บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานสำหรับระบบไฟฟ้าหนึ่งเฟส การตรวจจับฮาร์มอนิกสำหรับคำนวณกระแสอ้างอิงในการชดเชยให้กับวงจรกรองกำลังแอกทีฟในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ฟูริเยร์แบบวินโดว์เลื่อน (วิธี SWFA) เนื่องจากวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการคำนวณที่ให้ผลตรวจจับฮาร์มอนิกที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว การออกแบบค่าพารามิเตอร์ของวงจรกรองกำลังแอกทีฟได้เลือกใช้วิธีการคำนวณที่อาศัยค่าพิกัดและองค์ประกอบของระบบไฟฟ้าที่พิจารณา ทั้งนี้เพื่อให้วงจรกรองกำลังแอกทีฟสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลและเหมาะสมกับระบบที่พิจารณากำจัดฮาร์มอนิก การควบคุมการทำงานของวงจรกรองกำลังแอกทีฟเพื่อให้สามารถฉีดกระแสชดเชยได้ตามลักษณะของกระแสอ้างอิงที่ได้จากการตรวจจับฮาร์มอนิกจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมกระแสชดเชย และการควบคุมแรงดันบัสไฟตรงของวงจรกรองกำลังแอกทีฟ โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ตัวควบคุมฮีสเตอรีซีสสำหรับควบคุมการฉีดกระแสชดเชย และใช้ตัวควบคุมพีไอสำหรับควบคุมค่าแรงดันบัสไฟตรง สำหรับการออกแบบตัวควบคุมดังกล่าวจะปรับใช้วิธีการดั้งเดิมที่เคยถูกนำเสนอในอดีตที่ผ่านมา การตรวจสอบสมรรถนะการควบคุมรวมถึงประสิทธิผลการกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอกทีฟที่ได้ออกแบบไว้ จะอาศัยการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Simulink/MATLAB ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์ พบว่า วงจรกรองกำลังแอกทีฟที่ใช้การตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธี SWFA ร่วมกับการใช้ตัวควบคุมที่ได้จากการออกแบบสามารถฉีดกระแสชดเชยกำจัดฮาร์มอนิกได้อย่างมีประสิทธิผล โดยรูปสัญญาณของกระแสที่แหล่งจ่ายภายหลังการชดเชยสามารถกลับมามีลักษณะเป็นรูปไซน์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม ($\%THD_i$) ของกระแสดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 2.90% ซึ่งอยู่ในกรอบมาตรฐาน IEEE std. 519-2014 นอกจากนี้ ได้มีการนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ออกแบบไว้ไปดำเนินการสร้างเป็นระบบฮาร์ดแวร์การกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานในระบบไฟฟ้าหนึ่งเฟสสำหรับการทดสอบจริงในทางปฏิบัติ โดยผลการทดสอบพบว่า วงจรกรองกำลังแอกทีฟและระบบควบคุมที่สร้างขึ้นสามารถฉีดกระแสชดเชยกำจัดฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าจริงได้อย่างมีประสิทธิผล โดยกระแสที่แหล่งจ่ายภายหลังการชดเชยมีลักษณะเป็นรูปไซน์มากขึ้นและค่า $\%THD_i$ มีค่าลดลงเหลือเท่ากับ 8.4% ในขณะที่ก่อนการชดเชยที่มีค่าสูงถึง 35.3%

Abstract

This research presents the harmonic elimination via shunt active power filter for single-phase systems. The harmonic detection by Sliding Window with Fourier Analysis (SWFA) method is used for the reference current calculation of active power filter because this method can calculate harmonic components fast, accurately and precisely. The parameters design of active power filter is based on the system rating and components in order to allow it eliminate harmonics from the system appropriately and effectively. The control systems for active power filter are divided into two parts: current compensation control and dc bus voltage control. In this research, hysteresis controller is selected for current compensation control and PI controller is used for dc bus voltage control. The conventional design method that was published in the past is applied for finding the controller parameters. The basic testing of the controllers performance and harmonic elimination using active power filter effectiveness that has been designed is done by the simulation on Simulink/MATLAB program. The simulation results shown that the active power filter using SWFA harmonic detection cooperate with the designed controllers can inject compensating current and eliminate harmonics from the system effectively. The waveform of source current after compensation has comeback into sinusoidal waveform. The total harmonic distortion percentage ($\%THD_i$) of the source current is equal to 2.90% which is satisfied under IEEE std. 519-2014. Moreover, the harmonic elimination using shunt active power filter in single-phase system is implemented and the designed parameters are applied for practical experiment. The experimental results shown that the active power filter with the designed control system can mitigate harmonic components in the electric system effectively. The waveform of source current after compensation has become more sinusoidal. The $\%THD_i$ of this current is lowered into 8.4%, whereas the $\%THD_i$ before compensation is high up to 35.3%.