

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246181



# การทดสอบตัวนำไฟฟ้าต้านแรงดันต่ำตามมาตรฐาน IEC 60439

นายสุวรินทร์ ดวงสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของวารสารศึกษานานาชาติ

ปริชญ์วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2553

6002519A1

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246181

การทดสอบตัวนำไฟฟ้าด้านแรงดันต่ำตามมาตรฐาน IEC 60439

นายสุรารักษ์ ดวงสุวรรณ วศ.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2553

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ.ดร.ธเนศ ชินดิษฐ์พันธ์)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(นอ.ดร. วีระชัย เขาว์กำเนิด)

กรรมการ

(รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบตัวนำไฟฟ้าด้านแรงดันต่ำตามมาตรฐาน IEC 60439
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายสุรารักษ์ ดวงสุวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	ครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
พ.ศ.	2553

## บทคัดย่อ

246181

การทดสอบพิกัดของแท่งตัวนำไฟฟ้าแรงดันต่ำตามมาตรฐาน IEC 60439 โดยแท่งตัวนำที่ออกแบบและทดสอบนั้น เป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย 400 V โดยการทดสอบ Withstand Voltage Test และ Insulation Resistance Test ผลการทดสอบที่พิกัดปริมาณกระแส 1600 A และ 2500 A ตามลำดับพบว่า แท่งตัวนำที่ออกแบบ สามารถทนทานต่อแรงดันทดสอบที่ความถี่ใช้งาน ทนทานต่อแรงดันอิมพัลส์ การเพิ่มของอุณหภูมิเป็นไปตามเกณฑ์ และการคงทนต่อการเป็นฉนวน สามารถใช้งานได้ตามปกติและเป็นไปตามมาตรฐาน

คำสำคัญ: บัสดักส์ / แรงดันต่ำ / มาตรฐาน

Thesis Title	Testing Low Voltage Busduct Using IEC 60439 Standard
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Surarak Doungsuwan
Thesis Advisors	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

**246181**

Testing low voltage Busduct using IEC 60439 Standard. The conductor bar system design and test a 3 Phase 4 Wire 400V. By test Withstand Voltage Test and Insulation Resistance Test, The coordinates of the test results 1600A and 2500A. The conductor bars that are designed to withstand a pressure test at a frequency of resistance Impulse. Increasing the temperature according to the criteria and the resistance of the insulation can be used as a standard.

Keywords : Busduct / Low voltage / Standard

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ รศ.ดร. ณรงค์ มั่งคั่ง อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ แนวคิด คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้ความรู้ตลอด การเรียนรู้หลักสูตรและบริษัท นิซชิน อิเลคทริก ประเทศไทย จำกัด ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดา และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจ ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้น จึงขอกล่าวขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
<b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
<b>2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 การสร้างแรงดันอิมพัลส์	3
2.2 ข้อกำหนดรูปคลื่นแรงดันอิมพัลส์	3
2.3 แรงดันอิมพัลส์ทดสอบ	7
2.4 ขนาดแรงดันทดสอบ	9
2.5 การเลือกขนาดแรงดันทดสอบ	10
2.6 ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเกิน	10
2.7 แรงดันฟ้าเกินเป็นสาเหตุของความเสียหายได้อย่างไร	11
2.8 การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินด้วยชุดกับดักเสิร์จ	12
2.9 การทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง	12
2.10 การทดสอบเคเบิลแรงสูง	14
2.11 อุปกรณ์ทดสอบแรงสูง	15

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>3. วิธีการดำเนินการ</b>	<b>16</b>
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	16
3.2 การออกแบบตัวนำไฟฟ้าด้านแรงต่ำ(บัสดักส์)	21
3.3 วิธีการทดลองและตารางบันทึกผล	26
<b>4. ผลการทดลอง</b>	<b>32</b>
4.1 Power frequency withstand voltage test	32
4.2 Insulation resistance test	32
4.3 Power frequency withstand voltage test	33
4.4 Insulation resistance test	34
4.5 Lightning impulse withstand voltage test	34
4.6 Insulation resistance test	35
4.7 Lightning impulse withstand voltage test	35
4.8 Insulation resistance test	36
4.9 แรงดันอิมพัลส์สำหรับทดสอบ	36
<b>5. สรุปผลการทดสอบ</b>	<b>68</b>
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>69</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ก. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	40
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>46</b>

## รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ระบบแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันทดสอบ BIL (Lightning impulse withstand voltage)	7
2.2	มาตรฐานการฉนวนระดับ $1\text{kV} < U_m < 52\text{kV}$	9
3.1	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 2500A	28
3.2	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 2500A	40
3.3	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 1600A	41
3.4	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 1600A	41
3.5	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 2500A	42
3.6	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 2500A	42
3.7	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 1600A	43
3.8	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400 V 1600A	31
4.1	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400 V 2500 A / Weather condition 24°C 48%	32
4.2	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 2500A	32
4.3	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400 V 1600 A/ Weather condition 24°C 48%	33
4.4	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 1600A	34
4.5	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400 V 2500 A/ Weather condition 25°C 52%	34
4.6	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 2500A	35
4.7	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400 V 1600 A/ Weather condition 25°C 52%	35
4.8	ระบบและพิกัดที่ทดสอบ 3 เฟส 4 สาย 400V 1600A	36
5.1	สรุปผลการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60439-1, IEC 60439-2	38

## รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	แรงดันอิลส์ฟ้าผ่าลักษณะเต็มคลื่น	4
2.2	แรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าลักษณะคลื่นตัดที่หลังคลื่น	5
2.3	แรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าลักษณะคลื่นตัดที่หน้าคลื่น	5
2.4	แรงดันอิมพัลส์สวิตชิง	6
3.1	บัสดักส์ (Busduct)	16
3.2	Dielectric strength vs temperature	18
3.3	Dielectric strength changes with different relative	18
3.4	AC Corona threshold Voltage	20
3.5	โปรแกรมออกแบบ	21
3.6	แบบบัสบาร์ทองแดง	22
3.7	เครื่องตัด Mylar	22
3.8	เครื่องรีด Mylar	23
3.9	Mylar Film	23
3.10	ตัวนำหุ้มฉนวน	24
3.11	โปรแกรมการออกแบบ Casing	25
3.12	ภาพประกอบตัวนำ Conductor	25
3.13	วงจร Power frequency withstand voltage test ( 400V BUSDUCT)	26
3.14	การวัด Insulation resistance measurement	27
3.15	วงจร Lightning Impulse withstand voltage test ( 400V BUSDUCT)	27

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.1	แรงดันอิมพัลส์ที่ 3000 V	36
4.2	แรงดันอิมพัลส์ที่ 6000 V	37