



236076



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
ด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

โดย
วรการ วงศ์สายเชื้อ และคณะ

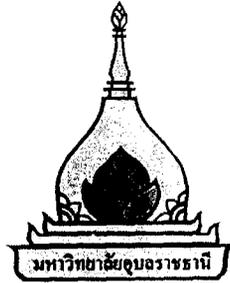
กันยายน 2553

b00247114

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



236076

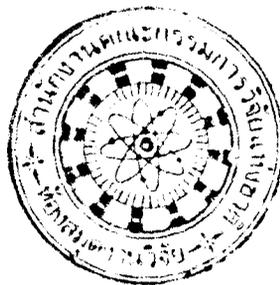


รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

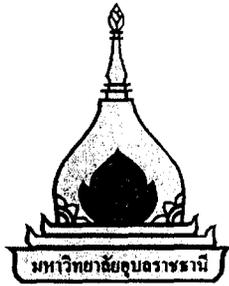
การควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
ด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

โดย

วรการ วงศ์สายเชื้อ และคณะ



กันยายน 2553



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
ด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

Induction Heater Control by Digital Signal Processor

คณะผู้วิจัย

1. นายวรการ วงศ์สายเชื้อ
2. นายประชา คำภักดี
3. ผศ.สุรียา ไชคสวัสดิ์

สังกัด

- คณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประจำปีงบประมาณ 2551

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนนั้นมียุทธศาสตร์การดำเนินงานหลายวิธี วิธีหนึ่งที่เราคุ้นเคยกันดีคือการให้ความร้อนแบบขดลวดความร้อน โดยความร้อนที่ได้นั้นมาจากกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ (50 เฮิร์ตซ์) ที่ไหลอยู่ในขดลวดทำให้ขดลวดร้อน ซึ่งวิธีนี้มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากมีความสูญเสียค่อนข้างมากในขดลวด ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาเป็นการให้ความร้อนแบบขดลวดเหนี่ยวนำซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า หลักการของเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำคือทำให้กระแสไฟฟ้าความถี่สูงไหลผ่านขดลวด ก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กความถี่สูงตัดผ่านชิ้นงานและเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ชิ้นงานนั้น ซึ่งการถ่ายเทพลังงานจากขดลวดมายังชิ้นงานจะเกิดขึ้นกับชิ้นงานที่เป็นตัวนำไฟฟ้าเท่านั้นโดยที่ขดลวดและชิ้นงานไม่ต้องสัมผัสกัน ทำให้ปลอดภัยในการใช้งาน เครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำนี้สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น การเผาโลหะ การชุบแข็งโลหะ การเชื่อมโลหะ การหลอมโลหะ หรือใช้เป็นเตาหุงต้ม

ในการที่จะทำให้เครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำมีประสิทธิภาพที่ดีนั้นจำเป็นต้องมีระบบควบคุมที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยทั่วไปการควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำจะใช้วงจรรวมหรือไอซีต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือเมื่อลักษณะงานเปลี่ยนแปลงไปก็ต้องเปลี่ยนไอซีหรือเปลี่ยนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้การควบคุมเหมาะสมกับงานที่เปลี่ยนไปนั้น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัลขึ้น ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานเนื่องจากสามารถแก้ไขเพียงตัวโปรแกรมเมื่องานมีลักษณะเปลี่ยนไปโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำที่ใช้ประกอบด้วยวงจรรีเลย์อินเวอร์เตอร์แบบฮาล์ฟบริดจ์และวงจรรีโซแนนซ์แบบอนุกรม ระบบควบคุมใช้หลักการของเฟสล็อกกับตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัลรุ่น TMS320F2812 โดยการนำแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลตรีโซแนนซ์มาเปรียบเทียบกับเพื่อหาความต่างเฟส จากนั้นใช้ค่าความต่างเฟสไปปรับความถี่ของวงจรรีเลย์อินเวอร์เตอร์ให้เลื่อนตามความถี่รีโซแนนซ์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับค่ากำลังไฟฟ้าให้อยู่ในสภาวะรีโซแนนซ์ได้โดยอัตโนมัติในช่วงความถี่ 23kHz-28kHz และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำเพื่อใช้เป็นเตาหุงต้มได้

บทคัดย่อ

236076

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการควบคุมเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ซึ่งเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำที่ใช้ประกอบด้วยวงจรรีเลย์อินเวอร์เตอร์แบบฮาล์ฟบริดจ์และวงจรรีโซแนนซ์แบบอนุกรม ระบบควบคุมใช้หลักการของเฟสล็อกกลูปร่วมกับตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัลรุ่น TMS320F2812 โดยการนำแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดรีโซแนนซ์มาเปรียบเทียบเพื่อหาความต่างเฟส จากนั้นใช้ค่าความต่างเฟสไปปรับความถี่ของวงจรรีเลย์อินเวอร์เตอร์ให้เลื่อนตามความถี่รีโซแนนซ์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับค่ากำลังไฟฟ้าให้อยู่ในสภาวะรีโซแนนซ์ได้โดยอัตโนมัติในช่วงความถี่ 23kHz-28kHz

Abstract**236076**

This research presents induction heater control by digital signal processor. The induction heater is composed of a half bridge inverter and a series resonant circuit. The control system uses the principle of phase locked loop with the TMS320F2812 digital signal processor. The load voltage and load current are compared to determine a phase difference. The phase difference is used to adjust the switching frequency of the inverter to follow the resonant frequency. The testing results show that the power of the induction heater is in resonant operation automatically in the range of 23kHz-28kHz.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัย

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์และครูปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ความช่วยเหลือ
และให้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณนักศึกษาที่ช่วยงานวิจัย ได้แก่ นายมงคล บุญยง นายวัชรพล วัฒนสนธิ์ นายกรกช
เทียกสิบุญ และนายกิตติ เจริญทัศน์

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ii
บทคัดย่อภาษาไทย.....	iii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	iv
กิตติกรรมประกาศ.....	v
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1 การทบทวนวรรณกรรม.....	2
2.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	3
2.3 หลักการพื้นฐานของการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ.....	3
2.4 วงจรรีโซแนนซ์.....	6
2.4.1 วงจรรีโซแนนซ์แบบอนุกรม.....	6
2.4.2 วงจรรีโซแนนซ์แบบขนาน.....	8
2.5 กำลังไฟฟ้าสูงสุดของวงจร.....	10
2.6 อินเวอร์เตอร์.....	12
2.7 การควบคุมกำลังไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์รีโซแนนซ์แบบอนุกรม.....	13
2.7.1 การควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีการปรับความถี่.....	13
2.7.2 การปรับความถี่โดยใช้หลักการทางานของเฟสล็อกกลูป.....	14
2.8 หม้อแปลงแยกโดด.....	15
2.8.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของหม้อแปลงแยกโดด.....	16
2.8.2 การออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง.....	16
2.8.3 การกำหนดขนาดของขดลวดที่นำมาใช้พัน.....	18
2.9 ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล TMS320F2812.....	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	21
3.1 โครงสร้างของเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำควบคุมด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ..	21
3.2 จำลองระบบและทดสอบการควบคุมในโปรแกรม PSPICE.....	22
3.3 ออกแบบและสร้างเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ.....	23
3.3.1 วงจรเรียงกระแส.....	23
3.3.2 วงจรอินเวอร์เตอร์.....	23
3.3.3 หม้อแปลงแยกโดด.....	23
3.3.4 โหลดรีโซแนนซ์.....	26
3.3.5 วงจรขับขาเกตของไอจีบีที.....	26
3.3.6 วงจรตรวจจับกระแสไฟฟ้าเกินที่อินพุตของอินเวอร์เตอร์.....	27

3.4 ออกแบบและสร้างระบบควบคุม	28
3.4.1 โครงสร้างของระบบควบคุม	28
3.4.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์.....	28
3.4.2.1 วงจรวัดกระแสไฟฟ้าที่โหลด.....	28
3.4.2.2 วงจรวัดแรงดันไฟฟ้าที่โหลด.....	29
3.4.2.3 วงจรตัดผ่านศูนย์.....	30
3.4.2.4 วงจรตรวจจับเฟส.....	30
3.4.3 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์.....	31
3.4.3.1 อัลกอริทึม.....	31
3.4.3.2 การสร้างสัญญาณ PWM ด้วย TMS320F2812.....	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	36
4.1 ทดสอบวงจรควบคุมกับโหลดรีโซแนนซ์จำลอง.....	36
4.2 ทดสอบวงจรควบคุมกับเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำในการให้ความร้อนกับน้ำ.....	38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	40
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	40
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	
ก. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	42
ข. ตารางกิจกรรม วิธีการ และผลที่ได้รับตลอดโครงการ.....	58
ค. รายงานการเงิน	59