่องด้วยเทคนิคทางเดินรากบนระนาบซี พฤติกรรมการปรับเปลี่ยนโหลดส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการกำจัดฮาร์มอนิก ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์เชิงปรับตัว ค่าอัตราขยายของตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์ที่เหมาะสมสามารถให้สมรรถนะการกำจัดฮาร์มอนิกที่ดี ดังนั้น ตัวควบคุมฟัซซีลอจิกจึงถูกนำมาใช้เป็นกลไกการปรับค่าอัตราขยาย นอกจากนี้ การปรับค่าอัตราขยายดังกล่าวได้รับการยืนยันด้วยเกณฑ์ความมีเสถียรภาพของระบบควบคุมกระแสชดเชย การเปรียบเทียบสมรรถนะการกำจัดฮาร์มอนิกระหว่างตัวควบคุมพีไอ ตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์ และตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์เชิงปรับตัวถูกจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคฮาร์ดแวร์ในลูป ผลการทดสอบด้วยเทคนิคดังกล่าว พบว่า ตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์เชิงปรับตัวให้สมรรถนะการควบคุมกระแสชดเชยที่ดีกว่าตัวควบคุมดั้งเดิมในทุกสภาวะโหลดที่ทำการทดสอบ งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการสร้างชุดทดสอบการกำจัดฮาร์มอนิกสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟในระบบสามเฟสสี่สาย ชุดฮาร์ดแวร์ดังกล่าวได้รับการทดสอบกับโหลดไม่เป็นเชิงเส้นแบบสมดุลและไม่สมดุล ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่า ระบบควบคุมวงจรกรองกำลังแอกทีฟให้

สมรรถนะการกำจัดฮาร์มอนิกที่ดีกว่าก่อนการชดเชย โดยพิจารณาจากดัชนีชี้วัดสมรรถนะ ค่า $\%THD_{av}$ ค่า $\%CUF$ และค่า PF อีกทั้ง ระบบควบคุมกระแสชดเชยด้วยตัวควบคุมสัดส่วนร่วมกับเรโซแนนท์เชิงปรับตัว ยังสามารถให้สมรรถนะการกำจัดฮาร์มอนิกที่ดีกว่าตัวควบคุมดั้งเดิม ถึงแม้ว่าโหลดของระบบทดสอบจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดกระแสแบบทันทีทันใด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา พลสงค์ ดำรงประเสริฐ

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PHONSIT SANTIPRAPAN : ADAPTIVE PROPORTIONAL PLUS RESONANT CONTROL FOR ACTIVE POWER FILTER IN THREE-PHASE FOUR-WIRE SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KONGPOL AREERAK, Ph.D., 348 PP.

HARMONIC ELIMINATION/ACTIVE POWER FILTER/HARMONIC IDENTIFICATION/PROPORTIONAL PLUS RESONANT CONTROL/ FUZZY LOGIC CONTROL/THREE-PHASE FOUR-WIRE SYSTEM/

This thesis presents adaptive proportional plus resonant control for active power filter (APF) in three-phase four-wire system. The conventional harmonic identifications have been developed to improve the performance of reference current calculation. The sliding window Fourier analysis (SWFA) and the positive sequence voltage detector (PSVD) are applied to operate with the harmonic identifications. In this thesis, the robusted DQ axis with Fourier (RDQF) harmonic identification is used to calculate the reference current on *dq0*-axis for the control strategy. The mathematical model on *dq0*-axis is referred to design the compensating current control and DC bus voltage control for APF. The control strategy with PWM technique is applied to control the compensating current of APF. The main objective of this thesis is the performance improvement of the compensating current control. The P+RES controller can provide the good performance to control the compensating currents injection, especially for significant harmonic frequencies. The discrete approach using the root-locus technique in z-plane is used to design the parameters of

P+RES controller. The behavior of load changing has an effect on the performance of harmonic mitigation. For this reason, this thesis proposes the adaptive P+RES controller. The appropriate gain of P+RES controller provides the good performance for harmonic mitigation. Therefore, the fuzzy logic controller is used to adjust the gain of P+RES controller. Moreover, the criterion for adapting the gain of P+RES controller follows the stability analysis of the compensating current control. The performance comparison using the PI, P+RES and adaptive P+RES controllers for harmonic mitigation is simulated by using hardware in the loop (HIL) technique. The simulation results from this technique show that the compensating current control with adaptive P+RES controller can provide better results compared with the conventional controllers for testing at any load conditions. Finally, the hardware implementation of the harmonic mitigation for APF in three-phase four-wire system is also presented in the thesis. The balanced and unbalanced nonlinear loads are considered for testing in laboratory. From experimental results, the proposed control strategy can provide better performance to mitigate harmonics compared with before compensation. The $\%THD_{av}$, $\%CUF$ and PF are used as the performance indices for the harmonic mitigation. For the comparison study, the compensating current control with adaptive P+RES controller can still provide better harmonic mitigation performance compared with the conventional controllers even though the amplitude of load currents is changed suddenly.

School of Electrical Engineering

Academic Year 2016

Student's Signature พลวัฒน์ ตาบุตรโท

Advisor's Signature