ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249556

การออกแบบสร้างโหลดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดทอนแรงดันไฟฟ้าเกิน ในระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ

Mr. Sengphanphone Outsa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249556
b00253969

การออกแบบสร้างโหลดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดทอนแรงดันไฟฟ้าเกินในระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ

Mr. Sengphanphone Outsa B.Eng (Electrical Engineering)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รศ.ดร.ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบสร้างโหลดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดทอนแรงดันไฟฟ้าเกินในระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	Mr.Sengphanpone Outsa
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	ครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

249556

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบวงจรป้องกันลดทอนแรงดันไฟเกินในระบบไฟฟ้าแรงต่ำ โดยใช้อุปกรณ์ลดทอนแรงดันแบบเดิม Gas Discharge Tube (GDT) Metal Varistor Oxide (MOV) ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถป้องกัน ไฟกระโชกช่วงสั้น โดยใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับใช้ป้องกันไฟฟ้ากระโชกช่วงยาว เป็นเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งสามารถผ่านการทดสอบด้วยแรงดันดันอิมพัลส์ตามมาตรฐาน IEEE C62.41-1991 ระดับแรงดัน 1000-6000 V (1.2/50uS) ผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันปรากฏว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่านไปยังโหลดอยู่ในช่วงที่ปลอดภัยและโหลดยังคงทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้อุปกรณ์ป้องกันสามารถปรับปรุงแก้ไขคุณภาพกำลัง ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของประเทศไทยได้ตรงจุดมากกว่าอดีต ทั้งยังช่วยเพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้าได้

คำสำคัญ: แรงดันไฟฟ้าเกิน / เสถียรภาพระบบกำลัง / แรงดันอิมพัลส์ /อิเล็กทรอนิกส์โหลด

Thesis Title	Design of Electronic Load Reducing Over Voltage in Low Voltage System
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Sengphanphone Outsa
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Narong Mungkung
Program	Master of Science in Industrial Education
Field of Study	Electrical Engineering
Department	Electrical Technology Education
Faculty	Industrial Education and Technology
B.E.	2553

Abstract

249556

This research was set to design electronic load reducing over voltage in low voltage system. The system used GDT, MOV and electronics device reducing Swell voltage and over voltage. The results complied with the design that this transient over voltage protection mode could reduce surge which was tested in waveforms at 6000V range (1.2/50uS) with IEEE C62.41-1991 standard. Let through voltage was also low. The average voltage range was still within the specified range (<600V) and acceptable. This mode will prevent surge with high-current range and electrical pressure. The duration is approximately 5ns-5ms. The causes for electrical faults which make this mode operate are thunderbolt or switching devices in the system.

Keywords: Over-voltage Protection / Power System Stability / Impulse Voltage/Electronic Load

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง ที่ได้ให้แนวทางในการศึกษาวิจัย การแก้ปัญหาและกรุณาแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องจนเสร็จสมบูรณ์ ท่าน รศ.ดร. ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์ และ ผศ.ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ ที่ได้กรุณาช่วยตรวจสอบแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อทำการวิจัยมาโดยตลอด ตลอดจนบุคคลอีกหลายท่านที่ยังมิได้กล่าวถึงในที่นี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดาและพี่น้อง พระคุณครูอาจารย์ที่กรุณาสั่งสอนอบรมและผู้มีพระคุณทุกท่าน รวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 สาเหตุของความเสียหายที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกิน	4
2.2 ช่องทางเข้าของระบบที่แรงดันไฟฟ้าเกินสามารถเข้ามารบกวน	14
2.3 การป้องกันเสิร์จด้วยกับดัก	15
2.4 ลักษณะรูปคลื่นมาตรฐานจากปรากฏการฟ้าผ่า	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
3. การออกแบบ	**24**
3.1 การออกแบบและประกอบสร้าง	24
3.2 การวิเคราะห์วงจรแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นมาตรฐาน 1.2 /50 μs	34
3.3 การสร้างวงจรป้องกันแรงดันเกินเสิร์จด้วยวัสดุลดทอนด้วย GDT จำลอง	36

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4. ผลการทดสอบ **39**

4.1 วัตถุประสงค์ 39

4.2 ขั้นตอนการทดลอง 39

4.3 การทดลองชุดอุปกรณ์ โหมดป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ 40

4.4 การทดลองชุดอุปกรณ์โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น 46

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ **58**

5.1 สรุปผลการวิจัย 58

5.2 อภิปรายผล 59

5.3 ข้อเสนอแนะ 60

เอกสารอ้างอิง **62**

ภาคผนวก

ก. ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ **65**

ประวัติผู้วิจัย **71**

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

3.1 กรณีทดสอบ GDT ที่แรงดัน 1000 - 6000โวลต์ (1.2 / 50μS) ด้วยโปรแกรม PSpice 37

3.2 กรณีทดสอบ GDT และ Lที่แรงดัน 1000 - 6000โวลต์ (1.2 / 50μS) ด้วยโปรแกรม PSpice 38

4.1 บันทึกผลการทดลองชุดโหมดป้องกันในสภาวะชั่วขณะ 45

4.2 บันทึกผลการทดลองชุดอุปกรณ์โหลดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น 52

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	การเกิดฟ้าผ่า	5
2.2	รูปคลื่นแรงดันอิมพัลส์มาตรฐาน	6
2.3	แสดงประจุไฟฟ้าที่เกิดที่ก้อนเมฆก่อนเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า	6
2.4	รูปคลื่นกระแสฟ้าผ่า	7
2.5	แรงดันไฟฟ้าเกินตกคร่อมความต้านทานของดิน	9
2.6	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน	9
2.7	แสดงการเกิดฟ้าผ่าลงระบบสื่อสาร การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในลูปที่ไม่ใช่ระบบ เครือขายเดียวกันและอันตรายที่เข้ามาสู่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induction Voltage)	10
2.8	แสดงการเชื่อมโยงของกระแสเสิร์จผ่านค่าความต้านทาน	11
2.9	แสดงการเชื่อโยงของเสิร์จโดยค่าความเหนี่ยวนำ	11
2.10	แสดงการเชื่อมโยงของระบบทำให้เกิดการเก็บประจุ	12
2.11	องค์ประกอบกับดักหลอดบรรจุแก๊สและกราฟคุณลักษณะ	16
2.12	คุณลักษณะการตอบสนองของแก๊สดิสชาร์จ	16
2.13	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแกร่งหรือ Ring Wave	21
2.14	รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าเกินชั่วขณะ $8/20\mu S$	21
2.15	รูปคลื่น แรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ $1.2/50\mu S$	22
3.1	แสดงชุดที่ 1 โหมดการป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ	24
3.2	แสดงลักษณะการนำเอา MOV มาต่อขนานกัน	26
3.3	แสดงส่วนประกอบของวงจรป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	27
3.4	แสดงวงจรเรียงสัญญาณ (Rectifier Circuit)	27
3.5	แสดงวงจรเปรียบเทียบสัญญาณของออปแอมป์	30
3.6	แสดงวงจรขยายแบบนอนอินเวอร์ติ้งซึ่งมีอัตราขยาย 100 เท่า	31
3.7	แสดงวงจรแบ่งแรงดันด้านอินพุต	32
3.8	แสดงวงจรชุดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	33
3.9	แสดงชุดที่ 2 โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น	34
3.10	วงจรป้องกันแรงดันเกินเสิร์จโดยใช้ GDT 1 ตัว	36
3.12	วงจรป้องกันแรงดันเกินเสิร์จโดยใช้ GDT และ L	37

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป		หน้า
4.1	เป็นลักษณะการต่อวงจรทดสอบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ	40
4.2	ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดัน 69169 โวลต์ (1.2/50 μs)	41
4.3	รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน ที่พิกัดแรงดัน 1000 โวลต์	42
4.4	รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน พิกัดแรงดัน 2000 โวลต์	42
4.5	รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน ที่พิกัดแรงดัน 3000 โวลต์	43
4.6	รูปคลื่นสัญณาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน ที่พิกัดแรงดัน 4000 โวลต์	43
4.7	รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน ที่พิกัดแรงดัน 5000 โวลต์	44
4.8	รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุลดทอน ที่พิกัดแรงดัน 6000 โวลต์	44
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่านวัสดุลดทอน	45
4.10	แสดงวงจรทดลองชุดอุปกรณ์โหลดอิเล็กทรอนิกส์	46
4.11	ลักษณะรูปคลื่นทดสอบแรงดันไฟเกินช่วงสั้น	46
4.12	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 270 โวลต์	47
4.13	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 280 โวลต์	47
4.14	ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 290 โวลท์	48
4.15	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 300 โวลต์	48
4.16	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 320 โวลต์	49
4.17	ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 330 โวลต์	49
4.18	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 340 โวลต์	50
4.19	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 360 โวลต์	50
4.20	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์	51
4.21	ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 390 โวลต์	51
4.22	แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 400 โวลต์	52
4.23	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม	53
4.24	กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลดอิเล็กทรอนิกส์ พิกัด1000 V	53
4.25	กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลดอิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 2000 V	54

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป		หน้า
4.26	กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลดอิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 3000 V	54
4.27	กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลดอิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 4000 V	55
4.28	กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลดอิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 5000 V	55
4.29	กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลด อิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 6000 V	56