

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่บางชนิดถูกพัฒนาขึ้นให้มีขนาดบางลง เช่น โทรศัพท์ชนิดจอแบน, จอคอมพิวเตอร์ Notebook เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ก็ต้องมีระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีขนาดที่บางตามไปด้วย โดยทั่วไประบบจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นชนิด Switched – mode Power Supply (เพราะมีขนาดเล็ก) แต่ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้างดงามมีข้อจำกัดที่ต้องใช้ทรานส์ฟอร์เมอร์แบบ แมกเนติก (Magnetic Transformer) (ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางส่งผ่านกำลังไฟฟ้าด้วยสนามแม่เหล็ก) ซึ่งมีความหนาแน่นสูง ทำให้นำไปใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีข้อจำกัดที่ความบางได้ลำบาก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ส่งผ่านกำลังชนิดใหม่ ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางส่งผ่านกำลังไฟฟ้าด้วยการสั่นสะเทือนทางกลคือ เพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์เมอร์ (Piezoelectric Transformer) ที่มีข้อดีที่สำคัญคือ มีขนาดที่บางมาก (ประมาณ 1 mm) และไม่เกิดสนามแม่เหล็กขณะทำงาน ทำให้การรบกวนของสนามแม่เหล็กต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์น้อยมาก นอกจากนั้น เพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์เมอร์ สามารถออกแบบและสร้างให้ทำงานที่ความถี่สูงได้ ซึ่งมีผลทำให้การกำหนดขนาดของความเร็วการทำงานจากระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าทำงานได้ที่มีความถี่สูงตามไปด้วย (ขนาดของวงจรเล็กลง)

ดังนั้นการพัฒนานำเอาเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์เมอร์ มาประยุกต์ใช้แทนแมกเนติกทรานส์ฟอร์เมอร์ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นชนิด Switched – mode Power Supply จึงเป็นหัวข้อวิจัยที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปบ้างแล้ว แต่ในประเทศไทยยังคงมีปัญหาในการพัฒนาอย่างมาก เช่น การจัดหาเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์เมอร์ ซึ่งมีราคาแพงมากและต้องสั่งผลิตโดยเฉพาะ, การทำความเข้าใจคุณสมบัติการแปลงรูปกำลังจากกำลังทางไฟฟ้าเป็นกำลังทางกลและแปลงกลับเป็นกำลังทางไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง, การใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสม และการออกแบบการควบคุมการทำงาน งานวิจัยเรื่องนี้จึงได้รับความสนใจและสนับสนุนให้วิจัยจากหลายฝ่าย เช่น MTEC (National Metal and Materials Technology Center) และ บริษัท DELTA ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO., LTD.

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาหลักการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
2. ศึกษาที่มาของวงจรสมมูลและวิธีการวัดค่าพารามิเตอร์ของวงจรสมมูลของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
3. ศึกษาการวิเคราะห์สมการคุณลักษณะของวงจรสมมูลของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
4. ศึกษาวงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ทำงานร่วมกับเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ได้เหมาะสม
5. ศึกษาวงจรสมมูลรวมของคอนเวอร์เตอร์กับเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
6. ศึกษาการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์คอนเวอร์เตอร์วงจร

1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเกี่ยวกับเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์จะศึกษาโดยใช้วงจรสมมูลทางไฟฟ้าจำลองการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ โดยไม่เข้าไปในการศึกษาการทำงานทาง Physics ของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
2. การศึกษาเกี่ยวกับการวัดพารามิเตอร์ภายในของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์จะใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดที่มีอยู่แล้ว
3. การศึกษาวงจรคอนเวอร์เตอร์สำหรับเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ จะพิจารณาคอนเวอร์เตอร์ที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งได้แก่คอนเวอร์เตอร์ที่สวิตช์ทำงานแบบ Zero Voltage Switching (ZVS) และต้องใช้ประโยชน์จากพารามิเตอร์ภายในของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ที่จะมาประกอบกันเป็นวงจรทำให้สวิตช์ทำงานแบบ ZVS
4. การควบคุมเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ต้องเลือกระบบควบคุมให้เหมาะสมเพราะเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ มีอัตราขยายของแรงดันไฟฟ้าเป็นชนิดควบคุมด้วยความถี่และก่อนที่จะออกแบบระบบควบคุมได้ ต้องวิเคราะห์ Small Signal Model ของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งวิธีวิเคราะห์จะนำเสนอเทคนิคอย่างง่าย
5. การออกแบบวงจรควบคุมจะใช้เทคนิคของการวิเคราะห์ Open Loop Gain ด้วยกราฟของ Bode

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์, การวิเคราะห์พารามิเตอร์ของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์, ออกแบบ DC/DC คอนเวอร์เตอร์ชนิด ZVS แบบ Step – down ที่ใช้เพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์เป็นอุปกรณ์ส่งถ่ายกำลัง, การวิเคราะห์ Small Signal Model ของรีโซแนนท์คอนเวอร์เตอร์, ออกแบบระบบควบคุมและวงจรควบคุมของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์ คอนเวอร์เตอร์

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาหลักการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกและเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
2. ศึกษาวิธีการวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ของวงจรสมมูลของเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
3. ศึกษาแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์
4. ศึกษาการออกแบบระบบควบคุมและวงจรควบคุม
5. ศึกษาการออกแบบวงจรเพียโซอิเล็กทริกทรานส์ฟอร์มเมอร์คอนเวอร์เตอร์
6. การทดลองและผลการทดลอง
7. วิเคราะห์ผลการทดลอง