ทศพร ฉรงค์ฤทธิ์ : การออกแบบตัวควบคุมฟัซซีแบบปรับตัวสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานในระบบสามเฟสสมดุล (ADAPTIVE FUZZY CONTROLLER DESIGN FOR SHUNT ACTIVE POWER FILTERS IN BALANCED THREE-PHASE SYSTEMS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กองพล อารีรักษ์, 338 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบตัวควบคุมฟัซซีแบบปรับตัวสำหรับควบคุมกระแสชดเชยของวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานในระบบสามเฟสสมดุล การตรวจจับฮาร์มอนิกเพื่อคำนวณค่ากระแสอ้างอิงให้กับวงจรกรองกำลังแอกทีฟในงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาจากวิธีการตรวจจับซิงโครนัส และเรียกวิธีดังกล่าวว่า วิธีฟูริเยร์เอสดี การควบคุมกระแสชดเชยของวงจรกรองกำลังแอกทีฟดำเนินการควบคุมอยู่บนแกนดีคิวร่วมกับเทคนิคการสวิตช์แบบวิธีสเปซเวกเตอร์พีดับเบิลยู การควบคุมค่าแรงดันบัสไฟตรงของวงจรกรองกำลังแอกทีฟใช้ตัวควบคุมแบบพีไอที่ใช้การออกแบบด้วยวิธีการดั้งเดิม การออกแบบตัวควบคุมฟัซซีสำหรับใช้ควบคุมกระแสชดเชยในงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการออกแบบด้วยวิธีการค้นหาค่าเหมาะที่สุดแบบตาบูเชิงปรับตัว นอกจากนี้ได้นำเสนอการออกแบบตัวควบคุมฟัซซีด้วยวิธีการใหม่ที่ได้คิดค้นขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์และวิศวกร ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์ระบบกำจัดฮาร์มอนิกแบบฮาร์ดแวร์ในลูปที่ใช้โปรแกรม Simulink ร่วมกับบอร์ด DSP รุ่น eZdsp^{TM}F28335 พบว่า ระบบควบคุมกระแสชดเชยที่ใช้ตัวควบคุมฟัซซีจากการออกแบบทั้งสองวิธีให้ผลการควบคุมที่ดีใกล้เคียงกัน โดยวงจรกรองกำลังแอกทีฟสามารถฉีดกระแสชดเชยได้ตามลักษณะของกระแสอ้างอิงที่ได้จากการคำนวณตรวจจับฮาร์มอนิก และส่งผลให้ค่า *%THD* ของกระแสไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายภายหลังการชดเชยมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการชดเชย สำหรับการกำจัดฮาร์มอนิกในกรณีที่โหลดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงในงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมกระแสชดเชยที่สามารถปรับตัวได้โดยใช้ตัวควบคุมฟัซซีแบบปรับตัว ซึ่งประกอบด้วย ตัวควบคุมฟัซซี และฟัซซีช่วย โดยฟัซซีช่วยจะทำหน้าที่ปรับค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมฟัซซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก การปรับค่าเอาต์พุตดังกล่าวเพื่อเพิ่มสมรรถนะของตัวควบคุมฟัซซีให้สามารถควบคุมกระแสชดเชยที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น การออกแบบฟัซซีช่วยตามแนวทางของงานวิจัยวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ได้นำเสนอไว้เช่นกัน นอกจากนี้ ในงานวิจัยวิทยานิพนธ์ได้นำเสนอการสร้างระบบฮาร์ดแวร์การกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอกทีฟสำหรับการทดสอบจริงในห้องปฏิบัติการ โดยในส่วนของระบบควบคุมทั้งหมดได้ดำเนินการคำนวณอยู่บนบอร์ด DSP รุ่น eZdsp^{TM}F28335 ผลการทดสอบระบบฮาร์ดแวร์ดังกล่าว พบว่า ระบบควบคุมที่ใช้ตัวควบคุมฟัซซีสามารถให้ผลการควบคุมกระแสชดเชยที่ดีกว่าการใช้ตัวควบคุมแบบพีไอในกรณีการทดสอบกับระบบที่มีโหลดขนาดกระแสไฟฟ้าต่างกัน

นอกจากนี้ยังพบว่า ระบบควบคุมที่ใช้ตัวควบคุมฟัซซีแบบปรับตัวสามารถให้ผลการควบคุมกระแสชดเชยที่ดีกว่าการใช้ตัวควบคุมฟัซซีในกรณีการทดสอบที่กำหนดให้โหลดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงขนาดกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ทั้งตัวควบคุมฟัซซีและตัวควบคุมฟัซซีแบบปรับตัวสามารถส่งผลให้ค่า *%THD* ของกระแสไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายหลังการชดเชยมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการชดเชย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

TOSAPORN NARONGRIT : ADAPTIVE FUZZY CONTROLLER DESIGN FOR SHUNT ACTIVE POWER FILTERS IN BALANCED THREE-PHASE SYSTEMS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KONGPOL AREERAK, Ph.D., 338 PP.

ADAPTIVE FUZZY CONTROLLER DESIGN FOR SHUNT ACTIVE POWER FILTERS IN BALANCED THREE-PHASE SYSTEMS

The thesis presents an adaptive fuzzy controller design for compensating current control of shunt active power filters in balanced three-phase systems. The harmonic detection method for calculating the reference current of shunt active power filter is improved and it is called the synchronous detection with Fourier (SDF). The control system of shunt active power filters is operated on dq-axis with the space vector pulse width modulation (SVPWM) technique. The PI controller designed by the conventional method is applied to regulate the dc bus voltage. The design of a fuzzy controller for compensating current control using the adaptive tabu search (ATS) method and the new design approach without the engineering experiences are proposed in this thesis. The hardware in the loop simulation with eZdsp^{TM}F28335 board is used to simulate the harmonic elimination in this thesis. The simulation results show that the fuzzy controller designed by both methods can provide a good performance to control the compensating current. Therefore, the shunt active power filter can inject the compensating current to track the reference current and the source current is nearly sinusoidal waveform after compensation. Moreover, the shunt active power filter can reduce the *%THD* of the source current after compensation. In addition, the harmonic

elimination in case of the load changing is presented in the thesis. In this condition, the adaptive fuzzy controller consists of the main fuzzy controller and the auxiliary fuzzy controller are used to control the compensating current of shunt active power filters. The auxiliary fuzzy controller is designed by the new approach and it is shown in the thesis. Finally, the hardware implementation of the considered system is also presented in the thesis. The eZdsp^{TM}F28335 is used to implement the harmonic detection and the control system of the shunt active power filter. For the experimental results, the system using the fuzzy controller can provide a good performance to control the compensating current compared with using the PI controller in case of the difference load amplitude system. Moreover, the system with the compensating current control using the adaptive fuzzy controller can provide the best performance control compared with using only fuzzy controller without the auxiliary fuzzy controller in case of load changing system. However, the harmonic elimination results using the both controllers are reduced the *%THD* value of the source currents after compensation.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2014 Advisor's Signature_____