

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง(Induction Heating) ได้มีการนำมาใช้เป็นเวลานานแล้ว แต่หลักการที่ใช้กันโดยทั่วไปนั้นคือ การเปลี่ยนแรงดันไฟสลับที่ได้จากแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz ผ่านวงจรเรกติฟาย และใช้ตัวเก็บประจุที่มีขนาดใหญ่ทำให้ได้คลื่นแรงดันดิซีตรงเรียบที่มีค่าระลอกแรงดันน้อยที่สุดซึ่งจะเรียกต่อไปว่า คลื่นแรงดันดิซีตรงเรียบ แล้วใช้วงจรฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์ เพื่อเปลี่ยนคลื่นแรงดันดิซีตรงเรียบที่ได้เป็นคลื่นแรงดันเอซิสแควร์ซึ่งมีความถี่เท่ากับความถี่สวิทซ์ซิง แล้วทำการป้อนให้กับวงจรเรโซแนนท์อนุกรม RLC ของโหลด ทำให้ได้กระแสฟลักซ์คาเมนทอลที่จ่ายให้กับโหลด ซึ่งการวิเคราะห์สมการกระแสฟลักซ์คาเมนทอลของโหลดเพื่อนำไปสู่การหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านเอซิสแควร์ของอินเวอร์เตอร์ และกำลังไฟฟ้าทางด้านดิซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ได้ถูกวิเคราะห์ไว้แล้ว[1] แต่การใช้ตัวเก็บประจุที่มีขนาดใหญ่นั้นจะส่งผลทำให้กระแสทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz มีลักษณะคลื่นกระแสไม่เป็นคลื่นไซน์ มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ค่าประมาณ 0.5 - 0.6 ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบรวมของแหล่งจ่ายการไฟฟ้าในที่สุด

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้นำเสนอแนวทางแก้ไขเพื่อปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้มีความสูงขึ้น โดยการปลดตัวเก็บประจุที่มีขนาดใหญ่จากด้านเอซิสแควร์ของวงจรเรกติฟายออก ทำให้ได้คลื่นแรงดันดิซีเรกติฟาย 100 Hz ป้อนให้กับอินพุทของอินเวอร์เตอร์ แทนคลื่นแรงดันดิซีตรงเรียบในแบบเก่า เมื่อนำไปผ่านวงจรฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์เพื่อเปลี่ยนคลื่นแรงดันดิซีเรกติฟาย 100 Hz ที่ได้ เป็นคลื่นแรงดันเอซิสแควร์ทางด้านเอซิสแควร์ของอินเวอร์เตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามระดับแรงดันดิซีเรกติฟายทางด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ แล้วนำแรงดันที่ได้ป้อนเป็นแรงดันอินพุทให้กับวงจรเรโซแนนท์อนุกรม RLC ของโหลด เพื่อคำนวณหาค่ากระแสฟลักซ์คาเมนทอลของโหลด นำไปสู่การหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านเอซิสแควร์ของอินเวอร์เตอร์ และยังสามารถนำสมการคลื่นกระแสฟลักซ์คาเมนทอลทางด้านเอซิสแควร์ของอินเวอร์เตอร์ที่สามารถคำนวณได้แล้วนี้ ย้อนกลับไปหาสมการคลื่นกระแสทางด้านดิซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์และนำไปเชื่อมโยงเข้ากับกระแสทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า ซึ่งสามารถหาค่ากระแสนี้ได้ นำไปสู่การหาค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านดิซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์ ค่ากำลังไฟฟ้าด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าและค่าประสิทธิภาพของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์ ในกรณีแรงดันด้านดิซีอินพุทของอินเวอร์เตอร์มีลักษณะเป็นคลื่นแรงดันดิซีเรกติฟาย 100 Hz ได้ในที่สุด

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการ การทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงโดยมีการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz ผ่านวงจรเรกติฟายไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อส่งผ่านหม้อแปลงความถี่สูง ไปยังชุดขดลวดเหนี่ยวนำความร้อนและตัวชิ้นงานที่ต้องการทำให้เกิดความร้อน

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ และคำนวณหาคลื่นแรงดันและกระแสไฟนดามเมนทอลทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ในแต่ละช่วงย่อยของแรงดันดิซีเรกติฟายที่มีการป้อนเข้าทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ คำนวณ และวัดค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ในกรณี ที่คลื่นแรงดันและกระแสเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับแรงดันดิซีเรกติฟายทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกระแสไฟนดามเมนทอลทางด้านเอซีเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์กับคลื่นกระแสดิซีทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ คำนวณ และวัดค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ในกรณีที่ป้อนคลื่นแรงดันดิซีเรกติฟายทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

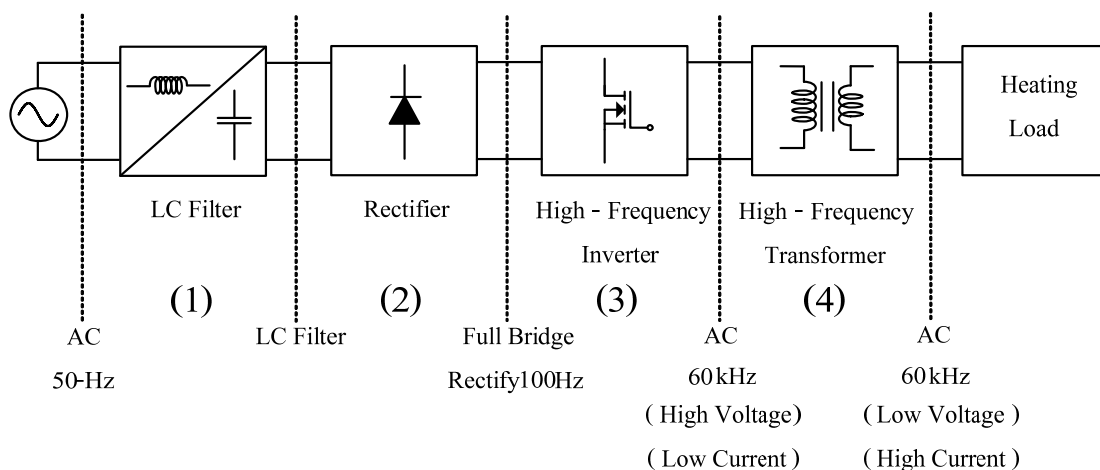
1.2.5 เพื่อวิเคราะห์หาวิธีการเชื่อมโยงกระแสดิซีทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์เข้ากับกระแสทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถคำนวณหาค่าเพาเวอร์แฟ็คเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า ค่าประสิทธิภาพของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์ และค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าได้ในที่สุด

1.2.6 เพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณทางทฤษฎีกับผลที่ได้จากการทดลองของคลื่นแรงดันและ กระแสด้านเอาต์พุตและอินพุตของอินเวอร์เตอร์ รวมทั้งแหล่งจ่ายการไฟฟ้า ด้วยการทดสอบ ภายใต้เงื่อนไข working coil = 4 turns ที่อุณหภูมิชิ้นงาน 400 °C เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องใน ขั้นตอนสุดท้าย

1.2.7 เพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าทั้ง 3 ของระบบรวม ซึ่งได้แก่ ค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านแหล่งจ่าย การไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุตอินเวอร์เตอร์ และค่ากำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตอินเวอร์เตอร์ ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตามกระแสแหล่งจ่ายการไฟฟ้า ด้วยการทดสอบภายใต้เงื่อนไขของ working coil = 2 , 3 , 4 , 5 , 6 turns ที่อุณหภูมิชิ้นงาน 400 °C

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในบทความวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบกับอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง (Induction Heating) ที่ได้ทำการแก้ไขเพื่อปรับปรุงค่าเพาเวอร์เฟ็คเตอร์ให้มีค่าเป็น 1 ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่สูงในระดับ kHz เพื่อให้เกิดกระแสไหลวนที่ตัวชิ้นงานด้วยระดับความลึกระดับหนึ่ง (Skin Depth) เนื่องจากความต้องการในการให้ความร้อนกับชิ้นงานนั้นจะให้ความร้อนกับชิ้นงานเฉพาะบริเวณที่ต้องการจึงทำให้ขดลวดให้ความร้อนเหนี่ยวนำมีจำนวนรอบต่ำทำให้แรงดันทางด้านเอาต์พุตหม้อแปลงความถี่สูงมีปริมาณแรงดันที่ต่ำ ในขณะที่ปริมาณกระแสและความถี่นั้นจะต้องมีค่าที่สูงมาก ดังนั้นในการสร้างชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถกำเนิดกระแสความถี่สูง แรงดันต่ำเพื่อเป็นแหล่งจ่ายป้อนให้กับชุดขดลวดที่พันรอบชิ้นงานที่ต้องการทำให้เกิดความร้อนนั้น อุปกรณ์ไฟฟ้างกล่าวนี้ประกอบไปด้วย วงจรอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์ความถี่สูงในระดับ kHz รวมเข้ากับชุดหม้อแปลงแกนเหล็กเฟอร์ไรท์ชนิด Step-down เพื่อจ่ายเอาต์พุตที่มีแรงดัน กระแส และความถี่ในระดับที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น โดยที่แหล่งจ่ายดีซีทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์นี้จะมีลักษณะเป็นคลื่นแรงดันดีซีเรกติฟาย 100 Hz ที่ได้มาจากวงจรเรกติฟาย ซึ่งได้รับแรงดันมาจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz แนวคิดของระบบโดยรวมทั้งหมดสามารถแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมคร่าวๆได้ดังนี้



รูปที่ 1.1 บล็อกแสดงแนวคิดของระบบโดยรวมของอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง (Induction Heating)

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง การวิเคราะห์อุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง ที่มีค่าเพาเวอร์เฟ็คเตอร์ด้านเข้าไฟสลับเป็น 1 เล่มนี้ ได้แบ่งรายละเอียดการศึกษาและค้นคว้าออกเป็นบทต่างๆทั้งหมด 6 บทดังต่อไปนี้

บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ขอบเขตงานวิจัย ขั้นตอนการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของวงจรฟูลบริดจ์เรโซแนนท์แบบอนุกรมที่ใช้กับ วงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ความร้อนแก่ชิ้นงานด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูง

บทที่ 3 การวิเคราะห์หลักการการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อนโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำความถี่สูง จากด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์มายังด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์

บทที่ 4 การวิเคราะห์หลักการการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อนโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำความถี่สูง จากด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์มายังด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz

บทที่ 5 ผลการทดลองและผลการซิมูเลต

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สำหรับเครื่องต้นแบบของวงจรเรโซแนนท์อินเวอร์เตอร์ที่จ่ายโหลดอุปกรณ์ให้ความร้อน ด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงที่ใช้ในการทดสอบของงานวิจัยมีพิกัดดังต่อไปนี้

- 1) กำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ สามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าได้ในช่วงระหว่าง 200 – 1,800 W
- 2) แรงดันทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ตั้งแต่ 0 - 220 V
- 3) ค่าเพาเวอร์เฟ็คเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz มีค่าเท่ากับ 0.99
- 4) ค่าประสิทธิภาพของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่าง 85–94 %
- 5) ความถี่สวิตช์ 60 kHz

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1.5.1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงในกรณีที่มีแรงดันที่ป้อนให้กับอินเวอร์เตอร์มีลักษณะเป็นคลื่นแรงดันคี่ซึเรกติฟาย 100-Hz

1.5.2 ศึกษาค้นคว้าหาวิธีการปรับปรุงค่าเพาเวอร์เฟ็คเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าให้ มีค่าสูงขึ้น

1.5.3 ศึกษาค้นคว้าหาวิธีการคำนวณหาสมการในแต่ละช่วงย่อยของแรงดันคี่ซึเรกติฟายที่มีการป้อนเข้าทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

1.5.4 ศึกษาค้นคว้าหาวิธีการคำนวณหาสมการของคลื่นแรงดันเอชิตางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์

1.5.5 ศึกษาค้นคว้าหลักการคำนวณองค์ประกอบพินดาเมนทอลของกระแสไหลตรงโซแนนท์อนุกรมของอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงภายใต้เงื่อนไขการป้อนแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ที่มีลักษณะคลื่น 50-Hz ที่เรกติฟายแล้ว

1.5.6 ศึกษาค้นคว้าหลักการคำนวณคลื่นกระแสทางด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ของอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงภายใต้เงื่อนไขการป้อนแรงดันอินพุตอินเวอร์เตอร์ที่มีลักษณะคลื่น 50-Hz ที่เรกติฟายแล้ว

1.5.7 ศึกษาค้นคว้าหลักการคำนวณหาคลื่นกระแสแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz ที่ให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่แหล่งจ่ายเป็น 1

1.5.8 ศึกษาค้นคว้าหลักการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า P_o ด้านเอชิตางด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ค่ากำลังไฟฟ้า P_d ด้านดีซีอินพุตอินเวอร์เตอร์ ตลอดจนค่ากำลังไฟฟ้า P_{in} ด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า รวมไปถึงการคำนวณหาประสิทธิภาพ η ของวงจรรวมระหว่างเรกติฟายเออร์และอินเวอร์เตอร์และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 50-Hz

1.5.9 ทำการสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงที่สามารถปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ทางด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าให้มีค่าสูงขึ้น

1.5.10 ทดสอบและเก็บข้อมูล เพื่อปรับปรุงระบบให้ได้ตามวัตถุประสงค์

1.5.11 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลให้สอดคล้องกับทฤษฎี

1.5.12 จัดทำวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำเครื่องต้นแบบของอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงนี้ไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสามารถนำเอาวิธีการคำนวณวิเคราะห์ หลักการ และผลการทดลองต่างๆ ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปสู่การค้นคว้าและวิจัยในงานวิจัยในด้านอื่นๆ รวมไปถึงงานวิจัยทางด้านอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำความถี่สูงได้ในอนาคตต่อไป