หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุปในการวิจัย

การออกแบบเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบวิธีสวิตช์ที่สร้างขึ้นนี้ได้พยายามที่จะใช้วงจรที่ง่ายไม่ซับซ้อนและให้มีอุปกรณ์น้อยชิ้นที่สุดเพื่อให้มีความเชื่อถือได้สูง ดังนั้นเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบวิธีสวิตช์ที่สร้างขึ้นได้เลือกใช้วงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงชนิดชีรีเรโซแนนซ์ทำงานแบบเรโซแนนซ์ภาคแรงดันศูนย์ ทำให้กำลังสูญเสียที่วงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงมีค่าต่ำ และจากการออกแบบส่วนที่เป็นโหลดของของวงจรอินเวอร์เตอร์ให้มีค่า Q ค่อนข้างสูง ทำให้วงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงสามารถทนสภาวะลัดวงจรด้านออกได้ โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรจากภายนอก ส่วนวงจรกำเนิดสัญญาณกำหนดจังหวะการทำงานของทรานซิสเตอร์ใช้หลักการออสซิเลตด้วยตัวเองเมื่อทำงานร่วมกับวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงชนิดชีรีเรโซแนนซ์ ทำให้สวิตช์ไวงานของวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงจะหยุดทำงานเมื่อไม่มีโหลดและจะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อลวดเชื่อมสัมผัสกับชิ้นงาน จากหลักการออสซิเลตด้วยตัวเองของวงจรกำเนิดสัญญาณกำหนดจังหวะการทำงานของทรานซิสเตอร์ ทำให้วงจรควบคุมความถี่สามารถทำได้โดยง่ายเพียงแต่เพิ่มขดลวดและจ่ายกระแสไฟตรงเข้าขดลวดเท่านั้น

เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบวิธีสวิตช์ที่สร้างขึ้นคุณสมบัติดังนี้ กำลังปรากฏด้านเข้าประมาณ 5.5 กิโลวาร์ กำลังเฉลี่ยด้านเข้าของเครื่องเท่ากับ 3.89 กิโลวัตต์ ค่าตัวประกอบกำลังด้านเข้าของเครื่องเท่ากับ 0.70 กำลังด้านออกของเครื่องเท่ากับ 2.88 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องเท่ากับ 0.74 เครื่องเชื่อมนี้สามารถปรับกำลังออกได้ในช่วง 100-40 เปอร์เซนต์ โดยการปรับความถี่การทำงานของวงจรอินเวอร์เตอร์ในช่วง 19.2-24.4 กิโลเฮิรตซ์ ที่กำลังออกสูงสุดสามารถจ่ายกระแสเชื่อมได้ 120 แอมแปร์ แรงดันเชื่อมเท่ากับ 24 โวลต์ ที่กำลังออกต่ำสุดจ่ายกระแสเชื่อมได้ 60 แอมแปร์ แรงดันเชื่อมเท่ากับ 20 โวลต์ จะเห็นได้ว่ากำลังออกสามารถปรับได้ 60 เปอร์เซนต์

โดยการปรับความถี่เพียง 21 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นผลจากการออกแบบให้โหลดของอินเวอร์เตอร์มี Q สูง ทำให้มีข้อดีในแง่ที่วงจรอินเวอร์เตอร์จะทำงานในช่วงความถี่ที่ไม่กว้างนักทำให้ง่ายต่อการออกแบบวงจรสนับเบอร์

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบวิธีสวิตช์ที่สร้างขึ้นกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดไฟกระแสสลับความถี่สูง

ประกอบด้วยอินเวอร์เตอร์ชนิดกึ่งบริดจ์ที่ทำงานแบบเรโซแนนซ์ภาคแรงดันศูนย์ ซึ่งเป็นวงจรที่มีประสิทธิภาพและความเชื่อถือได้สูง ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงขนาดประมาณ 285 โวลต์ให้เป็นแรงดันไฟสลับความถี่ระหว่าง 19.2-24.4 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อจ่ายให้กับโหลดโดยผ่านหม้อแปลงความถี่สูง การเลือกทรานซิสเตอร์กำลังแบบไบโพลาร์ทำงานเป็นสวิตช์ ซึ่งมีข้อดีในแง่ราคาถูกหาง่าย มีความสามารถในการทนต่อแรงดันและกระแสสูง ทำให้ไม่จำเป็นต้องนำทรานซิสเตอร์หลายตัวมาต่อขนานกันเป็นผลให้ส่วนของวงจรอินเวอร์เตอร์นี้มีความซับซ้อนน้อยลง

2. วงจรขับนำทรานซิสเตอร์และวงจรปรับกระแสเชื่อม

ในการออกแบบวงจรขับนำทรานซิสเตอร์และวงจรปรับกระแสเชื่อมได้พยายามที่จะใช้วงจรที่ง่ายไม่ซับซ้อนและให้วงจรมีความเชื่อถือได้สูง ดังนั้นจึงออกแบบให้วงจรขับนำทรานซิสเตอร์ ใช้หลักการออสซิเลตด้วยตัวเอง(Self Oscillate) ส่วนการปรับกระแสเชื่อมใช้วิธีการควบคุมการอิ่มตัวหม้อแปลงขับนำแกนทอรอยด์ โดยการใช้ขดลวดแยกจากกันทำให้มีการแยกโดด (ISOLATE) ระหว่างวงจรขับนำทรานซิสเตอร์และวงจรควบคุมกระแสเชื่อม

3. วงจรกำลังด้านออก

ส่วนนี้คือส่วนของวงจรกำลังที่รับสัญญาณต่อจากวงจรอินเวอร์เตอร์ผ่านหม้อแปลงความถี่สูงไปยังชิ้นงานซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

3.1 หม้อแปลงความถี่สูงทำหน้าที่ลดแรงดันออกของอินเวอร์เตอร์ เพื่อให้มีแรงดันและกระแสที่เหมาะสมสำหรับงานเชื่อมและทำให้มีการแยกโดดระหว่างเครื่องเชื่อมกับชิ้นงาน หม้อแปลงความถี่สูงมีอัตราส่วนของจำนวนรอบปฐมภูมิต่อทุติยภูมิเท่ากับ 3 : 1

3.2 ตัวเก็บประจุที่ต่ออนุกรมกับหม้อแปลงด้านปฐมภูมิ ทำหน้าที่ปิดกั้นองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรงไม่ให้เข้าหม้อแปลงความถี่สูง

3.3 ตัวเหนี่ยวนำที่ต่ออนุกรมด้านปฐมภูมิ ทำให้กระแสโหลดตามหลังแรงดันและทำให้สามารถลัดวงจรด้านออกได้

3.4 ไดโอดกำลังต่อวงจรแบบบริดจ์ทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงความถี่สูง ทำหน้าที่เรียงกระแสไฟสลับความถี่สูงที่ส่งผ่านหม้อแปลง ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อส่งให้กับโหลด นอกจากนี้วงจรแบบบริดจ์ยังช่วยให้ความเหนี่ยวนำของสายไฟเชื่อมไม่มีผลต่อการทำงานของวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง

3.5 ตัวเก็บประจุทางด้านออก ทำหน้าที่กรองแรงดันและกระแสเชื่อมตลอดจนช่วยให้วงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงทำงานอย่างต่อเนื่องในขณะทำการเชื่อม

ข้อเสนอแนะ

1. การควบคุมกระแสด้านออก

ในการควบคุมกระแสด้านออก จะเห็นว่าการปรับความถี่ให้สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้กระแสออกเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากเนื่องจาก Q ของวงจรมีค่าสูง ถ้าต้องการให้ความไวของการเปลี่ยนแปลงของกระแสออกกับความถี่มีค่าต่ำลงทำได้โดยการออกแบบโหลดของอินเวอร์เตอร์ให้มีค่า Q ลดลง นอกจากนี้การออกแบบโหลดของอินเวอร์เตอร์ให้มีค่า Q ลดลงยังมีข้อดีในแง่กระแสด้านออกจะแปรผันตามคุณสมบัติของสวิตช์น้อยลง แต่จะมีผลเสียในแง่ของการควบคุมกระแสออกที่ต้องเปลี่ยนความถี่ในช่วงกว้างขึ้น

2. การลดขนาดของอุปกรณ์กำลัง

ถ้าต้องการลดขนาดของอุปกรณ์กำลัง เช่น การลดขนาดของหม้อแปลงกำลังความถี่สูงและองค์ประกอบที่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์ได้แก่ตัวเหนี่ยวนำ L_s และตัวเก็บประจุ C_s ให้มีขนาดเล็กลง อาจทำได้โดยการขับนำสวิตช์ให้ทำงานที่ความถี่สูงขึ้นและเลือกอุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์ชนิดใหม่ เช่น IGBT ซึ่งโครงสร้างมีลักษณะที่ผสมกันระหว่างทรานซิสเตอร์กำลังชนิดไบโพลาร์และมอสเฟตกำลัง ซึ่งทำให้สามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ดีกว่าทรานซิสเตอร์กำลังชนิดไบโพลาร์