

การออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1 เค วี เอ. 50 เอ็มพียู
แรงดันไฟฟ้าเข้า 220 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าออก 220 โวลต์ คงที่



นายชวลิต คำรงค์รัตน์

004101

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2524

I 15492370

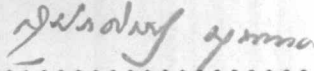
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 1 KVA. 50 Hz. 220-VOLT INPUT VOLTAGE,
220-VOLT CONSTANT OUTPUT VOLTAGE TRANSFORMER

Mr. Chavalit Damrongrat

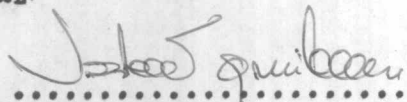
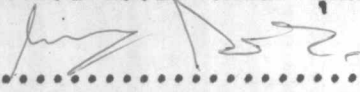
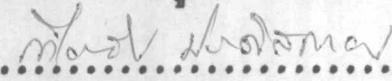
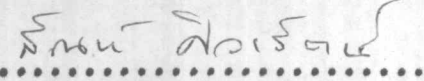
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 1 เค วี เอ. 50 กิโลวัตต์
แรงดันไฟฟ้าเข้า 220 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าออก 220 โวลต์ คงที่
โดย นายชวลิต คำรงค์ตัน
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันต์ ศิวารัตน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้พิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประคิษฐ์ นุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุดมไวยยะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพฑูรย์ ไชยนิล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิสดायน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันต์ ศิวารัตน์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1 เค วี เอ.
50 เกล็ด แรงดันไฟฟ้าเข้า 220 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าออก
220 โวลต์คงที่

ชื่อนิสิต

นายชวลิต คำรงค์น

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันต์ ศิวารัตน์

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา

2524



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด
1 เค วี เอ. 50 เกล็ด โดยต้องการให้แรงดันไฟฟ้าออกขณะต่อโหลดตามพิกัดมีค่าคงที่
220 โวลต์ $\pm 2\%$ ขณะที่แรงดันไฟฟ้าเข้าเปลี่ยนแปลงจากพิกัด $\pm 10\%$

การทำงานของหม้อแปลงชนิดนี้ อาศัยหลักการอิ่มตัวของฟลักซ์ในแกนเหล็ก
และเฟอโรรีโซแนนซ์ประกบกัน เนื่องจากขณะที่ฟลักซ์อิ่มตัวแล้ว ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยน
แปลงแรงดันไฟฟ้าเข้าให้สูงขึ้น แต่ฟลักซ์ภายในแกนเหล็กจะมีค่าเกือบคงที่ จากหลัก
การนี้จึงนำมาออกแบบให้แรงดันไฟฟ้าออกมีค่าคงที่ได้ ส่วนเฟอโรรีโซแนนซ์นั้น นำมา
ใช้เพื่อช่วยทำหน้าที่เก็บและจ่ายพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าให้กับวงจร และรักษาแรงดันตก
ขณะจ่ายโหลดให้น้อยลง ทำให้แรงดันเรกกูเลชันดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดกระแสไฟฟ้า
เข้าให้น้อยลงในขณะที่เกิดรีโซแนนซ์ และทำให้แรงดันไฟฟ้าออกขณะจ่ายโหลดมีรูปคลื่น
ใกล้เคียงไซน์ชื่อยุคอีกด้วย

Thesis Title Design and Construction of a 1 KVA., 50 Hz.
220-Volt Input Voltage, 220-Volt Constant output
Voltage Transformer
Name Mr. Chavalit Damrongrat
Thesis Advisor Assistant Professor Sun Sivaratana
Department Electrical Engineering
Academic Year 1981

ABSTRACT

The object of this thesis is to study, design, and construct a 1 KVA., 50 Hz. transformer. The required loading output voltage is 220-Volt $\pm 2\%$ where as the input voltage variation is within the limit of $\pm 10\%$

The principle of working of this transformer depends on saturation of magnetic flux in the transformer's core and ferro-resonant action. The saturated flux is nearly constant in value with a considerable variation in input voltage. By this principle, the transformer of constant output voltage at no load could be achieved. The ferro-resonant circuit is used to improve the voltage regulation by storing and supplying electro-magnetic energy for the output circuit. Besides, the ferro-resonant effects lessen the input current. It also improve the output voltage wave form to be nearly sinusoidal.



กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายสาขา จนกระทั่งผลงานได้สำเร็จด้วยดี

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุ่นโหวตยะ อดีตหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพฑูรย์ ไชยนิล หัวหน้าภาควิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้แนวความคิดในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์รัชณี แก่นกำจร คณะบริหารธุรกิจ อาจารย์ปวีชา เกื้อคลัง อาจารย์ทรงฤทธิ์ ศิริวัฒน์ อาจารย์สมควร ชัยยุทธ อาจารย์มवलชัย กันทรมงคล อาจารย์เรืองยศ ทั้งชีวินศิริกุล และอาจารย์แผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือค้นคว้าทางคำปรึกษาการ ตลอดจนช่วยชี้แจงเอกสารงานการเขียน การถ่ายรูป และการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันต์ ศิวารัตน์ อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยที่ได้ให้คำแนะนำวางแนวทางให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ณ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 สร้างหม้อแปลงคณแบบเพื่อศึกษา	5
3 วิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลจากหม้อแปลงคณแบบ	14
4 วิธีออกแบบหม้อแปลง	31
5 การสร้างหม้อแปลง	47
6 การทดสอบหม้อแปลง	56
7 สรุปการวิจัยและขอเสนอแนะ	99
เอกสารอ้างอิง	105
ภาคผนวก	106
ประวัติ	120



รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
4.1	ตัวคูณสแตคกิ้ง	34
6.1	ค่าและขนาดของขดลวดที่ใช้ทำหม้อแปลง	57
6.2	คำนวณประสิทธิภาพและแรงดันเรกกูเลชันของหม้อแปลง ...	67
6.3	ทดสอบอุณหภูมิของหม้อแปลงขณะจ่ายโหลดเต็มพิกัด ด้วยวิธีคำนวณความต้านทาน	98

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

2.1 ตำแหน่งการวางขดลวดและทองจาร 7

2.2 แรงดัน V_{22} และกระแส I_{in} ขณะปลด C
ออกจากขด N_c 10

2.3 แรงดัน V_{22} กระแส I_{in} และกระแส I_c
ขณะต่อ C คร่อมขด N_c 11

3.1 ปรับระยะห่างของอากาศขนาด 1.8 ม.ม. กับ 2.4 ม.ม. 16

3.2 ปรับพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กแม่เหล็ก
ขนาด $0.77 A_{Fe}$ และ $0.56 A_{Fe}$ 19

3.3 ปรับค่าคาปาซิแตนซ์ ขนาด $3.3 \mu F$ กับ $4 \mu F$ 22

3.4 เปลี่ยนจำนวนรอบของขดอินพุทจาก 235 รอบ เป็น 273 รอบ ... 25

3.5 เปลี่ยนจำนวนรอบของขดรีเฟล็กสภาพแรงดัน
จาก 980 รอบ เป็น 1197 รอบ 28

4.1 อัตราร่วมของแกนเหล็ก 35

4.2 $B - H$ และ $\mu - H$ ของแกนเหล็ก
ที่ได้จากการทดสอบ 40

4.3 อัตราร่วมแกนเหล็กที่ออกแบบ 41

4.4 ตำแหน่งการวางขดลวดและทองจาร 45

5.1 ตัดแกนเหล็กตัว E วางประกบ 48

5.2 ตัดแกนเหล็กแม่เหล็ก 49

5.3 วิธีสร้างบอบบิ้น 50

5.4 หม้อแปลงแรงดันคงที่ ที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว 53

5.5 กลองใส่หม้อแปลงพร้อมฝาปิด 54

รูปที่	หน้า
5.6	55
6.1	58
6.2	59
6.3	60
6.4	61
6.5	
ที่ P.F. = 0.6 lagging	62
6.6	
ที่ P.F. = 0.8 lagging	63
6.7	
ที่ P.F. = 10	64
6.8	
ที่ P.F. = 0.8 leading	65
6.9	
ที่ P.F. = 0.6 leading	66
6.10	68
6.11	70
6.12	72
6.13	74
6.14	76
6.15	78
6.16	
ขณะไม่ต่อโหลด	80
6.17	

รูปที่

หน้า

	ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.6 lagging.....	81
6.18	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 200 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.8 lagging	82
6.19	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 200 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 1.0	83
6.20	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 200 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.8 leading	84
6.21	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 200 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.6 leading	85
6.22	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 220 โวลต์ ขณะไม่ต่อโหลด	86
6.23	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 220 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.6 lagging.....	87
6.24	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 220 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.8 lagging	88
6.25	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 220 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 1.0	89
6.26	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 220 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.8 leading	90
6.27	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 220 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.6 leading.....	91
6.28	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 240 โวลต์ ขณะไม่ต่อโหลด	92

รูปที่

หน้า

6.29	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 240 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.6 leading	93
6.30	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 240 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.8 lagging	94
6.31	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 240 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 1.0	95
6.32	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 240 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.8 leading.....	96
6.33	รูปคลื่น V_{in} เทียบกับ V_o เมื่อแปร V_{in} ที่ 240 โวลต์ ขณะต่อโหลดที่ P.F. 0.6 leading	97