นายสถิต ฉิมพลี : วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้นที่มีความคงทนต่อความผิดพร่อง โดยอาศัยการควบคุมฟัซซี (FAULT–TOLERANT THREE–STAGE CASCADED BOOST CONVERTER BASED ON FUZZY CONTROL)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดารัตน์ ขวัญอ่อน, 315 หน้า.

คำสำคัญ : วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้น/ตัวควบคุมฟัซซี/ความชันของกระแส/ความผิดพร่องแบบสวิตช์เปิดวงจร/ความคงทนต่อความผิดพร่อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาวิธีการควบคุม และการสร้างความคงทนต่อความผิดพร่องให้กับวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้นที่มีอัตราขยายแรงดันสูงประมาณ 20 เท่า เมื่อระดับแรงดันอินพุตมีค่าค่อนข้างต่ำประมาณ 20V จะได้แรงดันเอาต์พุตสูงถึงประมาณ 400V โดยที่ค่าวัฏจักรหน้าที่สวิตช์ไม่สูงมากนัก ทั้งนี้ตัวควบคุมฟัซซีที่พัฒนาขึ้นจะทำให้วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้นสามารถเพิ่มและรักษาระดับแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ตามความต้องการ โดยมีสมรรถนะที่ดีทั้งในสภาวะชั่วครู่และสภาวะอยู่ตัว รวมถึงเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับวงจร เพื่อสามารถทำงานต่อไปได้เมื่อมีความผิดพร่องแบบสวิตช์เปิดวงจรเกิดขึ้น เนื่องจากวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้นประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายตัว ส่งผลให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความซับซ้อน การออกแบบตัวควบคุมฟัซซีไม่จำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่แม่นยำ แต่จะอาศัยความรู้และความเข้าใจพฤติกรรมของวงจรจากการสังเกตการณ์ ดังนั้นเทคนิคฟัซซีจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการควบคุมวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้น นอกจากนี้กระบวนการฟัซซียังถูกนำมาใช้ในการตรวจจับความผิดพร่องแบบสวิตช์เปิดวงจรได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถระบุตำแหน่งของสวิตช์ที่เกิดความผิดพร่องได้อย่างถูกต้อง เพื่อสร้างความคงทนต่อความผิดพร่องให้กับวงจร ทำให้วงจรยังคงทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลแม้เกิดความผิดพร่องแบบสวิตช์เปิดวงจรที่สวิตช์กำลัง ผลการจำลองสถานการณ์และผลการทดสอบจริงแสดงประสิทธิผลของการควบคุมฟัซซีที่พัฒนาขึ้นสำหรับวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบบูสต์เรียงต่อกันสามขั้นรวมทั้ง วิธีการตรวจจับและระบุตำแหน่งความผิดพร่องแบบสวิตช์เปิดวงจรที่พัฒนาขึ้นมีสมรรถนะที่ดีสามารถตรวจจับและระบุตำแหน่งความผิดพร่องได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วภายใต้สถานการณ์การทำงานต่าง ๆ ของวงจร

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา สถิต ฉิมพลี

ปีการศึกษา 2567 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุดารัตน์ ขวัญอ่อน

SATHIT CHIMPLEE : FAULT–TOLERANT THREE–STAGE CASCADED BOOST CONVERTER BASED ON FUZZY CONTROL : ASST. PROF. SUDARAT KHWAN–ON, Ph.D. 315 PP.

Keyword : THREE–STAGE CASCADED BOOST CONVERTER/ FUZZY CONTROLLER/ SLOPE/ OPEN-CIRCUIT FAULT SWITCH/ FAULT TOLERANCE

This thesis focuses on developing control and fault tolerance techniques for a three–stage cascaded boost converter with a voltage gain of approximately 20 times. The converter can step-up the low input voltage approximately 20V to achieve a required output voltage level of around 400V without an extreme duty cycle for three switches. The objective of this study is not only to maintain output voltage to the desired levels under both transient and steady states but also to enhance converter reliability in the presence of faults. The three–stage boost converter contains many components, leading to complexity of the mathematical model. The fuzzy logic technique has the ability to deal with this limitation because it relies on knowledge and understanding of the converter behavior, obtained through observation. The mathematical model is not required for designing the fuzzy controller. Moreover, the fuzzy logic technique is also employed to develop the fast fault detection method for the open-circuit switch fault and the accuracy identification at the fault switch. By utilizing the fuzzy process, fault tolerance is created, allowing the three-stage cascaded boost converter to operate continuously even in the presence of open-circuit switch fault. The proposed fuzzy–based control and fault tolerance techniques aim to enhance overall satisfactory performance and reliability for a three–stage cascaded boost converter. Simulation and experimental results demonstrate the effectiveness of the developed fuzzy controller for the three-stage cascaded boost converter. The proposed fault detection and localization method for open-circuit switch faults accurately and rapidly identifies the fault under various operating conditions

School of Electrical Engineering Student's Signature Sathit Chimplee

Academic Year 2024 Advisor's Signature Sudarat