

Thesis Title	LLC Resonant Inverter for Induction Heating Applications
Thesis Credits	36
Candidate	Mr. Saichol Chudjuarjeen
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Anawach Sangswang
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Electrical and Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

This thesis proposes a modified LLC resonant load configuration of a full-bridge inverter for induction heating applications. The LLC load configuration is a combination of a series inductor, a matching transformer, and an inductor and a capacitor connected in parallel. The proposed control is a modification of the classical LLC load by moving the series inductor to the primary winding of the matching transformer. The proposed configuration has the benefit of smaller inductance and inherent short-circuit protection capability in case that the short circuit occurs at the induction coil or from transformer saturation. The output power is controlled by using the asymmetrical voltage cancellation technique. With the use of a phase-locked loop control, the operating frequency is automatically adjusted to maintain the desired constant lagging phase angle under load parameter variation during the heating process. The proposed technique has the benefit of turn on switching loss being zero through zero voltage switching. A design procedure is presented that covers the LLC load configurations in the case of low quality factor ($Q < 10$). The validity of the proposed method is verified through computer simulation and hardware experiment at the operating frequency of 108.7 to 110.6 kHz. A correlation between theory, computer simulation and the experiment has been observed.

Keywords : Asymmetrical control / Induction heating / LLC resonant load / Parallel resonant inverter (PRI)/ Series resonant inverter (SRI) / Zero-voltage switching

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบแอลแอลซีสำหรับงานให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
หน่วยกิต	36
ผู้เขียน	นายสายชล ชุคเจือจิน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร.อนวัช แสงสว่าง
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการปรับปรุงวงจรเรโซแนนซ์แบบแอลแอลซีที่ใช้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ชนิดเต็มบริดจ์สำหรับงานให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ โหลดเรโซแนนซ์แบบแอลแอลซีประกอบด้วย ตัวเหนี่ยวนำความถี่สูง หม้อแปลงความถี่สูง และ ขดลวดเหนี่ยวนำที่ต่อขนานกับคาปาซิเตอร์ โดยออกแบบให้ตัวเหนี่ยวนำความถี่สูงอยู่ด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงความถี่สูง ซึ่งมีข้อดีคือ ตัวเหนี่ยวนำความถี่สูงรับภาระกระแสลดลงและสามารถป้องกันการลัดวงจรที่ขดลวดให้ความร้อนและลัดวงจรที่หม้อแปลงความถี่สูงเนื่องมาจากการอิ่มตัวของแกนเหล็กได้ การปรับกำลังด้านออกทำได้โดยใช้วิธีการควบคุมแบบบอสสมมาตร ที่มีการควบคุมให้ทำงานที่มุมเฟสล่าหลังคงที่ตลอดย่านการทำงาน เพื่อให้ได้การทำงานของสวิตช์ในสถานะนำกระแสเป็นศูนย์ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียของสวิตช์ได้ ขั้นตอนการออกแบบ โหลดเรโซแนนซ์แบบแอลแอลซีที่ใช้สำหรับขดลวดตัวประกอบคุณภาพ (Quality factor) ค่าน้อย ($Q < 10$) ได้ถูกนำเสนอ งานวิจัยที่นำเสนอถูกทดสอบโดยผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์และผลการทดลองจริงที่ความถี่ทำงาน 108.7 ถึง 110.6 กิโลเฮิร์ต ซึ่งผลมีความสอดคล้องกันทฤษฎีและผลการจำลองด้วยระบบคอมพิวเตอร์

คำสำคัญ : การควบคุมแบบบอสสมมาตร / การสวิตช์ที่แรงดันเป็นศูนย์ / การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ / วงจร โหลดเรโซแนนซ์แบบอนุกรมและขนาน / อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบขนาน / อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรม