

บทที่ 8

วิจารณ์ผลการทดลอง

วิทยานิพนธ์เรื่องได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การนำเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์มาทดแทนแมกเนติกทรานฟอร์เมอร์ในวงจร DC/DC คอนเวอร์เตอร์ ทั้งนี้เพราะเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการเช่น มีมิติของความสูงที่บางมาก, ทำงานในย่านความถี่สูง และไม่มีสนามแม่เหล็กربกวนขณะทำงาน การศึกษาได้แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

ศึกษาการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์, งานวิจัยนี้ศึกษาที่จะอธิบายการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์ด้วยวงจรสมมูลทางไฟฟ้า โดยไม่ได้ศึกษาจากสมการทาง Physics โดยตรงทั้งนี้เพราะสมการทาง Physics มีความยุ่งยากมากแต่สามารถอธิบายได้ถึงพื้นฐานการทำงาน การอธิบายด้วยวงจรสมมูลจะง่ายกว่า การศึกษาทั้งสองแบบก็มีข้อจำกัดที่สำคัญคือเนื่องจากผู้ผลิตเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์มีอยู่จำนวนจำกัด การให้ข้อมูลของอุปกรณ์ไม่เป็นมาตรฐาน บางบริษัทให้เป็นข้อมูลทาง Physics บางบริษัทให้เป็นข้อมูลของวงจรสมมูลที่ได้จากการวัดที่มีเงื่อนไขการวัดกำหนดอยู่ ดังนั้นถ้าได้ข้อมูลทาง Physics ก็มีปัญหาในการอธิบายการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์ หรือถ้าได้ข้อมูลแบบวงจรสมมูลก็มีเงื่อนไขการวัดบังคับอยู่ ดังนั้นการศึกษาด้วยวงจรสมมูลจึงมีความแม่นยำต่อการทำงานน้อยกว่า ในเรื่องการศึกษาการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์ในระยะต่อไป จึงควรที่จะศึกษาแนวทาง Physics ด้วย

ศึกษาการวัดพารามิเตอร์ของเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์ ได้วัดโดยใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดที่มีอยู่ โดยใช้เทคนิคคล้ายกับการวัดพารามิเตอร์ของทรานฟอร์เมอร์ทั่วไป ซึ่งต้องมีเงื่อนไขในการวัดบางอย่าง แต่เพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์มีค่าของพารามิเตอร์ละเอียดมากดังนั้นการวัดแบบดังกล่าวอาจให้ผลไม่ถูกต้องนัก ซึ่งสามารถแก้ไขได้ถ้ามีเครื่องมือวัดที่วัดค่าของพารามิเตอร์ภายในเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์ได้โดยตรง

ศึกษาวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบ ZVS เพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์สามารถทำงานที่ความถี่สูง ดังนั้นจะมีปัญหา Switching Loss งานวิจัยนี้จึงใช้วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ทำงานแบบ ZVS เพื่อลด Switching Loss ที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปการทำให้สวิตช์ทำงานแบบ ZVS ต้องมีอุปกรณ์ L และ C ประกอบอยู่ในงานวิจัยได้หลีกเลี่ยงที่จะใช้ L และ C ภายนอก โดยได้สังเกตว่าในช่วงความถี่สูงกว่าความถี่เรโซแนนซ์ของเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์ คุณสมบัติทางด้านเข้ามีลักษณะเป็น Inductance ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ทางเข้าตามหลังแรงดันไฟฟ้าที่ทางเข้าซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต้องการของ ZVS ทำให้เทคนิค ZVS ใช้ได้กับเพียโซอิเล็กทริกทรานฟอร์เมอร์เมื่อเลือกความถี่ทำงานสูง

กว่าความถี่รีโซแนนท์ และสามารถออกแบบการทำงานโดยใช้ L และ C ภายในของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์เพื่อประกอบการทำงานแบบ ผลการทดลองที่ได้ให้ประสิทธิภาพ $\approx 92\%$

ศึกษาการควบคุมและวงจรควบคุม ได้ใช้เทคนิคการออกแบบระบบควบคุม โดยใช้เทคนิคของ Bode และใช้วงจรควบคุมแบบ 3 – Pole 2 –Zero ซึ่งผลการทดลองที่ได้ทั้งแบบ Static และ แบบ Dynamic ให้ผลที่ดีกล่าวคือ ผลการทดลองแบบ Static ทั้ง Load Regulation และ Line Regulation ให้ผลการทดลองที่ดีมาก ผลการทดลองแบบ Dynamic เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่โหลดอย่างทันทีทันใดทั้งเพิ่มโหลดหรือลดโหลด การตอบสนองของระบบเร็วมากน้อยกว่า 2.5 ms

ปัญหาหลักของงานวิจัยนี้คือ เพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ ซึ่งจัดหาซื้อได้ยากและที่มีขายจะเป็นลักษณะ ผิดตามใบสั่งและค่าพารามิเตอร์ภายในไม่ประกันว่าได้ตรงตามที่สั่งหรือไม่ ต่อมาจึงได้ให้ MTEC ช่วยในการผลิตแต่ก็มีปัญหาเช่นกันว่า ไม่ทราบจุดทำงานที่ถูกอยู่ที่ไหนทำให้เพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์เสียหายบ่อย แต่อย่างไรก็ตามได้มีความร่วมมือกับนักวิจัยของ MTEC ที่จะร่วมกันพัฒนาต่อไปเพื่อให้ได้ผลการประยุกต์ใช้งานเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ได้มากที่สุด