

การทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์แบบอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์



นาง นิตย์ เพ็ชรรักษ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-406-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018834;1785767X

AUTOMATIC IMPULSE HIGH VOLTAGE TESTING CONTROLLED
BY MICROPROCESSOR



Mrs. NIT PETCHARAKS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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


1993

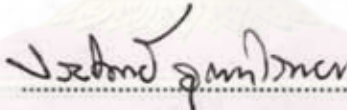
ISBN 974-582-406-2


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์แบบอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์
โดย นาง นิตย์ เพ็ชรรักษ์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สාරวย สังข์สะอาด
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ

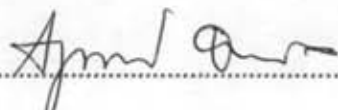


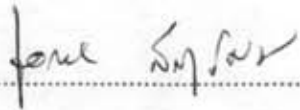
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ดาวร วัชรากัย)


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประโมทย์ อุนท์ไวทยะ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สාරวย สังข์สะอาด)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย สีลาธรรม)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นิพนธ์ เพ็ชรรักษ์ : การทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์แบบอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครโพรเซสเซอร์
(AUTOMATIC IMPULSE HIGH VOLTAGE TESTING CONTROLLED BY MICROPROCESSOR)

อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สำรวย สังข์สะอาด, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ

61 หน้า. ISBN 974-582-406-2

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นรายงานการศึกษา เกี่ยวกับการพัฒนาออกแบบและสร้างระบบการทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์แบบอัตโนมัติที่ควบคุมโดยไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อใช้ควบคุมการทดสอบช่วยผู้ปฏิบัติงานการทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤตใช้วิธีรับขึ้น-ลง และวิธีแรงดันหลายระดับ และการทดสอบความคงทนอยู่ได้ต่อแรงดันอิมพัลส์ทั้งแบบทราบและไมทราบค่าแรงดันทนอิมพัลส์ที่กำหนดของวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงต่างๆ การทดสอบสมรรถนะของระบบทดสอบอัตโนมัติทำการหาค่าอิมพัลส์วิกฤตและอิมพัลส์ทนได้ของลูกถ้วยฉนวนปอร์ซเลนตัวอย่างแบบก้านตรง 56-2 ผลจากการทดสอบใช้งานแสดงให้เห็นว่าระบบทดสอบอัตโนมัติสามารถควบคุมการทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์ได้ดังที่ออกแบบไว้



ศูนย์วิทยพัช
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

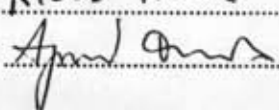
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง

ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิพนธ์ 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

C115709 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: AUTOMATIC IMPULSE TESTING / MICROPROCESSOR

NIT PETCHARAKS : AUTOMATIC IMPULSE HIGH VOLTAGE TESTING CONTROLLED
BY MICROPROCESSOR. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.DR.SAMRUAY SANGKASAAD,
THESIS COADVISOR : DR.SOMBOON CHONGCHAIKIT, 61 pp. ISBN 974-582-406-2

This thesis presents the development, design and construction of an automatic impulse high voltage testing system controlled by microprocessor for assisting an operator. The critical impulse voltage test can be carried out by up and down method or multilevel method. The impulse withstand voltage test at specified rated voltage or at statistical impulse withstand voltage of high voltage equipment can also be performed. The performance of the automatic testing system was tested by performing the critical impulse and withstand voltage tests on samples of pin insulator 56-2 and pin-post insulator 56-2. The experiments showed that the automatic impulse voltage testing system could perform these tests as designed.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง

ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต นิต เพ็ชรรักษ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ร. ร.

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สม. ร.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง
ของรองศาสตราจารย์ สारวยสังข์สะอาด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณา
ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด จึงขอขอบพระคุณท่าน ณ ที่นี้
และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้คำ
แนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ อาจารย์วีรพันธ์ รั้งษ์วิจิตรประภา,
คุณถาวร เอื้อดี, คุณสุริยง เลิศกุลวานิช, คุณวิภา แสงพิลลิตี, คุณจิระชัย ทองทิพยา และ
คุณธรรมศักดิ์ แจ่มศรี ที่มีส่วนช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี และขอขอบ
พระคุณฝ่ายวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาสับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

ทำยนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ อาจารย์คมสัน เพ็ชรรักษ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา
เป็นกำลังอันสำคัญและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 ที่มาของปัญหา	2
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
2. การทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์	4
2.1 การสร้างแรงดันสูงอิมพัลส์	4
2.2 วิธีการทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์	9
2.2.1 การทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤต	11
2.2.1.1 วิธีวัดแรงดันหลายระดับ	11
2.2.1.2 วิธีปรับขึ้น-ลง	12
2.3 การควบคุมการทดสอบแรงดันอิมพัลส์แบบเดิม	12
2.4 การควบคุมการทดสอบแรงดันอิมพัลส์แบบใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์	15
3. การออกแบบระบบควบคุมการทดสอบแรงดันอิมพัลส์แบบอัตโนมัติ ..	19
3.1 การออกแบบและประกอบสร้างวงจรควบคุม	19
3.1.1 วงจรอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์ กับอุปกรณ์อื่นๆ	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 การควบคุมแรงดันอัดประจุ 0 ถึง ± 100 กิโลโวลต์ ด้วยเอสซีอาร์	23
3.1.3 ส่วนควบคุมพัลส์ไกสวิตช์	28
3.1.4 วงจรอ่านค่ายอดแรงดันอิมพัลส์	28
3.1.5 วงจรตรวจจับกระแสเบรกดาว์น	29
3.1.6 วงจรแสดงผลทางเครื่องพิมพ์	31
3.1.7 วงจรแสดงผลทางหน้าปัทม์	31
3.1.8 วงจรรับข้อมูลจากแป้นกดและสวิตช์ควบคุม	33
3.1.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง	33
3.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทดสอบ	38
3.2.1 โปรแกรมการรับข้อมูลและคำสั่ง	38
3.2.2 โปรแกรมควบคุมการเพิ่มแรงดันอัดประจุ	39
3.2.3 โปรแกรมการทดสอบแรงดันอิมพัลส์ วิธีปรับขึ้น-ลง	41
3.2.4 โปรแกรมการทดสอบแรงดันอิมพัลส์ วิธีแรงดันหลายระดับ	43
3.2.5 โปรแกรมการทดสอบความคงทนต่อแรงดัน อิมพัลส์	44
3.2.5.1 แบบทราบค่าแรงดันทนอิมพัลส์	44
3.2.5.2 แบบไม่ทราบค่าแรงดันทนอิมพัลส์ ...	45
4. การทดสอบและการวิเคราะห์ผล	47
4.1 การทดสอบวงจรควบคุมแต่ละส่วน	47
4.1.1 การทดสอบวงจรควบคุมแรงดันอัดประจุ	47
4.1.2 การทดสอบวงจรควบคุมพัลส์ไกสวิตช์	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.3 การทดสอบวงจรตรวจจับการเกิดวาบไฟ	49
4.2 การทดลองใช้งาน	49
4.2.1 การทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤต	49
4.2.1.1 ทดสอบด้วยวิธีปรับขึ้น-ลง	50
4.2.1.2 ทดสอบด้วยวิธีแรงดันหลายระดับ	52
4.2.1.3 การทดสอบซ้ำเดิม	54
4.2.2 การทดลองใช้ทดสอบความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์ ..	54
4.2.2.1 ทดสอบแบบทราบค่าแรงดันทนอิมพัลส์ ..	54
4.2.2.2 ทดสอบแบบไม่ทราบค่าแรงดันทนอิมพัลส์ .	54
4.3 การวิเคราะห์ผล	55
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	57
5.1 สรุป	57
5.1.1 สรุป	57
5.1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	57
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก ตารางแสดงขนาดแรงดันทนอิมพัลส์กำหนด	64
ภาคผนวก ข วงจรอิเล็กทรอนิกส์	66
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน	75
ภาคผนวก ง โปรแกรมการทดสอบ	79
ประวัติผู้เขียน	95

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
3.1 แอดเดรสของไอซี 8255	23
4.1 ผลการทดสอบการส่งผ่านสัญญาณอนาลอกด้วยออปโตคัปเปลอร์	47
4.2 ผลการทดลองควบคุมแรงดันอัดประจุ	48
4.3 ผลการทดสอบหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการทดสอบหาค่าแรงดัน อิมพัลส์วิกฤตด้วยวิธีปรับขึ้น-ลง	50
4.4 ผลการทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤตของลูกถ้วยแบบก้านตรง 56-2 ด้วยวิธีปรับขึ้น-ลงและวิธีแรงดันหลายระดับ	53
4.5 ผลการทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤตของลูกถ้วยแบบก้านตรง 56-2 ชั่วบวกด้วยวิธีปรับขึ้น-ลง ในวัน เวลา และสภาวะบรรยากาศที่แตกต่างกัน	54
4.5 ผลการทดสอบความคงทนอยู่ได้ต่อแรงดันอิมพัลส์ของลูกถ้วย แท่งก้านตรง	55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่		
2.1	แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่ารูปคลื่นมาตรฐาน $1.2/50 \mu\text{s}$	4
2.2	แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นสวิตชิงรูปคลื่นมาตรฐาน $250/2500 \mu\text{s}$	5
2.3	แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นตัดหลังคลื่น	6
2.4	แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นตัดหน้าคลื่น	7
2.5	วงจรพื้นฐานเครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์	8
2.6	เครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์แบบหลายขั้น	9
2.7	ความน่าจะเป็นเกิดวาบไฟของฉนวนเมื่อรับแรงดันอิมพัลส์	10
2.8	เส้นกราฟใช้หาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤต	11
2.9	ผังแสดงระบบการทดสอบแรงดันอิมพัลส์	13
2.10	การควบคุมแรงดันเข้าโดยใช้เอสซีอาร์แบบควบคุมเฟส	14
2.11	ผังแสดงส่วนประกอบระบบการทดสอบแรงดันสูงอิมพัลส์แบบอัตโนมัติ ..	16
2.12	แสดงวิธีตรวจจับกระแสเบรกดาว์นของระบบ ควบคุมแบบอัตโนมัติ	17
3.1	แผนผังหน่วยความจำ	21
3.2	ผังแสดงการอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับเครื่อง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับ อุปกรณ์อื่นๆ	22
3.3	วงจรอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับส่วนควบคุม แรงดันเกิดเอสซีอาร์	24
3.4	วงจรอ่านค่าแรงดันอัดประจุ	25
3.5	ออปโตคัปเปิลอร์	26
3.6	วงจรออปโตคัปเปิลอร์ส่งผ่านสัญญาณนอกแบบ two-matched emitter-detector pairs	27
3.7	วงจรควบคุมพัลส์ไกสวิตซ์	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
3.8 วงจรอ่านค่ายอดแรงดันอิมพัลส์	29
3.9 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับกระแสเบรกดาวน	30
3.10 ผังวงจรตรวจจับกระแสเบรกดาวน	30
3.11 วงจรแสดงผลทางเครื่องพิมพ์	31
3.12 องค์ประกอบต่างๆบนหน้าปัทม์	32
3.13 วงจรขับ 7 SEGMENT	33
3.14 วงจรขับไดโอดปล่อยแสง	33
3.15 วงจรรับข้อมูลจากปั้นกุดและสวิตช์ควบคุม	34
3.16 แสดงการประกอบวงจรควบคุมส่วนต่างๆของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ..	35
3.17 เครื่องควบคุมอัตโนมัติที่ประกอบสมบูรณ์แล้ว	36
3.18 ส่วนประกอบภายในของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ	36
3.19 ตู้โลหะที่บรรจุเครื่องควบคุมอัตโนมัติ เครื่องควบคุมตัวจ่ายแรงดัน อัดประจุ เครื่องวัดค่ายอดแรงดันอิมพัลส์	37
3.20 ขั้นตอนโปรแกรมควบคุมการทดสอบ	38
3.21 ขั้นตอนโปรแกรมการรับข้อมูล	39
3.22 ขั้นตอนการเพิ่มแรงดันอัดประจุ	40
3.23 ขั้นตอนโปรแกรมการทดสอบตามวิธีปรับขึ้น-ลง	42
3.24 โปรแกรมการทดสอบตามวิธีวัดแรงดันหลายระดับ	44
3.25 ขั้นตอนการทดสอบความคงทนอยู่ได้ต่อแรงดันอิมพัลส์ที่ ทราบขนาดแรงดันทนอิมพัลส์	45
3.26 ขั้นตอนการทดสอบความคงทนอยู่ได้ต่อแรงดันอิมพัลส์ที่ ไม่ทราบขนาดแรงดันทนอิมพัลส์	46

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันอัดประจุกับแรงดันเกตเอสซีอาร์ .	48
4.2 ผลการทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤตด้วยวิธีปรับขึ้น-ลง จำนวน 40 ครั้ง	50
4.3ก ผลการทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤตชั่ววอกของลูกถ้วย แบบก้านตรง 56-2 ด้วยวิธีปรับขึ้น-ลง เชิงกราฟ	51
4.3ข ผลการทดสอบหาค่าแรงดันอิมพัลส์วิกฤตชั่ววอบของลูกถ้วย แบบก้านตรง 56-2 ด้วยวิธีปรับขึ้น-ลง เชิงกราฟ	51
4.4ก กราฟแสดงความสัมพันธ์เปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นที่จะเกิดวาทไฟกับ ขนาดแรงดันอิมพัลส์ชั่ววอกของลูกถ้วยแบบก้านตรง 56-2 ที่ทดสอบด้วยวิธีแรงดันหลายระดับ	52
4.4ข กราฟแสดงความสัมพันธ์เปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นที่จะเกิดวาทไฟกับ ขนาดแรงดันอิมพัลส์ชั่ววอบของลูกถ้วยแบบก้านตรง 56-2 ที่ทดสอบด้วยวิธีแรงดันหลายระดับ	52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย