

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยนี้ได้นำเสนอโครงสร้างใหม่ของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงแบบสวิตช์เดี่ยวที่มีอัตราลดทอนแรงดันประมาณ 20 เท่า สำหรับระบบพลังงานทดแทน โดยวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นจะทำหน้าที่ลดระดับแรงดันอินพุตจากระบบแหล่งจ่ายแรงดันสูงประมาณ 400 V ให้ได้แรงดันเอาต์พุตมีค่าคงที่ 20 V เพื่อใช้งานกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการแรงดันต่ำหรือต่อเข้ากับแบตเตอรี่เพื่อเก็บสะสมพลังงาน โดยวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นจะใช้สวิตช์กำลังเพียงตัวเดียว เพื่อลดกำลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากการใช้สวิตช์กำลังหลายตัว รวมถึงง่ายต่อการควบคุมแรงดันเอาต์พุต ทั้งนี้การควบคุมระดับแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ จะอาศัยตัวควบคุมพีไอ ในงานวิจัยนี้จะอธิบายโครงสร้างของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น หลักการทำงานของวงจร การออกแบบค่าพารามิเตอร์ของวงจรเพื่อเลือกขนาดของตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำที่เหมาะสม รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพของวงจร ทำการออกแบบตัวควบคุมพีไออย่างง่ายที่ใช้ควบคุมแรงดันเอาต์พุตของวงจรที่พัฒนาขึ้น จากนั้นทำการสร้างชุดทดสอบของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบของชุดทดสอบกับผลการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบของชุดทดสอบกับผลการจำลองสถานการณ์แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของวงจรที่พัฒนาขึ้นมีอัตราลดทอนแรงดันได้สูงถึงประมาณ 20 เท่า วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงที่มีการลดทอนแรงดันสูงแบบสวิตช์เดี่ยวที่พัฒนาขึ้นร่วมกับตัวควบคุมพีไอสามารถทำงานได้อย่างน่าพอใจยิ่ง ทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตคงที่ตามต้องการภายใต้เงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ

Abstract

This research proposes a new topology of a high step-down single-switch dc-dc converter with a high conversion ratio of approximately 20 times for renewable energy systems. The proposed converter can step down the high input voltage, about 400 V, to the lower output voltage level of approximately 20 V, in order to supply the DC load or to charge the battery for energy storage. The proposed converter employs only one power switch, resulting in the power loss reduction compared to the case that there are many power switches located in the converter. The simple control strategy with the PI controller can be achieved to regulate the output voltage at the constant desired level. In this research, the proposed step-down converter configuration is presented and the principle of operation for the proposed converter is topological analyzed. The efficiency of the proposed converter is also evaluated. The converter parameters are designed in order to select the proper size of the capacitors and the inductors. The parameter gains of the PI controller for the proposed converter are simply designed to obtain the desired output voltage. The laboratory prototype of the proposed converter is built for the experimental testing. Simulation and experimental results show that the proposed converter can achieve the high step-down conversion ratio of approximately. The proposed high step-down single-switch dc-dc converter operates satisfactorily to generate the desired constant output voltage under different operating conditions.