

ผลของแรงดันตกชั่วขณะต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไวต่อแรงดัน

นาย สุรชัย โรจน์ขจรนภาลัย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-439-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF VOLTAGE SAG ON VOLTAGE SENSITIVE ELECTRICAL DEVICES

Mr. Surachai Rojkajornnaphalai

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

Department of Electrical Engineering

Graduate School

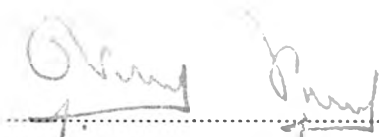
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

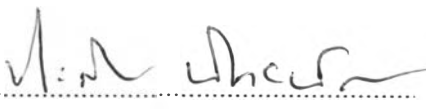
ISBN 974-331-439-3

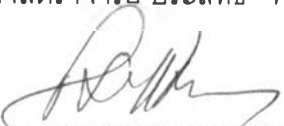
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของแรงดันตกชั่วขณะต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไวต่อแรงดัน
โดย นาย สุรัชย์ โรจน์ขจรนภาลัย
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ไชยะ แซ่ม้อย


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

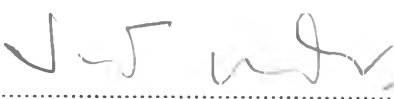

..... คนบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ไชยะ แซ่ม้อย)


..... กรรมการ
(อ. ดร.คมสัน เพ็ชรรักษ์)


..... กรรมการ
(นาย ประกรณ์ เมฆจำเริญ)

สุรัชย์ ไรจน์จรรยาภักดิ์ : ผลของแรงดันตกชั่วขณะต่ออุปกรณ์ที่ไวต่อแรงดัน
(EFFECTS OF VOLTAGE SAG ON VOLTAGE SENSITIVE ELECTRICAL DEVICES)
อ.ที่ปรึกษา : อ.ไชยะ แซ่มซ้าย ; 121 หน้า. ISBN 974-331-439-3

วิทยานิพนธ์ชุดนี้ได้ศึกษามลของแรงดันตกชั่วขณะต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไวต่อแรงดัน โดยทำการ
ศึกษาผลของพารามิเตอร์ต่างๆของแรงดันตกชั่วขณะได้แก่ ขนาด, ช่วงเวลาการเกิด และมุมเฟสการเกิดของ
แรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของอุปกรณ์ตัวอย่างที่นำมาศึกษา ประกอบด้วยคอนแทกเตอร์กระแสลับ
และหลอดปล่อยประจุ ในแก๊สความเข้มแสงสูง จากผลการทดสอบในวิทยานิพนธ์แสดงให้เห็นว่า
พารามิเตอร์ของแรงดันตกชั่วขณะแต่ละชนิดจะมีผลต่อความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์เมื่อค่า
พารามิเตอร์แต่ละค่ามีการเปลี่ยนแปลง

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา พ.ศ. 2541

ลายมือชื่อนิสิต สุรัชย์ ไรจน์จรรยาภักดิ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4070475021 ELECTRICAL ENGINEERING

: MAJOR

KEY WORD: VOLTAGE SAG / VOLTAGE SENSITIVE ELECTRICAL DEVICES

SURACHAI ROJKAJORNPHALAI : EFFECTS OF VOLTAGE SAG ON VOLTAGE SENSITIVE ELECTRICAL DEVICES

ADVISOR : CHAIYA CHAMCHOY 121 pp. ISBN 974-331-439-3

This thesis is focus on the studies of effects of voltage sag on voltage sensitive electrical devices. The effects of amplitude ,duration and phase occurrence of voltage sag on operating performance of AC. contactors and High Intensity Discharge Lamps (HID. Lamps) are investigated. The results show that the operating performance of sample devices are diverted when each parameter is varied.

ภาควิชา..... วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา..... วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา..... พ.ศ. 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... *สุรชัย โภษิตานนท์*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Ch. Chamchoy*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ อ.ไชยะ แซ่มซ้อย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย ผศ.ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ อ.ดร.คมสัน เพ็ชรรักษ์ และคุณประภรณ์ เมฆจำเริญ ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการตรวจสอบและแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณบริษัทฟิลิปส์อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของอุปกรณ์ตัวอย่างในการทดสอบ คือหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง และขอขอบพระคุณเป็นพิเศษสำหรับ ศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนในการศึกษาตลอดหลักสูตร บริษัท ไทยวอนกันท์ จำกัด กลุ่มวัสดุก่อสร้าง เครื่องปูนซีเมนต์ไทย ที่ได้อนุญาตให้ลาศึกษาต่อ

และขอขอบพระคุณบิดา-มารดาที่ให้กำลังใจเสมอมาตลอดทุกๆท่านที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุรชัย วิจารณ์ขจรนภาลัย

เมษายน 2542

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ	ซ
1. บทนำ	
1.1 แนวความคิดและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตโครงการวิทยานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์	3
2. ปรากฏการณ์ความผิดปกติในระบบไฟฟ้า	
2.1 คุณภาพของระบบไฟฟ้า	5
2.1.1 ชนิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้า	5
2.2 ชนิดของความผิดปกติในระบบไฟฟ้า	
2.2.1 ความผิดปกติด้านรูปคลื่นแรงดัน	5
2.2.2 ความผิดปกติทางด้านรูปคลื่นกระแส	6
2.2.3 ความผิดปกติทางด้านความถี่ของรูปคลื่น	6
3. ประเภทของความผิดปกติในระบบไฟฟ้า	
2.3.1 ทรานเซียนส์.....	7
2.3.2 ความผิดปกติทางด้านแรงดันแบบช่วงเวลาสั้น	8
2.3.3 ความผิดปกติทางด้านแรงดันแบบช่วงเวลานาน	10
2.3.4 แรงดันไม่สมดุล	11
2.3.5 ความผิดเพี้ยนรูปคลื่น	11
2.3.6 แรงดันกระเพื่อม	13
2.3.7 ความผิดปกติแบบความถี่ระบบไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง	14

3. แรงดันตกชั่วขณะ	
3.1 นิยามของแรงดันตกชั่วขณะ	17
3.2 สาเหตุของการเกิดและผลกระทบของแรงดันตกชั่วขณะ	19
3.3 คุณลักษณะของแรงดันตกชั่วขณะ	22
3.4 ผลกระทบของแรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	27
3.5 ผลกระทบของแรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของหลอดปล่อยประจุ ในแก๊สความเข้มแสงสูง	31
4. วิธีการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะ	
4.1 อุปกรณ์ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ	36
4.2 อุปกรณ์ทดสอบ	36
4.3 การต่อวงจรทดสอบ	37
4.4 ขั้นตอนการทดสอบ	39
5. ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	
5.1 ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	40
5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	46
5.2.1 ผลของขนาดแรงดันตกต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	47
5.2.2 ผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	52
5.2.3 ผลของมุมเฟสการเกิดแรงดันตกต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ	54
5.3 การเปรียบเทียบกราฟผลการทดสอบหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง และกราฟ CBEMA	55
6. ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	
6.1 ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	59
6.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	65
6.2.1 ผลของขนาดแรงดันตกต่อการทำงานของหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	67
6.2.2 ผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกต่อการทำงานของหลอดปล่อยประจุใน แก๊สความเข้มแสงสูง	69
6.2.3 ผลของมุมเฟสการเกิดแรงดันตกต่อการทำงานของหลอดปล่อยประจุ ในแก๊สความเข้มแสงสูง	70

6.3 การเปรียบเทียบกราฟผลการทดสอบหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง และกราฟ CBEMA	72
7. สรุปและข้อเสนอแนะ	76
รายการอ้างอิง	78
ภาคผนวก	
1. การวิเคราะห์กระแสที่ไหลผ่านขดลวดของคอนแทกเตอร์เนื่องผลของแรงดันตกชั่วขณะ ..	80
2. ผลการทดสอบอุปกรณ์ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ	84
ประวัติผู้เขียน.....	121

สารบัญตาราง

	หน้า
2.1 การแบ่งกลุ่มและคุณลักษณะของปรากฏการณ์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบ ไฟฟ้ากำลัง	16
3.1 ค่าแรงดันเน็ทเวอร์คต่อระยะทางจากจุดที่เกิดความผิดปกติ	24
3.2 ผลของการต่อหม้อแปลงที่มีต่อแรงดันผิดปกติทางด้านทุติยภูมิ	25
3.3 ช่วงเวลาขจัดความผิดปกติของอุปกรณ์ป้องกัน	26

สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างความผิดปกติด้านรูปคลื่นแรงดัน	6
2.2 ตัวอย่างความผิดปกติด้านรูปคลื่นกระแส	6
2.3 ตัวอย่างความผิดปกติด้านรูปคลื่นความถี่ของรูปคลื่น	6
2.4 ทรานเซียนส์แบบอิมพัลส์	7
2.5 ทรานเซียนส์แบบแกว่ง	7
2.6 แรงดันดับในช่วงเวลาสั้น	8
2.7 แรงดันตกชั่วขณะ	8
2.8 แรงดันเกินชั่วขณะ	9
2.9 แรงดันไม่สมดุล	11
2.10 ความผิดปกติจากรูปคลื่นมีส่วนประกอบกระแสตรงปนอยู่	12
2.11 ฮาร์มอนิกส์	12
2.12 รูปคลื่นมีรอยบาก	13
2.13 แรงดันกระเพื่อม	14
2.14 ความถี่ระบบไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง	14
2.15 สัดส่วนความผิดปกติต่างๆ	15
3.1 แรงดันตกชั่วขณะ	17
3.2 นิยามของความผิดปกติตามมาตรฐาน PrEN 50160-1993	18
3.3 นิยามของความผิดปกติตามมาตรฐาน IEEE Std. 1159-1995	18
3.4 ผลของแรงดันตกชั่วขณะอันเนื่องจากการเริ่มเดิน มอเตอร์ที่มีขนาดกำลังสูง	19
3.5 ระบบจำหน่ายในระบบไฟฟ้ากำลัง	20
3.6 กราฟขนาดและช่วงเวลาของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	21
3.7 เน็ทเวิร์กระบบไฟฟ้าพื้นฐานในการพิจารณาแรงดันตกชั่วขณะ	22
3.8 ระบบไฟฟ้าบัสมีจำนวนบัสมากกว่า100บัสที่ใช้ในการวิเคราะห์	24
3.9 คุณลักษณะของแรงดันตกชั่วขณะ	27
3.10 ตัวอย่างคอนแทกเตอร์กระแสสลับแบบต่างๆที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	27
3.11 คอนแทกเตอร์พื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์	29
3.12 กราฟความสัมพันธ์ค่าแรงดัน (V) , กระแส (I) และค่าแรง(f_m)	30

3.13 ประเภทของหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	31
3.14 กระบวนการเกิดการเกิดเปล่งแสงของหลอดปล่อย ประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	33
3.15 พารามิเตอร์ในขณะเกิดลำอิเล็กตรอนในขบวนการเปล่งแสงของหลอดปล่อย ประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	34
3.16 วงจรการทดสอบคอนแทกเตอร์กระแสลับ	37
4.1 วงจรการทดสอบหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูงชนิดหลอดแสงผสม	38
4.2 วงจรการทดสอบหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูงชนิดหลอดไอ ปรอทความดันสูง	38
4.3 วงจรการทดสอบหลอดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูงชนิดหลอดโลหะฮาไลด์	39
5.1 ตำแหน่งการตรวจจับสัญญาณแสดงสภาวะการทำงานของคอนแทกเตอร์	40
5.2 สัญญาณสภาวะการทำงานของคอนแทกเตอร์ขณะได้รับผลของแรงดันตกชั่วขณะ	41
5.3 กราฟผลการทดสอบขนาดและช่วงเวลาการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะของ คอนแทกเตอร์ขนาด 22 A	43
5.4 กราฟผลการทดสอบขนาดและช่วงเวลาการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะของ คอนแทกเตอร์ขนาด 32 A	44
5.5 กราฟผลการทดสอบขนาดและช่วงเวลาการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะของ คอนแทกเตอร์ขนาด 50 A	45
5.6 รูปสัญญาณสภาพการทำงาน of คอนแทกเตอร์ขนาด 32 A ภายใต้สภาพ มุมเฟสที่มีความสมมาตร	47
5.7 รูปสัญญาณผลการทดสอบขนาดของแรงดันตกชั่วขณะที่มีต่อการทำงาน of คอนแทกเตอร์	48
5.8 กราฟแบบจำลองของกระแสยกกำลังสองที่ไหลผ่านขดลวดของคอนแทกเตอร์ ที่ขนาดแรงดันตกชั่วขณะต่างๆ	49
5.9 สัญญาณจากการทดสอบคอนแทกเตอร์กระแสลับขนาด 32A ที่มุมเฟสการ เกิด 0° ณ.ขนาดและช่วงเวลาต่างๆ	51
5.10 รูปสัญญาณผลการทดสอบช่วงเวลาของแรงดันตกชั่วขณะที่มีต่อการ ทำงานของคอนแทกเตอร์	52

5.11 กราฟจำลองแบบของกระแสวิกัลงสองที่ไหลผ่านขดลวดของคอนแทกเตอร์ ช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ	53
5.12 รูปสัญญาณผลการทดสอบมุมเฟสการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะที่มีต่อ การทำงานของคอนแทกเตอร์	55
5.13 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาด 22 A และกราฟCBEMA	56
5.14 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาด 32 A และกราฟCBEMA	57
5.15 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาด 50 A และกราฟCBEMA	58
6.1 ตำแหน่งการจับสัญญาณการทดสอบโหลดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	59
6.2 สัญญาณของแรงดันและกระแสแสดงสถานะการทำงานโหลดปล่อยประจุ ในแก๊สความเข้มแสงสูง	60
6.3 กราฟผลการทดสอบโหลดแสงผสมที่ขนาดและช่วงเวลาการเกิดของ แรงดันตกชั่วขณะที่มีมุมเฟสค่าต่างๆ	62
6.4 กราฟผลการทดสอบโหลดไอปรอทความดันสูงที่ขนาดและช่วงเวลาการเกิด ของแรงดันตกชั่วขณะที่มีมุมเฟสค่าต่างๆ	63
6.5 กราฟผลการทดสอบโหลดโลหะฮาไลด์ที่ขนาดและช่วงเวลาการเกิดของ แรงดันตกชั่วขณะที่มีมุมเฟสค่าต่างๆ	64
6.6 ผลของมุมที่สมมาตรของแรงดันตกชั่วขณะต่อโหลดปล่อยประจุในแก๊ส ความเข้มแสงสูง	66
6.7 ผลของขนาดแรงดันตกชั่วขณะต่อโหลดปล่อยประจุในแก๊สความเข้มแสงสูง	68
6.8 ผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะต่อโหลดปล่อยประจุในแก๊ส ความเข้มแสงสูง	69
6.9 ผลของมุมเฟสการเกิดแรงดันตกชั่วขณะต่อโหลดปล่อยประจุในแก๊ส ความเข้มแสงสูง	71
6.10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบโหลดแสงผสมและ กราฟ CBEMA	73

6.11 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบหลอด	
แสงผสมและกราฟ CBEMA74
6.12 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบหลอด	
โลหะฮาไลด์และกราฟ CBEMA75