

การหากระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกิน



นายภาณุกานต์ วจนัประภาศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4339-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DETERMINATION OF RESISTIVE LEAKAGE CURRENT
OF SURGE ARRESTERS

Mr.Panukarn Watprapasak

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

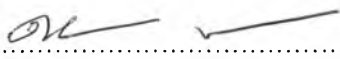
Academic Year 2005

ISBN 974-17-4339-4

481860


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหากระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกิน
โดย นายภาณุกานต์ วัจน์ประภาศักดิ์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ชาณูณรงค์ บาลมงคล


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย เตชะอำนาง)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ชาณูณรงค์ บาลมงคล)


.....กรรมการ
(นายประดิษฐพงษ์ สุขศิริถาวรกุล)

ภาณูกานต์ วัจน์ประกาศดี : การหากระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกิน
(DETERMINATION OF RESISTIVE LEAKAGE CURRENT OF SURGE ARRESTERS)

อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ชาณูณรงค์ บาลมงคล , 62 หน้า , ISBN 974-17-4339-4

การวัดกระแสรั่วเชิงความต้านทาน เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบสภาพของกัปดักแรงดันเกิน
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกิน 3 วิธี
ได้แก่ วิธีการชดเชย วิธีคำนวณโดยจุดบนคลื่น และ วิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบฮาร์มอนิก โดยใช้โปรแกรม
MATLAB ช่วยในการคำนวณ

ผลการศึกษาพบว่า การหากระแสรั่วเชิงความต้านทานวิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบฮาร์มอนิก เป็น
วิธีที่แม่นยำที่สุดเนื่องจากกระแสรั่วเชิงความต้านทานที่คำนวณได้จะไม่มี ความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจาก
ส่วนประกอบฮาร์มอนิกในแรงดันที่ตกคร่อมกัปดักแรงดันเกิน และส่วนประกอบฮาร์มอนิกในกระแสรั่ว
รวมที่ไหลผ่านกัปดักแรงดันเกิน

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่อนิสิต.....ภาณูกานต์ วัจน์ประกาศดี.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2548.....



4570463021 : ELECTRICAL ENGINEERING

KEYWORDS : RESISTIVE LEAKAGE CURRENT / TOTAL LEAKAGE CURRENT

PANUKARN WATPRAPASAK : DETERMINATION OF RESISTIVE LEAKAGE CURRENT
OF SURGE ARRESTERS

ADVISOR : CHANNARONG BALMONGKOL , Dr.Sc.Techn. , 62 pp. , ISBN 974-17-4339-4.

Measurement of resistive leakage current is widely used to detect performance of surge arresters. This thesis presents a comparative study of three methods for determination of resistive leakage current , i.e. Compensation method , Point-on-wave method and Harmonic analysis method by calculating with MATLAB.

It is found that Harmonic analysis is the most effective method because the obtained resistive leakage current is not affected by both harmonics in arrester voltage and total leakage current.

Department.....Electrical Engineering..... Student's signature.....*Panukarn Watprapasak*
Field of study.....Electrical Engineering..... Advisor's signature.....*Channarong Balmongkol*
Academic year...2005.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.ชาญรงค์ บาลมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้แนวทางศึกษาวิจัย แก้ปัญหา และแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย เตชะอำนวง และ คุณประดิษฐพงษ์ สุขศิริถาวรกุล ที่ช่วยตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ บริษัทเอบีบี ประเทศไทย ที่มอบกับดักแรงดันเกินสำหรับใช้ในการ ทดลองหาค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทาน

ขอขอบคุณ กองวิจัย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ให้การช่วยเหลือเกี่ยวกับเครื่องหา ค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทาน LCM.II

ขอขอบคุณพี่ๆทุกท่านในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง สำหรับความช่วยเหลือใน การทดลอง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่น้องของข้าพเจ้า ที่คอย อบรมสั่งสอน เป็นกำลังใจ รวมทั้งสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกด้านมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 บทนำทั่วไป.....	1
1.2 ที่มาของปัญหา	1
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	2
1.4 ขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์.....	2
2. กัมบดักแรงดันเกิน.....	3
2.1 การเลือกใช้งานกัมบดักแรงดันเกิน.....	3
2.2 การตรวจสอบสภาพของกัมบดักแรงดันเกิน.....	6
2.3 การจำแนกวิธีการหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน.....	7
2.4 การหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน.....	8
2.4.1 COMPENSATION METHOD	8
2.4.2 POINT-ON-WAVE METHOD.....	9
2.4.3 HARMONIC ANALYSIS METHOD.....	10
3. การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	12
3.1 การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	12
วิธี COMPENSATION METHOD	
3.2 การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	13
วิธี POINT-ON-WAVE METHOD	
3.3 การใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	14
วิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD	

บทที่	หน้า
3.4 การทดลองใช้โปรแกรม MATLAB หากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	15
4. การทดลองหากระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกิน	20
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	20
4.2 การทดลอง.....	23
4.2.1 การวิเคราะห์การหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	24
4.2.2 การวิเคราะห์การหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	42
เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากเครื่อง LCM.II	
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุป	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
รายการอ้างอิง	51
ภาคผนวก	52
ก. การหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน โดยวิธี COMPENSATION METHOD.....	53
ข. การหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน โดยวิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD	56
ค. การหากระแสรั่วเชิงความต้านทาน โดยเครื่อง LCM.II	58
(LEAKAGE CURRENT MONITORING	
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ส่วนประกอบฮาร์มอนิกของแรงดันที่ป้อนเข้าสู่กับดักแรงดันเกิน	16
3.2 ค่าประสิทธิผลของกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน	19
4.1 ข้อมูลของกับดักแรงดันเกินที่ใช้ในการทดลอง	20
4.2 แรงดันที่จ่ายเข้าสู่กับดักแรงดันเกินเปรียบเทียบกับ U_c และ U_r	24
4.3 ค่ายอดและค่าประสิทธิผลของกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	32
4.4 ส่วนประกอบฮาร์มอนิกของกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	34
4.5 ค่ายอดและมุมเฟสของส่วนประกอบฮาร์โมนิกของกระแสรั่วรวม	36
ที่ไหลผ่านกับดักแรงดันเกินตัวที่ 1	
4.6 การเปลี่ยนแปลงของ I_{r1} เมื่อกระแสรั่วรวมมีค่า T.H.D. แตกต่างกัน	36
4.7 ค่ายอดและมุมเฟสของส่วนประกอบฮาร์มอนิกของ	38
แรงดันที่ตกคร่อมกับดักแรงดันเกินตัวที่ 1	
4.8 การเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบฮาร์มอนิกของกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	38
เมื่อกระแสรั่วรวมมีค่า T.H.D. แตกต่างกัน	
4.9 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิผลของกระแสรั่วเชิงความ	40
ต้านทานวิธี COMPENSATION METHOD กับวิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD	
4.10 ระดับแรงดันที่จ่ายเข้าสู่กับดักแรงดันเกิน 3 ตัว	43
4.11 เปรียบเทียบค่าประสิทธิผลของกระแสรั่วเชิงความต้านทานทั้ง 4 วิธี	45
ก.1 ผลของการอินทิเกรตเมื่อเปลี่ยนค่าคงที่ G	54
ข.1 แสดงค่าส่วนประกอบฮาร์มอนิกของกระแสรั่วเชิงความต้านทานในรูปที่ ข.2	57

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะกระแส-แรงดันของกัปดักแรงดันเกิน	5
2.2 วงจรสมมูลของกัปดักแรงดันเกิน	6
2.3 กระแสรั่วเชิงความต้านทานที่อุณหภูมิต่างกัน	7
2.4 เวลา t_1 และ t_2 ซึ่งเป็นเวลาที่แรงดันตกคร่อมกัปดักแรงดันเกินมีค่าเท่ากัน	9
2.5 เฟสเซอร์ไคอะแกรมของวงจรสมมูลของกัปดักแรงดันเกิน	10
3.1 บล็อกไคอะแกรมในการคำนวณกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	12
วิธี COMPENSATION METHOD	
3.2 เวลา t_1 และ t_2 ซึ่งเป็นเวลาที่แรงดันตกคร่อมกัปดักแรงดันเกินมีค่าเท่ากัน	13
3.3 ขั้นตอนการคำนวณกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	14
วิธี POINT-ON-WAVE METHOD	
3.4 บล็อกไคอะแกรมในการคำนวณกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	15
วิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD	
3.5 วงจรสมมูลของกัปดักแรงดันเกิน	15
3.6 แรงดันที่ป้อนเข้าสู่วงจรสมมูล	16
3.7 กระแสรวมที่ไหลผ่านวงจรสมมูล	17
3.8 กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานคำนวณ โดยทฤษฎีวงจรไฟฟ้า	17
3.9 กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ได้จากโปรแกรม MATLAB	18
4.1 กัปดักแรงดันเกินตัวที่1	21
4.2 กัปดักแรงดันเกินตัวที่2	21
4.3 กัปดักแรงดันเกินตัวที่3	21
4.4 กัปดักแรงดันเกินตัวที่4	22
4.5 กัปดักแรงดันเกินตัวที่5	22
4.6 วงจรที่ใช้ในการทดลอง	23
4.7 ตัวแบ่งแรงดันต่อกับกัปดักแรงดันเกิน	23
4.8 กระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกินตัวที่1	25
4.9 กระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกินตัวที่2	26
4.10 กระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกินตัวที่3	27
4.11 กระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกินตัวที่4	28

รูปที่	หน้า
4.12 กระแสรั่วเชิงความต้านทานของกัปดักแรงดันเกินตัวที่ 5	29
4.13 ค่ายอดและค่าประสิทธิผลของกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	31
4.14 เปรียบเทียบส่วนประกอบฮาร์มอนิกของกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	33
4.15 กระแสรั่วรวมที่ไหลผ่านกัปดักแรงดันเกินตัวที่ 1	35
4.16 แรงดันตกคร่อมกัปดักแรงดันเกินตัวที่ 1	37
4.17 เครื่อง LCM.II ต่อกับกัปดักแรงดันเกิน	42
4.18 เปรียบเทียบค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทานที่ได้จาก 4 วิธี	44
4.19 อัตราส่วนระหว่างค่า I_r และ I_{r3} ของกัปดักแรงดันเกินตัวที่ 1	47
ก.1 แรงดันที่ตกคร่อมกัปดักแรงดันเกิน	53
ก.2 กระแสรั่วรวมที่ไหลผ่านกัปดักแรงดันเกิน	53
ก.3 แรงดันที่ตกคร่อมกัปดักแรงดันเกินเลื่อนเฟสไปข้างหน้า 90 องศา	54
ก.4 กระแสรั่วเชิงความต้านทานที่ได้จากวิธี COMPENSATION METHOD	55
ข.1 แรงดันที่ตกคร่อมกัปดักแรงดันเกิน	56
ข.2 กระแสรั่วรวมที่ไหลผ่านกัปดักแรงดันเกิน	56
ข.3 กระแสรั่วเชิงความต้านทานที่ได้จากวิธี HARMONIC ANALYSIS METHOD	57
ค.1 วงจรสมมูลของกัปดักแรงดันเกิน	58
ค.2 บริเวณที่วัดกระแสรั่วรวมและกระแสโพรบ	59
ค.3 แสดงการต่อเครื่อง LCM เพื่อวัดกระแสรั่วเชิงความต้านทาน	60
ค.4 จอแสดงค่ากระแสรั่วเชิงความต้านทาน	61