บทคัดย่อ

หม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกจะทำหน้าที่ในการเพิ่มหรือลดระดับพลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการส่งจ่ายพลังงาน โดยในทางด้านขาเข้าของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกจะแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลก่อนแล้วจึงแปลงพลังงานกลกลับเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้งทางด้านขาออกของหม้อแปลง สำหรับการส่งถ่ายพลังงานทางกลจะส่งถ่ายในรูปแบบของการสั่นสะเทือนโดยจะทำงานในช่วงความถี่ธรรมชาติ สิ่งหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกได้คือกำลังงานสูญเสีย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการคำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติพร้อมกับการจำลองผลการกระจายของค่าศักย์ไฟฟ้าและการกระจัดเชิงกลของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริก โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการการสั่นสะเทือนสำหรับในการหาค่าความถี่ธรรมชาติและสมการความสัมพันธ์ระหว่างทางไฟฟ้ากับทางกลของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกนั้นจะอยู่ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย โดยใช้วิธีไฟไนท์อิลิเมนท์แบบ 3 มิติในการหาผลเฉลย เพื่อที่จะสามารถคาดเดาช่วงความถี่ในการทำงานของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกและสามารถนำผลของค่าศักย์ไฟฟ้าและการกระจัดเชิงกลที่ได้จากการจำลองนั้นนำไปประยุกต์ใช้ในการหาค่ากำลังงานสูญเสียของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกรวมไปถึงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไพอิโซอิเล็กทริกโดยโปรแกรมสำหรับจำลองผลการกระจายของค่าศักย์ไฟฟ้าและการกระจัดเชิงกลพร้อมโปรแกรมคำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติได้ใช้โปรแกรม MATLAB™ ที่พัฒนาขึ้นเองพร้อมตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมด้วยการนำไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSTRACT

A piezoelectric transformer has the main function as an ordinary transformer in order to decrease or increase power level. When applying electric stress on its input terminal, the piezoelectric material converts electrical energy into mechanical energy in form of vibration. This energy transfers through piezoelectric materials, layer by layer, until it reaches the output terminal. The mechanical energy will be transformed back to electric energy. This process is to operate at the natural frequency in order to gain the maximum efficiency and low losses. In this research, calculation of the natural frequency together with electric potential distribution and mechanical displacement for a piezoelectric transformer is determined. Partial differential equations of mechanical vibration coupled with electromagnetic fields for a piezoelectric transformer are formulated and solved by using 3D finite element method (3D-FEM). MATLAB software is employed to simulate electrical and mechanical responses of the piezoelectric transformer. Electrical potential, mechanical displacement, energy losses and overall efficiency are investigated. In addition, comparisons between simulation results with those of the experimental test are made.