

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้อินเวอร์เตอร์เป็นตัวส่งถ่ายกำลังไฟฟ้า มีการนำมาใช้งานกันแพร่หลายทั้งในทางด้านอุตสาหกรรมและตามที่อยู่อาศัย เนื่องจากมีน้ำหนักเบา และให้รอยเชื่อมที่เรียบเมื่อเทียบกับเครื่องเชื่อมไฟสลับ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นมาแรกๆ ได้มีการประยุกต์ใช้หลักการของการควบคุมแบบเลื่อนเฟส แบบซีรืโรโซแนนท์คอนเวอร์เตอร์[1] และใช้หลักการเทคนิคพีดับนิวเอ็มคอนเวอร์เตอร์ในการสร้าง[2] ซึ่งก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกทางด้านหน้ารบกวนต่อระบบไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอินเวอร์เตอร์ กระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทำให้ค่าตัวประกอบกำลังมีค่าต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านเข้าของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงที่นำเสนอให้มีรูปคลื่นเป็นไซน์ โดยใช้เทคนิคการควบคุมกระแสแบบติดตามขอบเขตฮิสเตอร์รีซิส ให้ไอจีบีทีสองตัวทำงานเป็นสวิตช์ต่อขนานกลับขั้ว(anti-parallel) กับไดโอดคู่ล่างของบริดจ์[3] ข้อดีของโครงสร้างแบบนี้จะทำให้ประหยัดกว่าการใช้ไอจีบีที 4 ตัวแบบเดิมต่อขนานกับไดโอดแต่ละตัวในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟายที่ให้ข้อดีในเรื่องการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าได้สองทิศทาง ซึ่งไม่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ที่ต้องการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าไปทางด้านเอาต์พุตเพียงทิศทางเดียว ส่วนภาคอินเวอร์เตอร์จะเลือกอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดัน เนื่องจากต้องการควบคุมให้แรงดันดีซีเชื่อมต่อมีค่าคงที่ก่อนป้อนให้วงจรฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์ ที่มีการทำงานของสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลังความถี่สูงแบบ 2 ระดับ ซึ่งมีการควบคุมการทำงานของสวิตช์ตัดต่ออิเล็กทรอนิกส์ในภาคอินเวอร์เตอร์นี้โดยใช้เทคนิคการป้อนกลับให้อุปกรณ์สวิตช์ซึ่งทำงานตามค่ากระแสเชื่อมเอาต์พุตที่ต้องการ จากนั้นนำแรงดันเอาต์พุตความถี่สูงไปปรับลดขนาดลงให้มีค่าที่เหมาะสมก่อน โดยใช้หม้อแปลงความถี่สูงเป็นตัวปรับลดขนาดแรงดัน จากนั้นนำแรงดันต่ำไฟสลับความถี่สูงไปผ่านวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟาย ทำให้ได้แรงดันไฟตรงความถี่สูงออกมาแล้วนำไปเชื่อมอาร์คชิ้นงานโลหะโดยผ่านตัวเหนี่ยวนำสะสมพลังงานทางด้านเอาต์พุต ซึ่งจะทำให้ได้กระแสเชื่อมที่มีลักษณะค่อนข้างคงที่โดยมีการกระเพื่อมของกระแสทางด้านเอาต์พุตน้อย

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและวิเคราะห์ เพื่อสร้างวงจรสวิตช์โหมคคอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสแบบมีสวิตช์ต่อคร่อมไดโอดคู่ล่างในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟาย โดยอาศัยเทคนิคของการควบคุมกระแสแบบติดตามของเซตฮิสเตอร์รีซีสมาใช้ควบคุมการทำงานของสวิตช์นี้ เพื่อแก้ไขและปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังทางด้านอินพุตให้มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ในขณะที่วงจรฟูลบริดจ์เรกติฟายทำงานในโหมคเรกติฟายอิ่ง และส่งผ่านกำลังงานไฟฟ้าไปสู่ทางด้านเอาต์พุต และในส่วนวงจรควบคุมกระแสเชื่อมทางด้านเอาต์พุตจะใช้เทคนิคการป้อนกลับที่มีการตรวจจับกระแสเชื่อมทางด้านอินพุตของหม้อแปลงความถี่สูงมาเปรียบเทียบกับกระแสอ้างอิงที่ตั้งกระแสเชื่อมทางด้านเอาต์พุตไว้ นำสัญญาณผิดพลาดที่ได้ไปป้อนให้กับตัวควบคุมแบบพีไอ แล้วนำสัญญาณที่ได้ออกมาไปสร้างสัญญาณควบคุมที่ภาคอินเวอร์เตอร์ต่อไป โดยจะปรับช่วงเวลาการทำงานของสวิตช์ทางภาคอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับกระแสเชื่อมทางด้านเอาต์พุตตามค่าที่ตั้งไว้

1.3 วิธีการวิจัย

1.3.1 ค้นคว้าและศึกษาข้อมูลจากบทความ วารสาร และตำรา ที่สามารถศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิคๆ ที่ใช้ในการสร้างวงจรสวิตช์โหมคคอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสแบบมีสวิตช์ต่อคร่อมไดโอดคู่ล่างในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟาย และวิธีการควบคุมกระแสเชื่อมของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง

1.3.2 จำลองการออกแบบ และวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่นำเสนอนี้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.3.3 ศึกษาและทดลองวงจรที่ใช้ในการควบคุมในส่วนต่างๆ ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่นำเสนอ

1.3.4 สร้างวงจรในแต่ละส่วนและนำมาทดลอง แล้วนำวงจรควบคุมกระแสเชื่อมไปทดสอบในขณะเป็นโหลดความต้านทานและโหลดที่ใช้เชื่อมอาร์คขึ้นงานโลหะจริง จากนั้นนำวงจรควบคุมสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสแบบมีสวิตช์ต่อขนานกลับขั้ว(anti-parallel) กับไดโอดคู่ล่างในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟาย ไปทดสอบในขณะเป็นโหลดความต้านทาน และโหลดที่ใช้เชื่อมอาร์คขึ้นงานโลหะจริง

1.3.5 ออกแบบแก้ไขและปรับปรุงวงจรและนำมาทดลองเพื่อให้ผลเป็นไปตามเป้าหมาย

1.3.6 ทำการทดสอบสภาวะการส่งผ่านกำลังงานทางด้านอินพุตเอาต์พุต

1.3.7 เก็บผลที่ได้จากการจำลองและการทดลองมาเปรียบเทียบกัน

1.3.8 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.3.9 เขียนวิทยานิพนธ์

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1.4.1 สร้างวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสแบบมีสวิตช์ต่อขนานกลับขั้ว (anti-parallel) กับไดโอดคู่ล่างในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟายกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงดันแบบ ขนาด 2,000 วัตต์

1.4.2 ออกแบบวงจรควบคุมที่ใช้ในการควบคุมกระแสเชื่อมและวงจรปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตของเครื่องเชื่อมที่นำเสนอ

1.4.3 สามารถปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตให้เข้าใกล้รูปคลื่นไซน์

1.4.4 ปรับปรุงและแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังทางด้านอินพุตของระบบให้ดีขึ้นเข้าใกล้หนึ่ง

1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการออกแบบและวิเคราะห์ เพื่อสร้างวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสแบบมีสวิตช์ต่อขนานกลับขั้ว(anti-parallel) กับไดโอดคู่ล่างในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟาย เพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์สำหรับสร้างแรงดันไฟสลับความถี่สูง แล้วนำไปป้อนเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงแปลงเป็นไฟสลับแรงดันต่ำความถี่สูง แล้วผ่านไปยังวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟายแปลงเป็นไฟตรงแรงดันต่ำ เพื่อใช้เชื่อมอาร์คขึ้นงานโลหะต่อไป รายละเอียดที่จะกล่าวถึงในวิทยานิพนธ์แบ่งเป็น 7 บท ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษางานวิจัย วิธีการวิจัย ขอบเขตวิทยานิพนธ์ ตลอดจนประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส และการทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบมีการสวิตช์ 2 ระดับ

บทที่ 3 หลักการพื้นฐานและการวิเคราะห์การควบคุมกระแส

บทที่ 4 การสร้างและการออกแบบ วงจรตรวจจับกระแส , วงจรตรวจจับแรงดัน , วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ , วงจรควบคุมแบบพีไอ , วงจรคูณสัญญาณ , วงจรฮิสเตอร์รีชีสรูป , วงจรจับเกท และวงจรป้องกันโอวีวีที ส่วนในระบบควบคุมกระแสเชื่อม ประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นวงจรตรวจจับกระแส , วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ , วงจรควบคุมแบบพีไอ , วงจรผลิตสัญญาณควบคุมชุดอินเวอร์เตอร์ , วงจรจับเกท และวงจรป้องกันมอสเฟต อีกทั้งยังมีการออกแบบตัวเหนี่ยวนำทางด้านอินพุตในวงจรสวิตช์โหมคคอนเวอร์เตอร์และตัวเหนี่ยวนำทางด้านเอาต์พุต , ชุดไดโอดเรกติฟายทางด้านอินพุตและเอาต์พุต , ชุดอินเวอร์เตอร์ , หม้อแปลงความถี่สูง , ขนาดสายตัวนำทางด้านอินพุตและเอาต์พุต

บทที่ 5 ผลการจำลอง , ผลการทดลองเครื่องเชื่อมที่มีการควบคุมกระแสและปรับปรุงรูปคลื่นกระแสด้านอินพุตให้ใกล้เคียงสัญญาณชานัน พร้อมทั้งการพิจารณาคุณภาพทางไฟฟ้า เช่น PF , %THDi , %η

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ

1.6 ประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์

1.6.1 สามารถนำวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสแบบมีสวิตช์ต่อขนานกลับขั้ว (anti-parallel) กับไดโอดคู่ล่างในวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟาย เพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ได้

1.6.2 สามารถนำวงจรฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสมาใช้สร้างสัญญาณแรงดันไฟสลับความถี่สูง ก่อนแปลงเป็นไฟตรงแรงดันต่ำเมื่อผ่านวงจรฟูลบริดจ์เรกติฟายทางด้านเอาต์พุต เพื่อนำไฟตรงที่ได้ไปใช้เชื่อมอาร์คชิ้นงานโลหะได้

1.6.3 สามารถส่งผ่านกำลังงานไฟฟ้าไปยังเอาต์พุตในรูปของความร้อนได้

1.6.4 สามารถปรับปรุงรูปคลื่นกระแสด้านอินพุตให้มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง และสามารถลดค่าความผิดเพี้ยนรวมของกระแสด้านอินพุตของระบบให้ดีขึ้น

1.6.5 สามารถนำเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่นำเสนอไปใช้เชื่อมอาร์คชิ้นงานโลหะที่มีขนาดกระแสเอาต์พุตไม่เกิน 100 แอมป์ได้