ออสการ์ แอนดรู ซองกอ : การพัฒนาตัวควบคุมการสร้างวงรอบ เอช-อินฟินิตี้ แบบคงทน สำหรับ DFIG ภายใต้สภาวะที่ไม่ปกติ (DEVELOPMENT OF A ROBUST H-INFINITY LOOP SHAPING CONTROLLER FOR DFIG UNDER ABNORMAL CONDITIONS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันท์ อุ่นศิวิไลย์, 287 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอตัวควบคุมการสร้างวงรอบ เอช-อินฟินิตี้ แบบคงทน ที่มีประสิทธิภาพสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบดับเบิ้ลเฟด โดยในรายละเอียดจะอธิบายข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานของระบบไฟฟ้าและการรวมพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมเข้าสู่ระบบไฟฟ้า โดยจะศึกษาทฤษฎีพื้นฐานและวรรณกรรมเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพลังงานลม การควบคุมรหัสกริด ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกังหันลม และการควบคุม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า ด้วยวิธีต่างๆ ในการวิเคราะห์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า จะอาศัยแรงดันไฟฟ้าที่ตกลงจากระดับปกติในการควบคุม ฟัซซี่ พีไอ แบบคู่ เพื่อแก้ปัญหาสภาวะที่ไม่สมดุล โดยเทคนิคนี้จะอาศัยตัวควบคุมฟัซซีลอจิก ในการความเร็วของกังหันลมและแรงดันไฟฟ้าที่บัสไฟฟ้ากระแสตรง การควบคุมเวกเตอร์จะอาศัยการตรวจสอบความคงทนของการควบคุมฟัซซี่ พีไอ แบบคู่ โดยจะพิจารณาจากผลการจำลองสถานการณ์ในสภาวะชั่วครู่ สภาวะความผิดพลาด และสภาวะหลังจากเกิดความผิดพลาด นอกจากนี้ในวิทยานิพนธ์ยังมีการใช้ตัวควบคุมที่เหมาะสมที่สุดของการวางตำแหน่งโพล และตัวควบคุมกำลังสองเชิงเส้น เพื่อรักษาความเร็วของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า ซึ่งตรวจสอบได้จากสัญญาณรบกวน ตัวควบคุมที่เหมาะสมจะจัดการเพื่อรักษาความเร็วให้คงที่ภายใต้เงื่อนไขนี้โดย ตัวควบคุมกำลังสองเชิงเส้น แสดงประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

ในการดำเนินการจะสร้างแบบจำลองแบบไดนามิกและปริภูมิสเตต-สเปส ในรูปแบบ ดีคิว โมเดล ของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า และนำแบบจำลองนี้มาใช้ในการออกแบบคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสมของ เอช-อินฟินิตี้ แบบคงทน และตัวควบคุมการสร้างวงรอบ เอช-อินฟินิตี้ แบบคงทน ผลตอบสนองแบบชั้นบันได แสดงค่าเอกพจน์ และสเปกตรัมฮาร์มอนิกของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า ที่เหมาะสม และตัวควบคุมการสร้างวงรอบ การทดสอบวิธีการควบคุมนี้จะใช้แบบจำลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบดับเบิ้ลเฟด ร่วมกับโปรแกรม MATLAB SIMULINK ในการจำลองผล ภายใต้ความผิดปกติระหว่างสายไฟกับสายไฟ ความผิดปกติแบบ 3 เฟส ความผิดปกติระหว่างสายไฟกับกราวด์ ความผิดปกติระหว่างสายไฟ 2 สาย กับกราวด์ และความผิดปกติระหว่างสายไฟ 3 สาย กับกราวด์

ผลการจำลองแสดงให้เห็นถึงแรงดันไฟฟ้าไม่สมมาตรที่มีสาเหตุจากความผิดปกติของการลัดวงจรแบบ ไลน์ ทู ไลน์ การควบคุมการสร้างวงรอบ แบบคงทนจะช่วยลดค่า ความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกทั้งหมด ของแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์จาก 11.34% เป็น 1.36% ซึ่งต่ำกว่าการควบคุมที่เหมาะสม เอช-อินฟินิตี้ ที่ 4.05% การลดลงของค่า ความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกทั้งหมด นี้ได้รับการตรวจสอบความเสถียรภาพและการคืนค่าของแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์เมื่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า ถูกควบคุมโดยตัวควบคุมการสร้างวงรอบในระหว่างความผิดพลาดนี้ นอกจากนี้แรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าในแกน คิว ของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำป้อนสองเท่า ยังแสดงให้เห็นว่าตัวควบคุมแบบการสร้างวงรอบดีกว่าตัวควบคุมแบบที่เหมาะสมที่สุด ประสิทธิภาพของการควบคุมการสร้างวงรอบ เอช-อินฟินิตี้ แบบคงทน ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการควบคุมที่เหมาะสมของ เอช-อินฟินิตี้ เช่นกันสังเกตได้จากค่ากระแสไฟฟ้าในแกน ดี ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าอ้างอิง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

OSCAR ANDREW ZONGO : DEVELOPMENT OF A ROBUST H-INFINITY LOOP SHAPING CONTROLLER FOR DFIG UNDER ABNORMAL CONDITIONS. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. ANANT OONSIVILAI, Ph.D., 287 PP.

LOOP SHAPING/ROBUST CONTROL/DOUBLY FED INDUCTION GENERATOR/WIND TURBINE

This thesis presents a robust h-infinity loop shaping control for a doubly-fed induction generator. In the thesis background information into the power system operation and integration of wind energy is thoroughly explained. The problems associated with the control of wind generators in the power system are discussed in detail. Fundamental theory and literature review regarding wind energy conversion system especially the doubly-fed induction generator is part of this work. A detailed study of the control theory, grid codes, and a review of different control strategies applied to the doubly-fed induction generator are given. Analysis of the doubly-fed induction generator under voltage dips is discussed and the methodology of fuzzy-PI dual control to tackle this unbalanced condition is developed and tested. In this technique speed and dc-link voltage are controlled using fuzzy logic controllers. The robustness of fuzzy-PI dual control over vector control is verified by simulations results for the transient state, faulty state, and post-fault state. Furthermore, in the thesis, optimal controllers of pole placement and linear quadratic regulator are employed to stabilize the speed of the doubly-fed induction generator affected by measurement noises. The optimal controllers manage to stabilize the speed under this condition with a linear quadratic regulator showing the best performance.

Finally, dynamic modeling and state-space representation of the *dq* - model of the doubly-fed induction generator is performed. The model is used to design a robust h-infinity optimal controller and a robust h-infinity loop shaping controller. The step response, singular values plots, and harmonic spectrum of the doubly-fed induction generator with optimal and loop shaping controllers are presented. The methods are tested with the doubly-fed induction generator under line to line fault, three-phase fault, single line to ground fault, double line to ground fault, and three-phase to ground fault. The system response plots are validated by SIMULINK simulations results.

Simulations results show that in the asymmetric voltage dip caused by line to line short circuit fault the robust loop shaping control reduces the total harmonic distortion of the stator voltage from 11.34% to 1.36% lower than the h-infinity optimal control at 4.05%. This reduction in total harmonic distortion is validated by the stability and restoration of the stator voltage when the doubly-fed induction generator is controlled by the loop shaping controller during this fault. Moreover, electromagnetic torque and quadrature axis current of the doubly-fed induction generator show better results with the loop shaping controller than with the optimal controller. The effectiveness of the robust h infinity loop shaping control over h-infinity optimal control is also proved by the results of the direct axis current which nearly tracks its reference value.

School of Electrical Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____