

สมศักดิ์ วัชรคุปต์ : การคำนวณความถี่ธรรมชาติและกำลังงานสูญเสียของหม้อแปลง
ไพโซอิเล็กทริกชนิดวงแหวนแบนด้วยวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์แบบ 3 มิติ

(CALCULATION OF NATURAL FREQUENCY AND LOSSES OF CIRCULAR RING
PIEZOELECTRIC TRANSFORMER BY USING 3-D FINITE ELEMENT METHOD)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เผด็จ เผ่าละออ, 218 หน้า.

หม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกจะทำหน้าที่ในการเพิ่มหรือลดระดับพลังงานไฟฟ้าให้
เหมาะสมกับการส่งจ่ายพลังงาน โดยในทางด้านขาเข้าของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกจะแปลง
พลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลก่อนแล้วจึงแปลงพลังงานกลกลับเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง
ทางด้านขาออกของหม้อแปลง สำหรับการส่งจ่ายพลังงานทางกลจะส่งจ่ายในรูปแบบของ
การสั่นสะเทือนโดยจะทำงานในช่วงความถี่ธรรมชาติ สิ่งหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพ
ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกได้คือกำลังงานสูญเสีย ดังนั้นงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้จึงได้ทำการ
คำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติพร้อมกับการจำลองผลการกระจายของค่าศักย์ไฟฟ้าและการกระจัด
เชิงกลของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกชนิดวงแหวนแบน โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ของสมการการสั่นสะเทือนสำหรับการหาค่าความถี่ธรรมชาติและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง
ทางไฟฟ้ากับทางกลของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกนั้นจะอยู่ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย
อันดับสอง โดยใช้วิธีไฟไนต์อีลิเมนต์แบบ 3 มิติในการหาผลเฉลย เพื่อที่จะสามารถคาดเดา
ช่วงความถี่ในการทำงานของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกและสามารถนำผลของค่าศักย์ไฟฟ้าและ
การกระจัดเชิงกลที่ได้จากการจำลองนั้นนำไปประยุกต์ใช้ในการหาค่ากำลังงานสูญเสียของ
หม้อแปลงไพโซอิเล็กทริก รวมไปถึงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริก
โดยโปรแกรมสำหรับจำลองผลการกระจายของค่าศักย์ไฟฟ้าและการกระจัดเชิงกลพร้อมโปรแกรม
คำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติได้ใช้โปรแกรม MATLAB™ ที่พัฒนาขึ้นเองพร้อมตรวจสอบ
ความถูกต้องของโปรแกรมด้วยการนำไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริง

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

SOMSAK VATCHARAKUP : CALCULATION OF NATURAL
FREQUENCY AND LOSSES OF CIRCULAR RING PIEZOELECTRIC
TRANSFORMER BY USING 3-D FINITE ELEMENT METHOD.

THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PADEJ PAO-LA-OR, Ph.D., 218 PP.

NATURAL FREQUENCY/LOSSES/PIEZOELECTRIC TRANSFORMER/3-D
FINITE ELEMENT METHOD

A piezoelectric transformer has the main function as an ordinary transformer in order to decrease or increase voltage 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 thesis, calculation of the natural frequency together with electric potential field distribution and mechanical displacement for a ring-dot piezoelectric transformer is determined. Second order partial differential equations of mechanical vibration coupled with electromagnetic fields for the ring-dot 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.



School of Electrical Engineering

Academic Year 2011

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____