มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 909-25XX

เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

RESIDUAL CURRENT OPERATED CIRCUIT-BREAKERS WITH INTEGRAL OVERCURRENT PROTECTION FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USES (RCBOs)

ห้ามใช้หรือคัดลอกร่างนี้ก่อนประกาศเป็นมาตรฐาน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ICS 29.120.50 ISBN

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

มอก. 909–25XX

ห้ามใช้ฉบับร่างนี้เป็นมาตรฐาน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2430 6815

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม ตอนพิเศษ
วันที่ พุทธศักราช 25xx

อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 14/2
เครื่องตัดวงจรไฟฟ้า สวิตซ์เกียร์ เกียร์ควบคุม และชุดประกอบ

คณะอนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 14/2 เครื่องตัดวงจรไฟฟ้า สวิตซ์เกียร์ เกียร์ควบคุม และชุดประกอบ ได้รับการแต่งตั้งจากคณะกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 14 ไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้า ให้จัดทำร่างมาตรฐานอุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรไฟฟ้า สวิตซ์เกียร์ เกียร์ควบคุม และชุดประกอบ และที่เกี่ยวข้อง ดังรายชื่อต่อไปนี้

ประธานอนุกรรมการ

ผศ.ณตฤณ จันทร์จำรัส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อนุกรรมการ

ผศ.ชาญณรงค์ บาลมงคล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาวกรรณิการ์ จิตตารัตนถาวร	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายสุทธิศักดิ์ วัฒนานคร	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
นายธรรมนูญ เกศทองคำ	การไฟฟ้านครหลวง
นายเริงศักดิ์ อ่อนจินดา	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายเตชทัต บูรณะอัศวกุล	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายคฑาวุธ เกษสระ	สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย
นายธนาการ จิรังกรณ์	บริษัท พานาโซนิค แมนูแฟคเจอริ่ง อยุธยา จำกัด
นายศิวณัชฐกุล ไชยศร	บริษัท อาซีฟา จำกัด (มหาชน)
นายวีระชัย รัตนสมโชค	บริษัท เอบีบี จำกัด
นายมโน สีตะสิทธิ์	บริษัท เอสซีไอ อีเลคตริค จำกัด (มหาชน)

อนุกรรมการและเลขานุการ

นายกานต์อธิป ดิษฐแก้ว	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน นี้ ได้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องตัดวงจรกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน มาตรฐานเลขที่ มอก. 909-2532 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 107 ตอนที่ 41 วันที่ 14 มีนาคม พุทธศักราช 2533 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเป็น เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน มาตรฐานเลขที่ มอก. 909-2548 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนที่ 125 ง วันที่ 29 ธันวาคม พุทธศักราช 2548 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ทันสมัยและเป็นไปตามเอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 61009-1 Edition 3.2 (2013-09) Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) - Part 1: General rules + COR1:2014 มาใช้ในระดับดัดแปร (modified) โดยมีรายละเอียดการแก้ไขปรับปรุงที่สำคัญดังต่อไปนี้

- แก้ไขปรับปรุงค่าความถี่ที่กำหนด ข้อ 1. ข้อ 5.3.5 ข้อ 6. ข้อ 9.7.7.5 ข้อ 9.9.1.2 และภาคผนวก ง. ข้อ ง.3 โดยกำหนดให้ใช้ค่าความถี่ที่กำหนด 50 Hz ให้เหมาะสมกับค่าความถี่ไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศ
- แก้ไขปรับปรุงข้อ 5.3.3 เพิ่มค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด 0.015 A ให้สอดคล้องกับ มอก. 2425
- แก้ไขปรับปรุงการอ้างอิงในตารางที่ 2 โดยกำหนดให้อ้างอิงถึงการทดสอบข้อ 9.9.1.4 ให้สอดคล้องกับหัวข้อการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558

สารบัญ

หน้า

1. ขอบข่าย 1
2. เอกสารอ้างอิง 3
3. บทนิยาม 4
   3.1 บทนิยามที่เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าไหลจากส่วนที่มีไฟฟ้าลงดิน 4
   3.2 บทนิยามเกี่ยวกับการป้อนทางไฟฟ้าของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ 4
   3.3 บทนิยามเกี่ยวกับการทำงานและหน้าที่ของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ 5
   3.4 บทนิยามเกี่ยวกับค่าและพิสัยของปริมาณการป้อนทางไฟฟ้า 7
   3.5 บทนิยามเกี่ยวกับค่าและพิสัยของปริมาณที่มีอิทธิพล 11
   3.6 บทนิยามเกี่ยวกับขั้วต่อสาย 11
   3.7 บทนิยามเกี่ยวกับภาวะการทำงาน 13
   3.8 บทนิยามเกี่ยวกับองค์ประกอบของโครงสร้าง 14
   3.9 บทนิยามเกี่ยวกับการทดสอบ 15
   3.10 บทนิยามเกี่ยวกับการประสานสัมพันธ์ของการฉนวน 15
4. การจำแนกประเภท 16
   4.1 ตามวิธีการทำงาน 16
   4.2 ตามแบบการติดตั้ง 17
   4.3 ตามจำนวนขั้วและทางเดินกระแสไฟฟ้า 17
   4.4 ตามความเป็นไปได้ของการตั้งกระแสเหลือที่ทำงาน 17
   4.5 ตามความต้านทานต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์เนื่องจากแรงดันเสิร์จ 17
   4.6 ตามพฤติกรรมเมื่อมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง 18
   4.7 ตามการหน่วงเวลา (เมื่อมีกระแสเหลือ) 18
   4.8 ตามการป้องกันอิทธิพลจากภายนอก 18
   4.9 ตามวิธีการติดตั้ง (mounting) 18
   4.10 ตามวิธีการต่อสาย 18
   4.11 ตามกระแสไฟฟ้าทริปทันที (ดูข้อ 3.4.18) 18
   4.12 ตามลักษณะเฉพาะ I^2t 19
   4.13 ตามแบบขั้วต่อสาย 19
5. ลักษณะเฉพาะของ RCBO 19
   5.1 ลักษณะเฉพาะโดยสรุป 19
   5.2 ปริมาณที่กำหนดและลักษณะเฉพาะอื่น ๆ 20
   5.3 ค่ามาตรฐานและค่าที่นิยมใช้ 22
6. การทำเครื่องหมายและฉลาก 26
7. ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งานและการติดตั้ง 28
   7.1 ภาวะมาตรฐาน 28
   7.2 ภาวะของการติดตั้ง 30

ห้ามใช้งานสำเนาร่างนี้เป็นมาตรฐาน

7.3 ระดับมลภาวะ 30
8. ข้อกำหนดสำหรับการสร้างและการทำงาน 30
8.1 การออกแบบทางกล 30
8.2 การป้องกันช็อกไฟฟ้า 40
8.3 สมบัติไดอิเล็กทริกและความสามารถในการแยกอิสระ 41
8.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 41
8.5 ลักษณะเฉพาะการทำงาน 42
8.6 ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า 45
8.7 สมรรถนะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจร 45
8.8 ความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล 45
8.9 ความทนความร้อน 45
8.10 ความทนความร้อนผิดปกติและไฟ 45
8.11 อุปกรณ์ทดสอบ 46
8.12 ข้อกำหนดสำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า 46
8.13 ว่าง 47
8.14 พฤติกรรมของ RCBO ในกรณีที่กระแสเสิร์จเกิดจากแรงดันอิมพัลส์ 47
8.15 พฤติกรรมของ RCBO ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง 47
8.16 ความเชื่อถือได้ 47
8.17 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) 47
9. การทดสอบ 48
9.1 ทั่วไป 48
9.2 ภาวะทดสอบ 49
9.3 การทดสอบความคงทนของเครื่องหมาย 50
9.4 การทดสอบความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ 50
9.5 การทดสอบความเชื่อถือได้ของขั้วต่อแบบหมุดเกลียวสำหรับตัวนำทองแดงภายนอก 51
9.6 การทวนสอบการป้องกันช็อกไฟฟ้า 53
9.7 การทดสอบสมบัติไดอิเล็กทริก 54
9.8 การทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 63
9.9 การทวนสอบลักษณะเฉพาะการทำงาน 63
9.10 การทวนสอบความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า 69
9.11 การทวนสอบกลไกทริปอิสระ 71
9.12 การทดสอบการลัดวงจร 71
9.13 การทวนสอบความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล 84
9.14 การทดสอบความทนความร้อน 87
9.15 การทดสอบความทนความร้อนผิดปกติและไฟ 88
9.16 การทวนสอบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 89
9.17 การทวนสอบพฤติกรรมของ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ตามประเภทที่แบ่งในข้อ 4.1.2.1 ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว 90

ห้ามใช้ประโยชน์ร่างมาตรฐาน

9.18 ว่าง 91
9.19 การทวนสอบพฤติกรรมของ RCBO ในกรณีของกระแสเสิร์จที่เกิดจากแรงดันอิมพัลส์ 91
9.20 ว่าง 92
9.21 ว่าง 93
9.22 การทวนสอบความเชื่อถือได้ 93
9.23 การทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ 95
9.24 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) 95
9.25 การทดสอบความทนทานต่อการเกิดสนิม 97
ภาคผนวก ก. ลำดับการทดสอบและจำนวนของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบสำหรับจุดประสงค์การรับรอง 119
ภาคผนวก ข. การวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน 128
ภาคผนวก ค. การเตรียมการสำหรับการตรวจจับการแพร่กระจายของแก๊สที่แตกตัวเป็นไอออนระหว่างการทดสอบการลัดวงจร 134
ภาคผนวก ง. การทดสอบประจำ 137
ภาคผนวก จ. ข้อกำหนดพิเศษสำหรับวงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำพิเศษขั้นปลอดภัย 138
ภาคผนวก ฉ. การประสานสัมพันธ์ระหว่าง RCBO กับฟิวส์ที่แยกต่างหากในวงจรเดียวกัน 139
ภาคผนวก ช. ข้อกำหนดและการทดสอบเพิ่มเติมสำหรับ RCBO ที่ประกอบด้วยเครื่องตัดวงจรและหน่วยกระแสเหลือที่ออกแบบให้ประกอบ ณ สถานที่ใช้งาน 140
ภาคผนวก ซ. ว่าง 144
ภาคผนวก ฌก. วิธีการหาตัวประกอบกำลังของการลัดวงจร 145
ภาคผนวก ฌข. สัญลักษณ์ 147
ภาคผนวก ฌค. ตัวอย่างของขั้วต่อสาย 148
ภาคผนวก ฌง. 151
ภาคผนวก ฌจ. โปรแกรมการทดสอบติดตามผลสำหรับ RCBO 152
ภาคผนวก ญ. ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวสำหรับตัวนำทองแดงภายนอก 157
ภาคผนวก ฎ. ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อเร็วแบบแบน 167
ภาคผนวก ฐ. ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อแบบหมุดเกลียวสำหรับตัวนำอะลูมิเนียมที่ไม่มีการเตรียมผิวภายนอก และขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวอะลูมิเนียมสำหรับใช้กับตัวนำทองแดงหรืออะลูมิเนียม 174

ห้ามใช้ร่างมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็ม 98
รูปที่ 2 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด 98
รูปที่ 3 นิ้วทดสอบแบบมีข้อต่อ 99
รูปที่ 4 วงจรทดสอบการทวนสอบ 100
รูปที่ 5 วงจรทดสอบการทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCBO ในกรณีของกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเหลือ 101
รูปที่ 6 วงจรทดสอบการทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน ในกรณีของกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเหลือเมื่อมีกระแสตรงเรียบนิ่งอยู่ที่ 0.006 A 102
รูปที่ 7 แผนภาพทั่วไปสำหรับการทดสอบการลัดวงจรทั้งหมด ยกเว้นสำหรับข้อ 9.12.11.2.2 104
รูปที่ 8 แผนภาพทั่วไปสำหรับการทดสอบการลัดวงจร ตามข้อ 9.12.11.2.2 105
รูปที่ 9 รายละเอียดสำหรับอิมพีแดนซ์ Z, Z_1 และ Z_2 105
รูปที่ 10 ว่าง 105
รูปที่ 11 ว่าง 105
รูปที่ 12 ว่าง 105
รูปที่ 13 ตัวอย่างบันทึกผลการสอบเทียบการทดสอบการลัดวงจร 106
รูปที่ 14 เครื่องทดสอบการช็อกทางกล 107
รูปที่ 15 เครื่องทดสอบแรงกระแทกทางกล 108
รูปที่ 16 หัวกระแทกเครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบเหวี่ยง 109
รูปที่ 17 ฐานยึดติดตัวอย่างเพื่อทดสอบแรงกระแทกทางกล 110
รูปที่ 18 ตัวอย่างของการยึดติด RCBO แบบไม่มีเปลือกหุ้มสำหรับการทดสอบแรงกระแทกทางกล 111
รูปที่ 19 ตัวอย่างของการยึดติด RCBO แบบยึดติดในแผงสวิตช์สำหรับการทดสอบแรงกระแทกทางกล 112
รูปที่ 20 แรงที่กระทำของการทดสอบแรงกระแทกทางกลของ RCBO แบบยึดติดกับราง 113
รูปที่ 21 เครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกกลมเหล็ก 113
รูปที่ 22 ว่าง 113
รูปที่ 23 คาบเวลาคงตัวสำหรับการทดสอบความเชื่อถือได้ 114
รูปที่ 24 วัฏจักรการทดสอบความเชื่อถือได้ 115
รูปที่ 25 ตัวอย่างของวงจรทดสอบการทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ 116
รูปที่ 26 คลื่นกระแสไฟฟ้าออสซิลเลเตอร์แบบหน่วง 0.5 μs / 100 kHz 116
รูปที่ 27 วงจรทดสอบการทดสอบด้วยคลื่นแกว่งหน่วงที่ RCBO 117
รูปที่ 28 อิมพัลส์กระแสเสิร์จ 8/20 μs 117
รูปที่ 29 วงจรทดสอบการทดสอบกระแสเสิร์จที่ RCBO 118
รูปที่ ข.1 ตัวอย่างวิธีการวัดระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ 133
รูปที่ ค.1 การเตรียมการทดสอบ 135
รูปที่ ค.2 กริด 136
รูปที่ ค.3 วงจรกริด 136
รูปที่ ฌค.1 ตัวอย่างของขั้วต่อสายปลายหมุดเกลียว 148
รูปที่ ฌค.2 ตัวอย่างของขั้วต่อหมุดเกลียวและขั้วต่อเดือยเกลียว 149

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

รูปที่ ฌค.3 ตัวอย่างของขั้วต่อประกับ 150
รูปที่ ฌค.4 ตัวอย่างของขั้วต่อหูสาย 150
รูปที่ ญ.1 การเชื่อมต่อตัวอย่าง 163
รูปที่ ญ.2 ตัวอย่างของขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว 165
รูปที่ ฎ.1 ตัวอย่างตำแหน่งของเทอร์มอคับเปิลสำหรับการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 170
รูปที่ ฎ.2 มิติของตัวต่อตัวผู้ 171
รูปที่ ฎ.3 มิติของล็อกหลุมกลม (ดูรูปที่ ฎ.2) 172
รูปที่ ฎ.4 มิติของล็อกหลุมสี่เหลี่ยม (ดูรูปที่ ฎ.2) 172
รูปที่ ฎ.5 มิติล็อกรู 172
รูปที่ ฎ.6 มิติของตัวต่อตัวเมีย 173
รูปที่ ฐ.1 การเตรียมการทดสอบทั่วไป 185
รูปที่ ฐ.2 185
รูปที่ ฐ.3 186
รูปที่ ฐ.4 186
รูปที่ ฐ.5 186
รูปที่ ฐ.6 186

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานของความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด 23
ตารางที่ 2 ค่าขีดจำกัดของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ทำงานสำหรับกระแสเหลือไฟฟ้ากระแสสลับ (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) สำหรับ RCBO แบบ AC และแบบ A 24
ตารางที่ 3 ค่าสูงสุดของเวลาตัดวงจรสำหรับกระแสเหลือครึ่งคลื่น (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) สำหรับ RCBO แบบ A 25
ตารางที่ 4 พิสัยของกระแสเกินทริปทันที 25
ตารางที่ 5 แรงดันคงทนอิมพัลส์ตามแรงดันไฟฟ้าที่ระบุของการติดตั้ง 26
ตารางที่ 6 ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งาน 29
ตารางที่ 7 ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด 34
ตารางที่ 8 พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำทองแดงสำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว 38
ตารางที่ 9 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 42
ตารางที่ 10 ลักษณะเฉพาะการทำงานของเวลา–กระแส 44
ตารางที่ 11 ข้อกำหนดสำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า 47
ตารางที่ 12 รายการการทดสอบเฉพาะแบบ 48
ตารางที่ 13 ตัวนำทองแดงทดสอบที่สมนัยกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด 49
ตารางที่ 14 เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวและแรงบิดทดสอบ 51
ตารางที่ 15 แรงดึง 53
ตารางที่ 17 แรงดันไฟฟ้าทดสอบของวงจรช่วย 57
ตารางที่ 19 แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับทวนสอบแรงดันคงทนอิมพัลส์ 60
ตารางที่ 28 แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับทวนสอบความเหมาะสมในการแยกอิสระ โดยอ้างอิงถึงแรงดันคงทนอิมพัลส์ที่กำหนดของ RCBO และระดับความสูงที่ทำการทดสอบ 61
ตารางที่ 26 พิสัยของกระแสไฟฟ้าทริปสำหรับ RCBO แบบ A 67
ตารางที่ 20 การทดสอบการลัดวงจร 72
ตารางที่ 21 พิสัยของตัวประกอบกำลังของวงจรทดสอบ 75
ตารางที่ 22 อัตราส่วนระหว่างความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน (I_{cs}) กับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (I_{cn}) – (ตัวประกอบ k) 80
ตารางที่ 23 ขั้นตอนการทดสอบ I_{cs} ในกรณีของ RCBO แบบขั้วเดี่ยวและ RCBO แบบ 2 ขั้ว 81
ตารางที่ 24 ขั้นตอนการทดสอบ I_{cs} ในกรณีของ RCBO แบบ 3 ขั้ว และ RCBO แบบ 4 ขั้ว 81
ตารางที่ 25 ขั้วตอนการทดสอบ I_{cn} 82
ตารางที่ 27 การทดสอบที่ครอบคลุมโดยมาตรฐานนี้ 96
ตารางที่ 29 การทดสอบที่ดำเนินการตาม IEC 61543 97
ตารางที่ ก.1 ลำดับการทดสอบ 119
ตารางที่ ก.2 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบครบทุกรายการ 122
ตารางที่ ก.3 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิธีทดสอบอย่างง่าย 124
ตารางที่ ก.4 ลำดับการทดสอบสำหรับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าทริปทันทีแตกต่างกัน 126
ตารางที่ ก.5 ลำดับการทดสอบสำหรับ RCBO ที่มีประเภทตามข้อ 4.6 ที่แตกต่างกัน 127

ห้ามใช้งานสำหรับตัวอย่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ฌจ.1 ลำดับการทดสอบระหว่างการตรวจสอบติดตามผล 153
ตารางที่ ฌจ.2 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ 156
ตารางที่ ญ.1 ตัวนำที่ต่อได้ 160
ตารางที่ ญ.2 พื้นที่หน้าตัดของตัวนำทองแดงที่ต่อกับขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวได้ 160
ตารางที่ ญ.3 แรงดึง 163
ตารางที่ ฎ.1 ตารางข้อมูลรหัสสีของตัวต่อตัวเมียที่สัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ 168
ตารางที่ ฎ.2 แรงทดสอบเกินพิกัด 170
ตารางที่ ฎ.3 มิติของตัวต่อ 170
ตารางที่ ฎ.4 มิติของตัวต่อตัวเมีย 173
ตารางที่ ฐ.1 การทำเครื่องหมายสำหรับขั้วต่อสาย 175
ตารางที่ ฐ.2 พื้นที่หน้าตัดที่สามารถต่อได้ของตัวนำอะลูมิเนียมสำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว 176
ตารางที่ ฐ.3 รายการการทดสอบตามวัสดุของตัวนำและขั้วต่อสาย 177
ตารางที่ ฐ.4 ตัวนำที่ต่อได้และเส้นผ่านศูนย์กลางตามทฤษฎี 178
ตารางที่ ฐ.5 พื้นที่หน้าตัด (S) ของตัวนำทดสอบอะลูมิเนียมที่สอดคล้องกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด 179
ตารางที่ ฐ.6 ความยาวตัวนำทดสอบ 180
ตารางที่ ฐ.7 มิติตัวปรับเท่าและแท่งตัวนำ 181
ตารางที่ ฐ.8 กระแสไฟฟ้าทดสอบเป็นฟังก์ชันของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด 183
ตารางที่ ฐ.9 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนอุณหภูมิเฉลี่ย D 184

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

พ.ศ. ๒๕xx

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน มาตรฐานเลขที่ มอก. 909-2548

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม จึงออกประกาศตามข้อเสนอของคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไว้ดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน พ.ศ. ๒๕xx”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้มีผลนับแต่กฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 909-25XX ใช้บังคับเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๔๒๖ (พ.ศ. ๒๕๔๘) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน ลงวันที่ ๑๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๘

ข้อ ๔ ให้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน มาตรฐานเลขที่ มอก. 909-25XX ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ มกราคม พ.ศ. ๒๕xx

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ร่างประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่ทำงานโดยไม่ขึ้นหรือขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในที่อยู่อาศัยหรือใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า RCBO ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 440 V a.c. ที่มีความถี่ที่กำหนด 50 Hz กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 125 A และมีความสามารถทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรไม่เกิน 25 000 A เมื่อทำงานที่ความถี่ 50 Hz

อุปกรณ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ป้องกันคนสัมผัสกับชิ้นส่วนตัวนำที่เผยตัวที่การติดตั้งมีการต่อกับหลักดินอย่างเหมาะสม และเพื่อใช้ป้องกันกระแสเกินในการติดตั้งเดินสายไฟฟ้าของอาคารและการใช้งานที่คล้ายกัน อุปกรณ์นี้อาจใช้เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟ (fire hazard) เนื่องมาจากการคงอยู่ของกระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินโดยไม่มีการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

RCBO มีกระแสเหลือที่กำหนดไม่เกิน 30 mA อาจใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติมในกรณีที่เกิดความล้มเหลวของวิธีป้องกันช็อกไฟฟ้าอื่น ๆ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับอุปกรณ์ที่ทำงานพร้อมกันทั้งหน้าที่ตรวจจับกระแสเหลือ เปรียบเทียบค่าของกระแสเหลือนี้กับค่ากระแสเหลือที่ทำงาน และเปิดวงจรป้องกันเมื่อกระแสเหลือมีค่าเกินที่กำหนดให้ทำงานและในขณะเดียวกันต้องทำหน้าที่ต่อวงจร นำกระแสไฟฟ้า และตัดวงจรเมื่อกระแสเกินในภาวะที่กำหนด

หมายเหตุ 1 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในภาวะกระแสเหลือในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นไปตาม IEC61008-1 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานป้องกันกระแสเกินในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นไปตาม IEC 60898-1

หมายเหตุ 2 RCBO มีวัตถุประสงค์ให้ใช้งานโดยคนที่ไม่ได้รับคำแนะนำ และออกแบบให้ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา ซึ่งอาจขอรับการรับรองตามวัตถุประสงค์

หมายเหตุ 3 กฎระเบียบการติดตั้งและการใช้งาน ให้เป็นไปตามอนุกรม IEC 60364

ประสงค์สำหรับใช้ในสภาพแวดล้อมระดับมลภาวะ 2

หมายเหตุ 4 สำหรับภาวะกระแสเกินที่รุนแรง ควรใช้เครื่องตัดวงจรตามมาตรฐานอื่น เช่น IEC 60947-2

หมายเหตุ 5 สำหรับสภาพแวดล้อมที่มีระดับมลภาวะสูง ควรใช้เปลือกหุ้มที่มีระดับชั้นการป้องกันที่เหมาะสม

RCBO แบบทั่วไปต้องทนการทริปที่ไม่พึงประสงค์ รวมถึงกรณีแรงดันไฟฟ้าเสิร์จ (เช่น แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการตัดต่อวงจรทรานเซียนต์ หรือการเหนี่ยวนำจากฟ้าผ่า) ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในการติดตั้งและไม่มีการวาบไฟตามผิว

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

RCBO แบบ S ให้ถือว่ามีการป้องกันการทริปที่ไม่พึงประสงค์อย่างเพียงพอ ถึงแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าเสิร์จทำให้เกิดการวาบไฟตามผิวและกระแสไฟฟ้า

หมายเหตุ 6 กับดักเสิร์จที่ติดตั้งปลายทางของ RCBO แบบทั่วไปและต่อแบบโหมดร่วม (common mode) อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการทริปไม่พึงประสงค์

RCBO มีการแยกอิสระ (isolation)

RCBO ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ยกเว้นที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ เหมาะสำหรับใช้งานในระบบต่อลงดินแบบ IT

อาจต้องระวังเพิ่มเติม (เช่น ติดตั้งกับดักฟ้าผ่า) เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกินอาจเกิดขึ้นด้านแหล่งจ่าย (เช่นในกรณีที่จ่ายไฟฟ้าแบบสายพาดในอากาศ) (ดู IEC 60364-4-44)

หมายเหตุ 7 RCBO ที่มีระดับชั้นการป้องกันสูงกว่า IP20 อาจมีข้อกำหนดด้านโครงสร้างพิเศษ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้สามารถนำไปใช้กับ RCBO ที่มีการดัดแปลงประกอบอุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือเข้ากับเครื่องตัดวงจรกระแสเกิน ส่วนประกอบทางกลต้องประกอบจากโรงงานของผู้ทำหรือประกอบที่สถาน ที่ติดตั้ง ซึ่งในกรณีหลังให้เป็นไปตามภาคผนวก ช. นอกจากนั้นยังใช้ได้กับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 1 พิกัด โดยการเปลี่ยนจากพิกัดหนึ่งไปยังอีกพิกัดหนึ่งแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete) ไม่สามารถเข้าถึงได้ในการใช้งานปกติ และการเปลี่ยนพิกัดไม่สามารถเปลี่ยนได้หากไม่ใช้เครื่องมือ

RCBO แบบเสียบ (plug-in type) อาจจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเพิ่มเติม

RCBO ที่ประกอบอยู่ข้างในหรือมีจุดประสงค์เฉพาะให้ใช้งานร่วมกับเต้าเสียบไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้าหรือคู่เต้าต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและจุดประสงค์ที่คล้ายกันและถ้าประสงค์ให้ใช้กับความถี่อื่นนอกจาก 50 Hz จำเป็นต้องมีข้อกำหนดเฉพาะ

RCBO ที่ประกอบอยู่ข้างในหรือมีจุดประสงค์เฉพาะให้ใช้งานร่วมกับเต้ารับไฟฟ้า อาจใช้ข้อกำหนดในส่วนที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ร่วมกับข้อกำหนดของ IEC 60884-1 หรือข้อกำหนดของประเทศที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์

หมายเหตุ 8 อุปกรณ์ป้องกันชนิดตัดวงจรกระแสเหลือ (RCD) ที่ประกอบอยู่ข้างในหรือมีจุดประสงค์เฉพาะให้ใช้งานร่วมกับเต้ารับไฟฟ้า สามารถเป็นไปตาม IEC 62640 หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง RCBO ที่ใช้ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า

ข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้ใช้กับภาวะแวดล้อมปกติ (ดูข้อ 7.1) RCBO ที่ใช้งานในสถานที่ที่มีภาวะแวดล้อมรุนแรง อาจจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเพิ่มเติม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง RCBO ที่มีแบตเตอรี่รวมอยู่

ข้อแนะนำสำหรับการใช้งานประสานสัมพันธ์ร่วมกันของ RCBO กับฟิวส์ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ฉ.

ห้ามใช้งานหรือดัดแปลงโดยไม่ได้มาตรฐาน

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุต่อไปนี้ใช้ประกอบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติม)

IEC 60060-1:1989, High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements

IEC 60060-2:1994, High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems

IEC 60068-2-30:2005, Environment testing – Part 2-30:Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12 h cycle)

IEC 60068-3-4:2001, Environment testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests

IEC 60112:2003, Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials

IEC 60228:2004, Conductors of insulated cables

IEC 60364 (all parts), Low-voltage electrical installations

IEC 60364-4-44:2007, Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances

IEC 60364-5-52:2001, Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems[1]

IEC 60364-5-53:2001, Low-voltage electrical installations– Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control

IEC 60417, Graphical symbols for use on equipment

IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60664-1:2007, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests

IEC 60664-3, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution

IEC 60695-2-10, Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure

[1] ฉบับที่ 3 อยู่ในระหว่างจัดทำ

ห้ามใช้หรือดัดแปลงนี้เป็นมาตรฐาน

IEC 60695-2-11:2000, Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing /hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products

IEC 60898-1:2002, Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation

IEC 61543:1995, Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use – electromagnetic compatibility

Amendment 1:2004

Amendment 2:2005

CISPR 14-1:2009, Electromagnetic compatibility – Requirement for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ค่าของ “แรงดันไฟฟ้า” และ “กระแสไฟฟ้า” ต่อไปนี้ให้หมายถึงค่าที่เป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (root mean square, r.m.s.)

หมายเหตุ 1 ให้เป็นไปตามบทนิยามของ IEV เมื่อใช้คำว่า RCBO แทนที่คำว่า “อุปกรณ์” หรือ “อุปกรณ์การสวิตช์ทางกล”

หมายเหตุ 2 คำอธิบายสัญลักษณ์ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ฌ.

3.1 บทนิยามที่เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าไหลจากส่วนที่มีไฟฟ้าลงดิน

3.1.1 กระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดิน (earth fault current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าไหลลงดิน อันเนื่องมาจากฉนวนผิดพร่อง

3.1.2 กระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน (earth leakage current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าไหลจากส่วนที่มีไฟฟ้าของการติดตั้งลงดิน โดยไม่มีฉนวนผิดพร่อง

3.1.3 กระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง (pulsating direct current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่มีรูปคลื่นเป็นแบบพัลส์ต่อเนื่อง ซึ่งสมมุติให้มีค่า 0 หรือค่าที่ไม่เกิน 0.006 A d.c. เกิดขึ้นในแต่ละคาบของความถี่กำลังที่กำหนดระหว่างช่วงเวลาหนึ่งซึ่งค่ามุมวัดได้ไม่น้อยกว่า 150°

3.1.4 มุมประวิงกระแส α (current delay angle α) หมายถึง เวลาที่แสดงด้วยค่าเชิงมุมที่การเริ่มต้นนำกระแสไฟฟ้าถูกหน่วงเวลาด้วยการคุมเฟส

3.2 บทนิยามเกี่ยวกับการป้อนทางไฟฟ้าของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ

3.2.1 ปริมาณการป้อนทางไฟฟ้า (energizing quantity) หมายถึง ปริมาณการกระตุ้นทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยลำพังหรือร่วมกับค่าอย่างอื่นด้วยปริมาณเดียวกัน ซึ่งจะต้องจ่ายให้แก่ RCBO เพื่อทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ในภาวะที่กำหนด

ห้ามใช้หรือดัดแปลงร่างนี้เป็นมาตรฐาน

3.2.2 ปริมาณการป้อนทางไฟฟ้าด้านเข้า (energizing input-quantity) หมายถึง ปริมาณการป้อนทางไฟฟ้าที่ทำให้ RCBO ทำงานในภาวะที่กำหนด

หมายเหตุ ภาวะนี้อาจรวมถึงการป้อนทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ประกอบ เป็นต้น

3.2.3 กระแสเหลือ (residual current, I_{Δ}) หมายถึง ผลรวมทางเวกเตอร์ของค่ากระแสไฟฟ้าขณะใด ๆ (instantaneous) ที่เกิดขึ้นในขณะที่ไหลผ่านวงจรประทานของ RCBO (แสดงค่าเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย)

3.2.4 กระแสเหลือที่ทำงาน (residual operating current) หมายถึง ค่าของกระแสเหลือที่ทำให้ RCBO ทำงานในภาวะที่กำหนด

3.2.5 กระแสเหลือที่ไม่ทำงาน (residual non-operating current) หมายถึง ค่าของกระแสเหลือเท่ากับหรือต่ำกว่าที่ไม่ทำให้ RCBO ทำงานในภาวะที่กำหนด

3.2.6 กระแสเหลือของ RCBO ($I_{\Delta t}$) หมายถึง ค่ากระแสเหลือที่ขีดจำกัดล่างของพิสัยทริปกระแสเกินแบบทันทีทันใด ตามอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินแบบ B C หรือ D (ดูเชิงอรรถ ค ในตารางที่ 2)

3.3 บทนิยามเกี่ยวกับการทำงานและหน้าที่ของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ

3.3.1 อุปกรณ์การสวิตช์ (switching device) หมายถึง อุปกรณ์ที่ออกแบบให้ตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าในหนึ่งวงจรหรือมากกว่า (ดู IEV 441-14-01:1984)

3.3.2 อุปกรณ์การสวิตช์ทางกล (mechanical switching device) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ที่ออกแบบให้ตัดหรือต่อวงจร 1 วงจรหรือมากกว่า โดยใช้หน้าสัมผัสที่แยกออกจากกันได้ (ดู IEV 441-14-02:1998, modified)

3.3.3 ฟิวส์ (fuse) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ที่จะตัดวงจรเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าที่มีค่าเกินที่กำหนดในเวลาที่นานพอ โดยการหลอมละลายส่วนประกอบที่แบ่งเป็นสัดส่วนและออกแบบเป็นพิเศษจำนวน 1 ตัวหรือมากกว่า ฟิวส์นั้นประกอบด้วยชิ้นส่วนทั้งหมดที่รวมกันเป็นอุปกรณ์สมบูรณ์ (ดู IEV 441-18-01:1998, modified)

3.3.4 เครื่องตัดวงจร (circuit-breaker) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ทางกลที่สามารถต่อวงจร นำกระแส และตัดวงจรในภาวะวงจรปกติ และตัดวงจรอย่างอัตโนมัติในภาวะผิดปกติ เช่น การลัดวงจร (ดู IEV 441-14-20:1984, modified)

3.3.5 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (residual current operated circuit-breaker) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ทางกลที่สามารถต่อวงจร นำกระแส และตัดวงจรในภาวะใช้งานปกติ และตัดวงจรเมื่อกระแสเหลือถึงค่าที่กำหนดในภาวะที่กำหนด

3.3.6 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (residual current operated circuit-breaker without integral overcurrent protection – RCCB) หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ไม่ได้ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกินและ/หรือลัดวงจร

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ห้ามใช้หรือจำหน่าย

3.3.7 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection – RCBO) หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกินและ/หรือลัดวงจร

3.3.8 RCBO ที่ไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า (RCBO functionally independent of line voltage) หมายถึง RCBO ที่ทำหน้าที่ตรวจจับ ประเมิน และตัดวงจรโดยไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

หมายเหตุ อุปกรณ์นี้ หมายถึง อุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือที่ไม่มีแหล่งจ่ายช่วย ตามบทนิยามใน IEC/TR 60755:1983 ข้อ 2.3.2

3.3.9 RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า (RCBO functionally dependent on line voltage) หมายถึง RCBO ที่ทำหน้าที่ตรวจจับ ประเมิน และตัดวงจรโดยขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

หมายเหตุ 1 บทนิยามนี้ครอบคลุมถึงบทนิยามบางส่วนของอุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือที่มีแหล่งจ่ายช่วยตาม IEC 60755:1983 ข้อ 2.3.3

หมายเหตุ 2 การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้แก่ RCBO มีไว้เพื่อตรวจจับ ประเมิน หรือตัดวงจร

3.3.10 เวลาตัดวงจรของ RCBO (break time of a RCBO) หมายถึง ระยะเวลาระหว่างทันทีที่กระแสเหลือถึงค่ากระแสเหลือที่ทำงานกับทันทีที่อาร์กที่ทุกขั้วดับหมด

3.3.11 ขีดจำกัดเวลาไม่ทำงาน (limiting non-actuating time) หมายถึง ระยะเวลาหน่วงสูงสุดขณะที่กระแสเหลือที่ไหลผ่าน RCBO มีค่าสูงกว่ากระแสเหลือที่ไม่ทำงาน โดยไม่ทำให้ RCBO ทำงาน

3.3.12 RCBO แบบหน่วงเวลา (time-delay RCBO) หมายถึง RCBO ที่ออกแบบพิเศษให้มีขีดจำกัดเวลาไม่ทำงานตามที่กำหนดไว้ให้สอดคล้องกับกระแสเหลือที่กำหนด

3.3.13 ตำแหน่งปิด (closed position) หมายถึง ตำแหน่งในขณะที่วงจรประธานของ RCBO มีการต่ออย่างต่อเนื่องและมั่นคง (ดู IEV 441-16-22)

3.3.14 ตำแหน่งเปิด (open position) หมายถึง ตำแหน่งในขณะที่มีระยะห่างระหว่างหน้าสัมผัสขณะเปิดของวงจรประธานของ RCBO อย่างมั่นคง (ดู IEV 441-16-23)

3.3.15 ขั้ว (pole) หมายถึง ส่วนของ RCBO ที่มีส่วนที่นำไฟฟ้าที่แยกจากวงจรประธาน เพื่อใช้ในการต่อและตัดวงจรประธาน ทั้งนี้ไม่รวมส่วนที่ใช้สำหรับการติดตั้งและการทำงานของขั้ว

3.3.15.1 ขั้วป้องกันกระแสเกิน (overcurrent protected pole) หมายถึง ขั้วที่มีตัวปลดเนื่องจากกระแสเกินต่อไปนี้จะเรียกว่า ขั้วป้องกัน

3.3.15.2 ขั้วไม่ป้องกันกระแสเกิน (overcurrent unprotected pole) หมายถึง ขั้วที่ไม่มีตัวปลดเนื่องจากกระแสเกิน แต่อย่างอื่นโดยทั่วไปมีสมรรถนะเหมือนกับขั้วป้องกันของ RCBO เดียวกัน ต่อไปนี้จะเรียกว่า ขั้วไม่ป้องกัน

หมายเหตุ 1 เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นไปตามข้อกำหนดนี้ ขั้วไม่ป้องกันอาจมีลักษณะโครงสร้างเดียวกับขั้วป้องกันหรือมีลักษณะโครงสร้างเฉพาะ

หมายเหตุ 2 ถ้าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของขั้วไม่ป้องกันแตกต่างจากขั้วป้องกัน ผู้ทำต้องระบุไว้

3.3.15.3 ขั้วตัดต่อนิวทรัล (switched neutral pole) หมายถึง ขั้วที่มีเจตนาใช้เฉพาะตัดต่อนิวทรัลและไม่มีการกำหนดความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

3.3.16 นิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ (uninterrupted neutral) หมายถึง ทางเดินกระแสไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องและไม่มีการป้องกันกระแสเกิน ใช้สำหรับต่อเข้ากับตัวนำเป็นกลางที่ติดตั้ง

3.3.17 วงจรประธานของ RCBO (main circuit of RCBO) หมายถึง ตัวนำทั้งหมดที่เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้าของ RCBO (ดูข้อ 4.3)

3.3.18 วงจรควบคุมของ RCBO (control circuit of RCBO) หมายถึง วงจรที่ไม่ใช่วงจรประธาน ใช้ในการต่อวงจรหรือตัดวงจร หรือทั้งต่อและตัดวงจรของ RCBO

หมายเหตุ วงจรที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ทดสอบ ให้รวมอยู่ในนิยามนี้

3.3.19 วงจรช่วยของ RCBO (auxiliary circuit of RCBO) หมายถึง ตัวนำทั้งหมดที่เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้าของวงจรที่ไม่ใช่วงจรประธานและวงจรควบคุมของ RCBO (ดู IEV 441-15-04)

3.3.20 RCBO แบบ AC (RCBO Type AC) หมายถึง RCBO ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นรูปไซน์ (sinusoid) ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

3.3.21 RCBO แบบ A (RCBO Type A) หมายถึง RCBO ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดไฟฟ้าสลับคลื่นรูปไซน์และชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

3.3.22 อุปกรณ์ทดสอบ (test device) หมายถึง อุปกรณ์ที่รวมเข้ากับ RCBO เพื่อจำลองภาวะกระแสเหลือเพื่อให้ RCBO ตัดวงจรในภาวะที่กำหนด

3.4 บทนิยามเกี่ยวกับค่าและพิสัยของปริมาณการป้อนทางไฟฟ้า

3.4.1 ค่าที่กำหนด (rated value) หมายถึง ค่าปริมาณที่กำหนดขึ้นโดยผู้ทำ สำหรับภาวะการทำงานเฉพาะของ RCBO

3.4.2 กระแสเกิน (overcurrent) หมายถึง กระแสไฟฟ้าใด ๆ ที่มีค่าเกินกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

3.4.2.1 กระแสไฟฟ้าโหลดเกิน (overload current) หมายถึง กระแสเกินที่เกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้าที่ไม่มีความเสียหาย

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้าโหลดเกินอาจทำให้เกิดความเสียหายได้ถ้าคงอยู่เป็นเวลานานพอ

3.4.2.2 กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (short-circuit current) หมายถึง กระแสเกินที่มีผลจากความผิดพร่องโดยมีอิมพีแดนซ์น้อยมากระหว่างจุดที่มีความต่างศักย์ขณะใช้งานตามปกติ

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร อาจเป็นผลจากความผิดพร่องหรือการต่อที่ไม่ถูกต้อง

ห้ามใช้หรือคัดลอกส่วนใดส่วนหนึ่งโดยมิได้รับอนุญาต

3.4.3 กระแสไฟฟ้าคาดหวัง (prospective current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าซึ่งไหลผ่านในวงจร ถ้าแต่ละทางเดินกระแสไฟฟ้าประธานของ RCBO และอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (ถ้ามี) ถูกแทนด้วยตัวนำที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้าคาดหวังอาจยอมรับในลักษณะเดียวกับกระแสไฟฟ้าจริง เช่น กระแสไฟฟ้าตัดวงจรคาดหวัง กระแสไฟฟ้าค่ายอดคาดหวัง กระแสเหลือคาดหวัง (residual prospective current)

3.4.4 กระแสไฟฟ้าค่ายอดคาดหวัง (prospective peak current) หมายถึง ค่ายอดของกระแสไฟฟ้าคาดหวังระหว่างคาบเวลาทรานเซียนต์หลังจากการเริ่มต้น

หมายเหตุ บทนิยามนี้สมมุติว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นโดย RCBO อุดมคติ เช่น มีการเปลี่ยนอิมพีแดนซ์อย่างทันทีทันใดจากค่าอนันต์ไปหา 0 สำหรับวงจรซึ่งกระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้หลายทางเดินที่แตกต่างกัน เช่น วงจรไฟฟ้าหลายเฟส นอกจากนั้นยังสมมุติอีกว่ากระแสไฟฟ้านั้นเกิดขึ้นพร้อมกันทุกขั้ว ถึงแม้ว่าจะพิจารณากระแสไฟฟ้าเฉพาะใน 1 ขั้วเท่านั้น

3.4.5 กระแสไฟฟ้าค่ายอดคาดหวังสูงสุด (maximum prospective peak current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าค่ายอดคาดหวัง เมื่อการเริ่มต้นของกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นขณะใดขณะหนึ่งซึ่งนำไปสู่ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้

หมายเหตุ สำหรับเครื่องตัดวงจรไฟฟ้าแบบหลายขั้วในวงจรไฟฟ้าหลายเฟส กระแสไฟฟ้าค่ายอดคาดหวังสูงสุดให้พิจารณาจากขั้วเดียวเท่านั้น

3.4.6 ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (การต่อและตัดวงจร) (short-circuit (making and breaking) capacity) หมายถึง องค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสไฟฟ้าคาดหวังซึ่งแสดงเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่ออกแบบ RCBO ให้ต่อวงจร ให้นำกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในช่วงเวลาการเปิดวงจร และให้ตัดวงจรในภาวะที่กำหนด

3.4.6.1 วิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรสูงสุด (ultimate short-circuit breaking capacity) หมายถึง ความสามารถในการตัดวงจร สำหรับภาวะที่กำหนดให้เป็นไปตามลำดับการทดสอบที่กำหนด ซึ่งไม่รวมถึงขีดความสามารถของ RCBO ที่นำกระแสไฟฟ้าที่ 0.85 เท่าของกระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่เวลาที่ใช้ทั่วไป

3.4.6.2 วิสัยสามารถตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน (service short-circuit breaking capacity) หมายถึง ความสามารถในการตัดวงจร สำหรับภาวะที่กำหนดให้เป็นไปตามลำดับการทดสอบที่กำหนด ซึ่งรวมถึงขีดความสามารถของ RCBO ที่นำกระแสไฟฟ้าที่ 0.85 เท่าของกระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่เวลาที่ใช้ทั่วไป

3.4.7 กระแสไฟฟ้าตัดวงจร (breaking current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขั้วหนึ่งของ RCBO ทันทีที่เริ่มมีอาร์กระหว่างกระบวนการตัดวงจร (ดู IEV 441-17-07:1988, modified)

หมายเหตุ สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย

3.4.8 แรงดันไฟฟ้าป้อนเข้า (applied voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏระหว่างขั้วต่อสายของขั้วหนึ่งของ RCBO ก่อนที่จะต่อวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (ดู IEV 441-17-24:1984)

หมายเหตุ บทนิยามนี้อ้างถึง RCBO แบบขั้วเดี่ยว สำหรับ RCBO แบบหลายขั้ว แรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าหมายถึงแรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏระหว่างขั้วต่อสายด้านแหล่งจ่ายของ RCBO

ห้ามใช้หรือถ่ายสำเนาเป็นมาตรฐาน

3.4.9 แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัว (recovery voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏระหว่างขั้วต่อสายของขั้วหนึ่งของ RCBO หลังจากการตัดวงจรของกระแสไฟฟ้า (ดู IEV 441-17-25:1984)

หมายเหตุ 1 แรงดันไฟฟ้านี้อาจพิจารณาโดยประกอบด้วยช่วงเวลา 2 ช่วงต่อเนื่องกัน ช่วงเวลาที่ 1 เป็นแรงดันไฟฟ้าทรานเซียนต์ที่เกิดขึ้น ตามด้วยช่วงเวลาที่ 2 เป็นเฉพาะแรงดันไฟฟ้าความถี่กำลังที่เกิดขึ้น

หมายเหตุ 2 บทนิยามนี้อ้างถึง RCBO แบบขั้วเดี่ยว สำหรับ RCBO แบบหลายขั้ว แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวหมายถึงแรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏระหว่างขั้วต่อสายด้านแหล่งจ่ายของ RCBO

3.4.9.1 แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวทรานเซียนต์ (transient recovery voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวระหว่างเวลาที่มีลักษณะเฉพาะทรานเซียนต์ที่มีนัยสำคัญ (ดู IEV441-17-26:1984, modified)

หมายเหตุ แรงดันไฟฟ้าทรานเซียนต์อาจเป็นแบบออสซิลเลตหรือแบบไม่ออสซิลเลตหรือทั้ง 2 แบบรวมกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของวงจรและ RCBO รวมถึงแรงดันไฟฟ้าเลื่อนของจุดเป็นกลางของวงจรหลายเฟส

3.4.9.2 แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลัง (power-frequency recovery voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวหลังจากปรากฏการณ์แรงดันไฟฟ้าทรานเซียนต์หมดไป (ดู IEV 441-17-27:1984)

3.4.10 เวลาเปิดวงจร (opening time) หมายถึง เวลาที่วัดทันทีที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรประธานถึงค่าทำงานของตัวปลดเนื่องจากกระแสเกิน (ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งต่อวงจร) จนถึงเวลาทันทีที่หน้าสัมผัสอาร์กทุกขั้วแยกออกจากกัน

หมายเหตุ โดยทั่วไป เวลาเปิดวงจร หมายถึง เวลาทริป (tripping time) ถึงแม้ว่าหากพิจารณาอย่างเข้มงวด เวลาทริปใช้กับเวลาระหว่างทันทีที่เริ่มต้นของเวลาเปิดวงจรกับทันทีที่คำสั่งการเปิดวงจรยกเลิกไม่ได้

3.4.11 บทนิยามเกี่ยวกับเวลาเกิดอาร์ก (Definitions relating to arcing time)

3.4.11.1 เวลาเกิดอาร์กของขั้วเดี่ยว (arcing time of a pole) หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างขณะที่เกิดการเริ่มต้นของอาร์กในขั้วกับขณะที่สิ้นสุดการดับของอาร์กในขั้วนั้น (ดู IEV 441-17-37, modified)

3.4.11.2 เวลาเกิดอาร์กของ RCBO แบบหลายขั้ว หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างขณะที่เกิดการเริ่มต้นของอาร์กแรกกับขณะที่สิ้นสุดการดับของอาร์กของทุกขั้ว (ดู IEV 441-17-38)

3.4.12 เวลาตัดวงจร (break time) ในกรณีที่กระแสเกิน หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างจุดเริ่มต้นของเวลาเปิดวงจรของ RCBO กับจุดสิ้นสุดของเวลาเกิดอาร์ก ในกรณีที่กระแสเกิน (ดู IEV 441-17-39:1984, modified)

3.4.13 I^2t (ผลรวมของจูล) หมายถึง ผมรวมของกำลังสองของกระแสไฟฟ้าของช่วงเวลาที่กำหนด (t_0, t_1)

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \mathrm{d}t$$ (ดู IEV 441-18-23:1984)

3.4.14 ลักษณะเฉพาะ I^2t ของ RCBO (I^2t characteristic of a RCBO) หมายถึง เส้นโค้งที่ให้ค่าสูงสุดของ I^2t ซึ่งเป็นฟังก์ชันของกระแสไฟฟ้าคาดหวังในภาวะการทำงานที่กำหนด

3.4.15 การประสานสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่ต่ออนุกรม (co-ordination between overcurrent protective device in series)

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3.4.15.1 กระแสไฟฟ้าขีดจำกัดที่เลือกได้ (selectivity-limit current, I_s) หมายถึง กระแสไฟฟ้าประสานสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะเวลาตัดวงจรสูงสุด-กระแสไฟฟ้า ของอุปกรณ์ป้องกันทางด้านโหลดกับลักษณะเฉพาะเวลา-กระแสไฟฟ้าก่อนเกิดอาร์ก (ของฟิวส์) หรือลักษณะเฉพาะเวลาทริป-กระแสไฟฟ้า (ของเครื่องตัดวงจร) ของอุปกรณ์ป้องกันอื่น

หมายเหตุ 1 กระแสไฟฟ้าขีดจำกัดที่เลือกได้เป็นค่าขีดจำกัดของกระแสไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

- ถ้าต่ำกว่ากระแสไฟฟ้าขีดจำกัดที่เลือกได้ อุปกรณ์ป้องกันทางด้านโหลดสามารถตัดวงจรได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ป้องกันอื่นเริ่มทำงาน (การเลือกถูกต้อง)
- ถ้าสูงกว่ากระแสไฟฟ้าขีดจำกัดที่เลือกได้ อุปกรณ์ป้องกันทางด้านโหลดไม่สามารถตัดวงจรได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ป้องกันอื่นเริ่มทำงาน (การเลือกไม่ถูกต้อง)

หมายเหตุ 2 ลักษณะเฉพาะ I^2t อาจใช้แทนลักษณะเฉพาะเวลา-กระแสไฟฟ้าได้

3.4.15.2 กระแสไฟฟ้ารับช่วง (take-over current, I_B) หมายถึง กระแสไฟฟ้าประสานสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะเวลาตัดวงจรสูงสุด-กระแสไฟฟ้า ของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน 2 ชุด

หมายเหตุ 1 กระแสไฟฟ้ารับช่วงเป็นค่าขีดจำกัดของกระแสไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันด้านแหล่งจ่ายถ้ามีค่าสูงกว่ากระแสไฟฟ้ารับช่วง (โดยทั่วไปแต่ไม่เสมอไป) จะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันสำรอง (back-up operation) ได้

หมายเหตุ 2 ลักษณะเฉพาะ I^2t อาจใช้แทนลักษณะเฉพาะเวลา-กระแสไฟฟ้าได้

3.4.16 กระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่ใช้ทั่วไป (conventional non-tripping current, I_{nt}) หมายถึง ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ระบุซึ่ง RCBO สามารถรับได้ตามเวลาที่กำหนด (เวลาที่ใช้ทั่วไป) โดยไม่ทำงาน (ดู IEV 441-17-22:1984)

3.4.17 กระแสไฟฟ้าทริปที่ใช้ทั่วไป (conventional tripping current, I_t) หมายถึง ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ระบุซึ่งทำให้ RCBO ทำงานภายในเวลาที่กำหนด (เวลาที่ใช้ทั่วไป)

3.4.18 กระแสไฟฟ้าทริปทันที (instantaneous tripping current) หมายถึง ค่าต่ำสุดของกระแสไฟฟ้าซึ่งทำให้เครื่องตัดวงจรทำงานอย่างอัตโนมัติโดยไม่มีการหน่วงเวลาตามที่ตั้งไว้

3.4.19 กระแสเกินที่ไม่ทำงานในวงจรประธาน (non-operating overcurrent in the main circuit)

หมายเหตุ ในกรณีที่เกิดกระแสเกินในวงจรประธานไม่มีกระแสเหลือ การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากผลของการกระตุ้นไม่สมมาตรของอุปกรณ์ตรวจจับ

3.4.19.1 ค่าขีดจำกัดของกระแสเกินในกรณีที่มีโหลดผ่าน RCBO ด้วยกระแสไฟฟ้า 2 ทาง หมายถึง ค่าสูงสุดของกระแสเกินของโหลดซึ่งไม่มีความผิดพร่องกับเปลือกหุ้มหรือดิน และไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินที่สามารถไหลผ่าน RCBO ด้วยกระแสไฟฟ้า 2 ทาง โดยไม่ทำให้เกิดการตัดวงจร

3.4.19.2 ค่าขีดจำกัดของกระแสเกินในกรณีของโหลดเฟสเดียว ผ่าน RCBO 3 ขั้ว หรือ 4 ขั้ว หมายถึง ค่าสูงสุดของกระแสเกินเฟสเดียว ซึ่งไม่มีความผิดพร่องกับเปลือกหุ้มหรือดิน และไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินที่สามารถไหลผ่าน RCBO 3 ขั้ว หรือ 4 ขั้ว โดยไม่ทำให้เกิดการตัดวงจร

ห้ามใช้ร่างมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

3.4.20 วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือ (residual making and breaking capacity) หมายถึง ค่าขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสเหลือคาดหวังซึ่ง RCBO สามารถต่อวงจร นำกระแสไฟฟ้าสำหรับช่วงเวลาเปิดวงจร และตัดวงจรในภาวะที่กำหนดของการใช้งานและพฤติกรรม

3.4.21 ค่าขีดจำกัด (U_x และ U_y) ของแรงดันไฟฟ้าสำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

3.4.21.1 U_x หมายถึง ค่าต่ำสุดของแรงดันไฟฟ้า ที่ทำให้ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้ายังคงทำงานในภาวะที่กำหนดในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าลดลง (ดูข้อ 9.17.1)

3.4.21.2 U_y หมายถึง ค่าต่ำสุดของแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าค่าที่ทำให้ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่ไม่มีกระแสเหลือ (ดูข้อ 9.17.2)

3.5 บทนิยามเกี่ยวกับค่าและพิสัยของปริมาณที่มีอิทธิพล

3.5.1 ปริมาณที่มีอิทธิพล (influencing quantity) หมายถึง ปริมาณใด ๆ ที่เปลี่ยนแปลงการทำงานที่กำหนดของ RCBO

3.5.2 ค่าอ้างอิงของปริมาณที่มีอิทธิพล (reference value of an influencing quantity) หมายถึง ค่าของปริมาณที่มีอิทธิพลต่อลักษณะเฉพาะโดยผู้ทำกำหนดไว้

3.5.3 ภาวะอ้างอิงของปริมาณที่มีอิทธิพล (reference conditions of influencing quantity) หมายถึง ค่าอ้างอิงของปริมาณที่มีอิทธิพลทั้งหมด

3.5.4 พิสัยของปริมาณที่มีอิทธิพล (range of an influencing quantity) หมายถึง พิสัยของปริมาณที่มีอิทธิพลค่าใดค่าหนึ่งที่ยอมให้ RCBO ทำงานในภาวะที่กำหนด โดยปริมาณที่มีอิทธิพลอื่นมีค่าที่อ้างอิง

3.5.5 พิสัยสุดขีดของปริมาณที่มีอิทธิพล (extreme range of an influencing quantity) หมายถึง พิสัยของปริมาณที่มีอิทธิพลที่ RCBO ยังกลับคืนสู่สภาพการทำงานได้ แม้ว่าไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดใด ๆ

3.5.6 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ (ambient air temperature) หมายถึง อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ RCBO ในภาวะที่กำหนด

หมายเหตุ สำหรับ RCBO ที่ติดตั้งภายในเปลือกหุ้ม หมายถึงอุณหภูมิของอากาศที่อยู่ภายนอกเปลือกหุ้มนั้น

(ดู IEV 441-11-13)

3.5.7 อุณหภูมิอากาศโดยรอบอ้างอิง (reference ambient air temperature) อุณหภูมิอากาศโดยรอบที่ลักษณะเฉพาะเวลา-กระแสเกินใช้อ้างอิง

3.6 บทนิยามเกี่ยวกับขั้วต่อสาย

3.6.1 ขั้วต่อสาย (terminal) หมายถึง ขั้วต่อสายที่เป็นชิ้นส่วนตัวนำของ RCBO เพื่อใช้ต่อทางไฟฟ้ากับวงจรภายนอกได้หลาย ๆ ครั้ง

3.6.2 ขั้วต่อแบบหมุดเกลียว (screw-type terminal) หมายถึง ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดในภายหลัง (subsequent disconnection) กับตัวนำ 1 เส้น หรือการต่อระหว่าง (interconnection) ตัวนำตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป การต่อหรือปลดทำได้ด้วยหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียว (nut) ทุกชนิดทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อม

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ใช้หารือเท่านั้น

3.6.3 ขั้วต่อปลายหมุดเกลียว (pillar terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งใช้ปลายของหมุดเกลียว 1 ตัวหรือหลายตัวบีบรัดตัวนำที่สอดเข้าไปในรูหรือช่องของขั้วต่อ

หมายเหตุ 1 อาจกดบีบรัดโดยตรงด้วยปลายของหมุดเกลียวหรือโดยผ่านตัวกลางอื่นที่รับแรงกดจากปลายของหมุดเกลียวก็ได้

หมายเหตุ 2 ตัวอย่างขั้วต่อปลายหมุดเกลียวแสดงไว้ในภาคผนวก ฌค. รูปที่ ฌค.1

3.6.4 ขั้วต่อหัวหมุดเกลียว (screw terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งบีบรัดตัวนำอยู่ข้างใต้หัวของหมุดเกลียว อาจกดบีบรัดโดยตรงด้วยหัวของหมุดเกลียว 1 ตัวหรือโดยผ่านตัวกลางอื่น เช่น แหวนรอง แผ่นบีบรัด หรืออุปกรณ์ป้องกันการเคลื่อนตัว (anti-spread device)

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อหัวหมุดเกลียวแสดงไว้ในภาคผนวก ฌค. รูปที่ ฌค.2.ก

3.6.5 ขั้วต่อเดือยเกลียว (stud terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งบีบรัดตัวนำอยู่ข้างใต้แป้นเกลียว

หมายเหตุ 1 อาจกดบีบรัดโดยตรงด้วยแป้นเกลียวรูปร่างเหมาะสม 1 ตัวหรือโดยผ่านชิ้นส่วนขั้นกลาง 1 ชิ้น เช่น แหวนรอง แผ่นบีบรัด หรืออุปกรณ์ป้องกันการเคลื่อนตัว

หมายเหตุ 2 ตัวอย่างขั้วต่อปลายหมุดเกลียวแสดงไว้ในรูปที่ ฌค.2.ข

3.6.6 ขั้วต่อประกับ (saddle terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งบีบรัดตัวนำให้อยู่ใต้ประกับด้วยหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวจำนวนตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อประกับแสดงไว้ในรูปที่ ฌค.3

3.6.7 ขั้วต่อหูสาย (lug terminal) หมายถึง ขั้วต่อหัวหมุดเกลียวหรือขั้วต่อเดือยเกลียว ที่ออกแบบสำหรับยึดหูสาย (cable lug) แท่งตัวนำ (bar) ด้วยหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียว

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อหูสายแสดงไว้ในรูปที่ ฌค.4

3.6.8 ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว (screwless-type terminal) หมายถึง ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดในภายหลังกับตัวนำ 1 เส้น หรือการต่อระหว่างตัวนำตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไปซึ่งสามารถปลดแยกส่วนได้ การต่อหรือปลดทำได้ด้วยขดสปริง ลิ่ม ชิ้นส่วนที่มีรูปทรงเยื้องศูนย์กลาง หรือชิ้นส่วนรูปทรงกรวย ฯลฯ ทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อม โดยไม่ต้องเตรียมตัวนำขึ้นเป็นพิเศษนอกจากปอกฉนวนออกเท่านั้น

3.6.9 หมุดเกลียวปล่อย (tapping screw) หมายถึง หมุดเกลียวที่ทำจากวัสดุที่มีความทนต่อการผิดรูปสูง เมื่อใช้แรงหมุนเข้าไปในรูวัสดุที่มีความทนต่อการผิดรูปน้อยกว่าของหมุดเกลียว

หมายเหตุ หมุดเกลียวปล่อยนี้ต้องเป็นเกลียวเรียว (tapered thread) เกลียวที่เกิดจากการใช้งานของหมุดเกลียวจะยึดแน่นมั่นคงเมื่อมีจำนวนรอบหมุนเกินกว่าจำนวนเกลียวบนส่วนปลายตัดเรียว

3.6.10 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็ม (thread forming tapping screw) หมายถึง หมุดเกลียวปล่อยที่มีเกลียวต่อเนื่องกัน

หมายเหตุ 1 เกลียวนี้ไม่ได้ทำหน้าที่ขับวัสดุออกจากรู

หมายเหตุ 2 ตัวอย่างหมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็มแสดงไว้ในรูปที่ 1

ห้ามมิให้ทำสำเนาหรือดัดแปลงมาตรฐานนี้เป็นการค้า

3.6.11 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด (thread cutting tapping screw) หมายถึง หมุดเกลียวปล่อยที่มีเกลียวไม่ต่อเนื่องกัน

หมายเหตุ 1 เกลียวตัดนี้ทำหน้าที่ขับวัสดุออกจากรู

หมายเหตุ 2 ตัวอย่างหมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัดแสดงไว้ในรูปที่ 2

3.7 บทนิยามเกี่ยวกับภาวะการทำงาน

3.7.1 การทำงาน (operation) หมายถึง การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้จากตำแหน่งเปิดไปยังตำแหน่งปิด หรือกลับกันในทำนองเดียวกัน

หมายเหตุ ถ้าจำเป็นต้องแบ่งแยกการทำงานในลักษณะทางไฟฟ้า (คือต่อหรือตัด) ให้หมายถึง การทำงานตัดต่อวงจร และการทำงานในลักษณะทางกล (ปิดหรือเปิด) ให้หมายถึง การทำงานทางกล

3.7.2 การทำงานปิด (closing operation) หมายถึง การทำงานโดยที่ RCBO เปลี่ยนจากตำแหน่งเปิดไปยังตำแหน่งปิด (ดู IEV 441-16-08:1984)

3.7.3 การทำงานเปิด (opening operation) หมายถึง การทำงานโดยที่ RCBO เปลี่ยนจากตำแหน่งปิดไปยังตำแหน่งเปิด (ดู IEV 441-16-09:1984)

3.7.4 การทำงานด้วยมือ (dependent manual operation) หมายถึง การทำงานด้วยพลังงานมือโดยตรงเท่านั้น ซึ่งความเร็วและแรงของการทำงานขึ้นอยู่กับการกระทำของผู้ใช้งาน (ดู IEV 441-16-13)

3.7.5 การทำงานไม่ขึ้นอยู่กับมือ (independent manual operation) หมายถึง การทำงานด้วยพลังงานสะสม ซึ่งพลังงานเกิดขึ้นจากมือ สะสมและปลดปล่อยในการทำงานครั้งเดียวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความเร็วและแรงของการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับการกระทำของผู้ใช้งาน (ดู IEV 441-16-16)

3.7.6 RCBO ทริปอิสระ (trip free RCBO) หมายถึง RCBO ที่มีหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ซึ่งย้อนกลับและคงอยู่ในตำแหน่งเปิดเมื่อการทำงานเปิด (อัตโนมัติ) เริ่มเกิดขึ้นหลังจากการทำงานปิด ถึงแม้ว่าคำสั่งปิดยังคงอยู่

หมายเหตุ เพื่อให้แน่ใจว่าการตัดวงจรของกระแสไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดขึ้นมีความถูกต้อง อาจจำเป็นต้องทำหน้าสัมผัสขณะนั้นอยู่ในตำแหน่งเปิด

(ดู IEV 441-16-31)

3.7.7 วัฏจักรการทำงาน (operating cycle) หมายถึง ลำดับของการทำงานอย่างสมบูรณ์จากตำแหน่งหนึ่งไปยังตำแหน่งหนึ่ง และกลับไปยังตำแหน่งเดิมโดยผ่านตำแหน่งอื่นทั้งหมด (ถ้ามี) (ดู IEV 441-16-02)

3.7.8 ลำดับการทำงาน (sequence operation) หมายถึง ลำดับของการทำงานที่กำหนดอย่างสมบูรณ์ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

3.7.9 การทำงานแบบไม่มีการหยุดชะงัก (uninterrupted duty) หมายถึง การทำงานในลักษณะที่หน้าสัมผัสหลักของ RCBO ยังคงปิดอยู่ขณะที่นำกระแสไฟฟ้าคงที่โดยไม่มีการหยุดชะงักเป็นคาบเวลานาน (ซึ่งอาจจะเป็นสัปดาห์ เดือน หรือปี)

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ห้ามใช้อ้างอิงเป็นมาตรฐาน

3.8 บทนิยามเกี่ยวกับองค์ประกอบของโครงสร้าง

3.8.1 หน้าสัมผัสหลัก (main contact) หมายถึง หน้าสัมผัสที่ติดตั้งรวมอยู่ในวงจรประธานของ RCBO เมื่อในตำแหน่งปิดมีหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าของวงจรประธาน (ดู IEV 441-15-07:1984)

3.8.2 หน้าสัมผัสอาร์ก (arcing contact) หมายถึง หน้าสัมผัสที่มีจุดประสงค์ให้เป็นจุดเริ่มของการเกิดอาร์ก

หมายเหตุ หน้าสัมผัสอาร์กอาจใช้เป็นหน้าสัมผัสหลัก หรืออาจเป็นหน้าสัมผัสแยกที่ออกแบบให้เปิดหลังและปิดก่อนหน้าสัมผัสอื่นซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันความเสียหาย

3.8.3 หน้าสัมผัสควบคุม (control contact) หมายถึง หน้าสัมผัสที่ติดตั้งรวมอยู่ในวงจรควบคุมของ RCBO และทำงานทางกลโดย RCBO (ดู IEV 441-15-09)

3.8.4 หน้าสัมผัสช่วย (auxiliary contact) หมายถึง หน้าสัมผัสที่ติดตั้งรวมอยู่ในวงจรช่วย และทำงานทางกลโดย RCBO (ตัวอย่างเช่น สำหรับชี้บอกตำแหน่งหน้าสัมผัส) (ดู IEV 441-15-10:1984, modified)

3.8.5 ตัวปลด (release) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับต่อทางกลกับ (หรือรวมอยู่ใน) RCBO ซึ่งจะปลดการยึดและยอมให้ RCBO เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ (ดู IEV 41-15-17, modified)

หมายเหตุ ให้บทนิยามของ IEV อ้างอิงให้กระทำในตำแหน่งปิดวงจรด้วย

3.8.6 ตัวปลดเนื่องจากกระแสเกิน (overcurrent release) หมายถึง ตัวปลดที่ยอมให้ RCBO เปิดวงจรแบบมีหรือไม่มีการหน่วงเวลาเมื่อกระแสไฟฟ้าในตัวปลดมีค่าเกินค่าที่คำนวณไว้

หมายเหตุ ในบางกรณี ค่ากระแสไฟฟ้านี้อาจขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้า

(ดู IEV 441-16-33:1984)

3.8.7 ตัวปลดเนื่องจากกระแสเกินแบบเวลาหน่วงผกผัน (inverse time-delay overcurrent release) หมายถึง ตัวปลดเนื่องจากกระแสเกินที่จะทำงานหลังจากเวลาหน่วงค่าหนึ่งซึ่งแปรผกผันกับค่าของกระแสเกิน

หมายเหตุ ตัวปลดดังกล่าวอาจออกแบบให้มีเวลาหน่วงต่ำสุดสำหรับกระแสเกินที่มีค่าสูง

(ดู IEV 441-16-35:1984)

3.8.8 ตัวปลดเนื่องจากกระแสเกินโดยตรง (direct overcurrent release) หมายถึง ตัวปลดเนื่องจากกระแสเกินที่ได้รับกำลังโดยตรงจากกระแสไฟฟ้าในวงจรประธานของ RCBO (ดู IEV 441-16-38:1984)

3.8.9 ตัวปลดเนื่องจากโหลดเกิน (overload release) หมายถึง ตัวปลดเนื่องจากกระแสเกินที่มีจุดประสงค์สำหรับป้องกันโหลดเกิน (ดู IEV 441-16-38:1984)

3.8.10 ชิ้นส่วนตัวนำ (conductive part) หมายถึง ชิ้นส่วนซึ่งนำกระแสไฟฟ้าได้ ถึงแม้ว่าอาจจะไม่จำเป็นให้ใช้นำกระแสไฟฟ้าใช้งาน (ดู IEV 441-11-09:1984)

3.8.11 ชิ้นส่วนตัวนำที่เผยตัว (exposed conductive part) หมายถึง ชิ้นส่วนตัวนำซึ่งสามารถสัมผัสได้ง่าย ซึ่งปกติเป็นส่วนที่ไม่มีไฟฟ้า แต่อาจกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าได้ในภาวะผิดพร่อง (ดู IEV 441-11-10:1984)

สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเท่านั้น

3.9 บทนิยามเกี่ยวกับการทดสอบ

3.9.1 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test) หมายถึง การทดสอบหนึ่งหรือหลายอุปกรณ์ เพื่อแสดงว่าการออกแบบนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดที่ต้องการ

3.9.2 การทดสอบประจำ (routine test) หมายถึง การทดสอบของแต่ละอุปกรณ์ในระหว่างหรือหลังการผลิต เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนด

3.10 บทนิยามเกี่ยวกับการประสานสัมพันธ์ของการฉนวน

3.10.1 การประสานสัมพันธ์ของการฉนวน (insulation coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของลักษณะเฉพาะฉนวนของบริภัณฑ์ไฟฟ้าโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมระดับจุลภาคที่คาดหวังและความเครียดที่มีอิทธิพลอื่น ๆ (ดูข้อ 3.1 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.2 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน (working voltage) หมายถึง ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยสูงสุดของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมฉนวนใด ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อบริภัณฑ์มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

หมายเหตุ 1 ไม่คำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าทรานเซียนต์

หมายเหตุ 2 คำนึงถึงภาวะวงจรเปิดและภาวะการทำงานปกติ

(ดูข้อ 3.5 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.3 แรงดันไฟฟ้าเกิน (overvoltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่มีค่ายอดมากกว่าค่ายอดที่สอดคล้องกันของแรงดันไฟฟ้าคงที่สูงสุดที่ภาวะการทำงานปกติ (ดูข้อ 3.7 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.4 แรงดันคงทนอิมพัลส์ (impulse withstand voltage) หมายถึง ค่ายอดสูงสุดของแรงดันอิมพัลส์ที่มีรูปแบบและสภาพขั้วที่ระบุซึ่งไม่ทำให้เกิดการเสียสภาพของฉนวนในภาวะที่กำหนด (ดูข้อ 3.8.1 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.5 การจำแนกแรงดันไฟฟ้าเกิน (overvoltage category) หมายถึง ตัวเลขที่กำหนดแรงดันไฟฟ้าเกินทรานเซียนต์ (transient overvoltage) (ดูข้อ 3.10 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.6 ภาวะแวดล้อมมหัพภาค (macro-environment) หมายถึง ภาวะแวดล้อมของห้องหรือสถานที่อื่น ๆ ซึ่งบริภัณฑ์ถูกติดตั้งหรือใช้งาน (ดูข้อ 3.12.1 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.7 ภาวะแวดล้อมจุลภาค (micro-environment) หมายถึง ภาวะแวดล้อมฉับพลันของฉนวนซึ่งมีอิทธิพลต่อขนาดของระยะห่างตามผิวฉนวนโดยเฉพาะ (ดูข้อ 3.12.2 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.8 มลภาวะ (pollution) หมายถึง การเพิ่มเติมของสิ่งแปลกปลอม ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งมีผลทำให้ความคงทนต่อสนามไฟฟ้าหรือสภาพความต้านทานของผิวฉนวนลดลง (ดูข้อ 3.11 ใน IEC 60664-1:2007)

3.10.9 ระดับมลภาวะ (pollution degree) หมายถึง ตัวเลขที่แสดงลักษณะมลภาวะที่คาดหวังของภาวะแวดล้อมจุลภาค (ดูข้อ 3.13 ใน IEC 60664-1:2007)

ห้ามใช้ทรัพย์สินนี้เป็นมาตรฐาน

หมายเหตุ ระดับมลภาวะที่บริภัณฑ์ที่เปิดโล่งอาจแตกต่างจากระดับมลภาวะแวดล้อมมหัพภาคบริเวณที่บริภัณฑ์ตั้งอยู่เนื่องจากมีการป้องกันโดยวิธี เช่น การใช้เปลือกหุ้ม หรือการให้ความร้อนภายในเพื่อป้องกันมิให้มีการดูดกลืนหรือการควบแน่นของความชื้น

3.10.10 การแยกอิสระ (isolation) การทำหน้าที่แยกอิสระ (isolating function) หมายถึง การทำหน้าที่ตัดแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากการติดตั้งทั้งหมด หรือแยกส่วนโดยแยกจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าทุกแหล่งเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัย (ดูข้อ 2.1.19 ใน IEC 60947-1:2007, modified)

3.10.11 ระยะแยกอิสระ (isolating distance) หมายถึง ระยะห่างในอากาศระหว่างหน้าสัมผัสในภาวะเปิดวงจรที่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่ระบุไว้สำหรับวัตถุประสงค์การแยกอิสระ (ดู IEV 441-17-35:1984, modified)

3.10.12 ระยะห่างในอากาศ (clearance) หมายถึง ระยะทางสั้นที่สุดในอากาศระหว่าง 2 ส่วนที่นำไฟฟ้า (ดู IEV 441-17-31, modified)

หมายเหตุ 1 การพิจารณาระยะห่างในอากาศกับชิ้นส่วนที่เข้าถึงได้ ผิวหน้าของเปลือกหุ้มฉนวนที่เข้าถึงได้ ต้องถือว่าเป็นตัวนำเสมือนปิดไว้ด้วยแผ่นโลหะบางในส่วนที่สามารถสัมผัสได้ด้วยมือหรือนิ้วทดสอบมาตรฐานตามที่กำหนดในรูปที่ 3

หมายเหตุ 2 ดูภาคผนวก ข.

3.10.13 ระยะห่างตามผิวฉนวน (creepage distance) หมายถึง ระยะทางสั้นที่สุดตามผิวฉนวนระหว่างชิ้นตัวนำ 2 ชิ้น (ดู IEV 604-03-61:1987, modified)

หมายเหตุ 1 การพิจารณาระยะห่างตามผิวฉนวนกับชิ้นส่วนที่เข้าถึงได้ ผิวหน้าของเปลือกหุ้มฉนวนที่เข้าถึงได้ ต้องถือว่าเป็นตัวนำเสมือนปิดไว้ด้วยแผ่นโลหะบางในส่วนที่สามารถสัมผัสได้ด้วยมือหรือนิ้วทดสอบมาตรฐานตามที่กำหนดในรูปที่ 3

หมายเหตุ 2 ดูภาคผนวก ข.

4. การจำแนกประเภท

RCBO จำแนกประเภทโดย 13 วิธีดังต่อไปนี้

4.1 ตามวิธีการทำงาน

หมายเหตุ การเลือกแบบต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60364-5-53

4.1.1 RCBO ที่ไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า (ดูข้อ 3.3.8)

4.1.2 RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า (ดูข้อ 3.3.9)

4.1.2.1 เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลวโดยไม่มีหรือมีการหน่วงเวลา (ดูข้อ 8.12)

ก) ปิดวงจรคืนอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันไฟฟ้ากลับคืนปกติ

ข) ไม่ปิดวงจรคืนอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันไฟฟ้ากลับคืนปกติ

ห้ามใช้หรือคัดลอกร่างนี้เป็นมาตรฐาน

4.1.2.2 ไม่เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว

ก) สามารถทริปได้ในกรณีที่มีสถานการณ์อันตราย (เช่น เนื่องจากความผิดพร่องลงดิน) หรือความล้มเหลวของแรงดันไฟฟ้า (ข้อกำหนดนี้อยู่ระหว่างพิจารณา)

ข) ไม่สามารถทริปได้ในกรณีที่มีสถานการณ์อันตราย (เช่น เนื่องจากความผิดพร่องลงดิน) หรือความล้มเหลวของแรงดันไฟฟ้า

หมายเหตุ การเลือก RCBO ในข้อ ข) ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขตาม IEC 60364-5-53:2001 ข้อ 532.2.2.2

4.2 ตามแบบการติดตั้ง

- RCBO สำหรับการติดตั้งยึดกับที่ และการเดินสายไฟฟ้ายึดกับที่
- RCBO สำหรับการติดตั้งแบบเคลื่อนที่ได้ และต่อกับสายอ่อน (ของอุปกรณ์กับแหล่งจ่าย)

4.3 ตามจำนวนขั้วและทางเดินกระแสไฟฟ้า

- RCBO แบบขั้วเดี่ยว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 1 ขั้ว และนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ (ดูข้อ 3.3.16) (ทางเดินไฟฟ้า 2 ทาง)
- RCBO แบบ 2 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 1 ขั้ว
- RCBO แบบ 2 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 2 ขั้ว
- RCBO แบบ 3 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 3 ขั้ว
- RCBO แบบ 3 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 3 ขั้ว และนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ (ทางเดินไฟฟ้า 4 ทาง)
- RCBO แบบ 4 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 3 ขั้ว
- RCBO แบบ 4 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 4 ขั้ว

หมายเหตุ ขั้วที่ไม่ใช่ขั้วป้องกันกระแสเกิน อาจเป็น

- “ขั้วไม่ป้องกัน” (ดูข้อ 3.3.15.2) หรือ
- “ขั้วตัดต่อนิวทรัล” (ดูข้อ 3.3.15.3)

4.4 ตามความเป็นไปได้ของการตั้งกระแสเหลือที่ทำงาน

- RCBO ที่มีกระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนดค่าเดียว
- RCBO ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า โดยแต่ละขั้นมีค่าคงที่

4.5 ตามความต้านทานต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์เนื่องจากแรงดันเสิร์จ

- RCBO ที่มีความต้านทานปกติต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์ (แบบทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามความเหมาะสม)
- RCBO ที่มีความต้านทานเพิ่มขึ้นต่อการทริปไม่พึงประสงค์ (แบบ S ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามความเหมาะสม)

ห้ามใช้ประโยชน์ถ้าร่างนี้เป็นมาตรฐาน

4.6 ตามพฤติกรรมเมื่อมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

- RCBO แบบ AC
- RCBO แบบ A

4.7 ตามการหน่วงเวลา (เมื่อมีกระแสเหลือ)

- RCBO ที่ไม่มีการหน่วงเวลา : แบบใช้งานทั่วไป
- RCBO ที่มีการหน่วงเวลา : แบบ S สำหรับการเลือกใช้งาน

4.8 ตามการป้องกันอิทธิพลจากภายนอก

- RCBO ที่มีเปลือกหุ้ม (ไม่ต้องการเปลือกหุ้มเพิ่มเติม)
- RCBO ที่ไม่มีเปลือกหุ้ม (ต้องมีเปลือกหุ้มเมื่อใช้งาน)

4.9 ตามวิธีการติดตั้ง (mounting)

- RCBO แบบติดตั้งบนพื้นผิว
- RCBO แบบติดตั้งแบบฝัง
- RCBO แบบติดตั้งในแผงสวิตช์ (panel board) หรือแผงจ่ายไฟ (distribution board)

หมายเหตุ RCBO ทุกแบบข้างต้นอาจมีเจตนาให้ติดตั้งกับรางได้

4.10 ตามวิธีการต่อสาย

- RCBO ที่มีการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าไม่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งทางกล
- RCBO ที่มีวิธีการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับการติดตั้งทางกล

หมายเหตุ ตัวอย่างเช่น

– แบบเสียบ (plug-in)

– แบบสลักเกลียว (bolt-on)

– แบบใช้หมุดเกลียว (screw-in)

RCBO อาจเป็นแบบเสียบหรือแบบสลักเกลียวเฉพาะด้านแหล่งจ่าย โดยทั่วไปการต่อสายด้านโหลดจะใช้วิธีการเข้าสาย

4.11 ตามกระแสไฟฟ้าทริปทันที (ดูข้อ 3.4.18)

- RCBO แบบ B
- RCBO แบบ C
- RCBO แบบ D

ห้ามใช้ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

4.12 ตามลักษณะเฉพาะ I^2t

นอกเหนือจากลักษณะเฉพาะ I^2t ที่ผู้จัดทำให้ตามข้อ 5 RCBO อาจจำแนกประเภทตามลักษณะเฉพาะ I^2t นั้น ๆ ได้

4.13 ตามแบบขั้วต่อสาย

- RCBO ที่มีขั้วต่อแบบหมุดเกลียวสำหรับตัวนำทองแดงภายนอก
- RCBO ที่มีขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวสำหรับตัวนำทองแดงภายนอก

  หมายเหตุ 1 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อสายแบบนี้ให้เป็นไปตามภาคผนวก ญ.
- RCBO ที่มีขั้วต่อเร็วแบบแบน (flat quick-connector) สำหรับตัวนำทองแดงภายนอก

  หมายเหตุ 2 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อสายแบบนี้ให้เป็นไปตามภาคผนวก ฎ.
- RCBO ที่มีขั้วต่อแบบหมุดเกลียวสำหรับตัวนำอะลูมิเนียมภายนอก

  หมายเหตุ 3 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อสายแบบนี้ให้เป็นไปตามภาคผนวก ฐ.

5. ลักษณะเฉพาะของ RCBO

5.1 ลักษณะเฉพาะโดยสรุป

RCBO ต้องระบุลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- แบบการติดตั้ง (ดูข้อ 4.2)
- จำนวนขั้วและทางเดินไฟฟ้า (ดูข้อ 4.3)
- กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n (ดูข้อ 5.2.2)
- กระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด $I_{\Delta n}$ (ดูข้อ 5.2.3)
- กระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด $I_{\Delta no}$ (ดูข้อ 5.2.4)
- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด U_n (ดูข้อ 5.2.1)
- ความถี่ที่กำหนด (ดูข้อ 5.2.5)
- ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด I_{cn} (ดูข้อ 5.2.6)
- วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด $I_{\Delta m}$ (ดูข้อ 5.2.7)
- การหน่วงเวลา (ถ้ามี) (ดูข้อ 5.2.8)
- ลักษณะเฉพาะการทำงานในกรณีกระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง (ดูข้อ 5.2.9)
- วิธีการติดตั้ง (ดูข้อ 4.9)
- วิธีการต่อสาย (ดูข้อ 4.10)
- พิสัยของกระแสเกินทริปทันที (ดูข้อ 4.11)

ห้ามมิให้ทำซ้ำหรือดัดแปลงร่างนี้เป็นมาตรฐาน

- ประเภทของ I^2t (ดูข้อ 4.12)
- ระดับชั้นการป้องกัน (ดู IEC 60529)

สำหรับ RCBO ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

- พฤติกรรมของ RCBO ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว (ดูข้อ 4.1.2)

5.2 ปริมาณที่กำหนดและลักษณะเฉพาะอื่น ๆ

5.2.1 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

5.2.1.1 แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด (U_e)

แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด (ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด”) ของ RCBO คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำเพื่อใช้อ้างอิงถึงสมรรถนะ

หมายเหตุ RCBO เครื่องเดียวกันอาจจะระบุด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหลายค่าพร้อมกับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดที่สอดคล้องกัน

5.2.1.2 แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด (U_i)

แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนดของ RCBO คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบความทนไดอิเล็กทริกและระยะห่างตามผิวฉนวน

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนดคือค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดของ RCBO ไม่มีกรณีใดที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดมากกว่าแรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด

5.2.1.3 แรงดันคงทนอิมพัลส์ที่กำหนด (U_{imp})

แรงดันคงทนอิมพัลส์ที่กำหนดของ RCBO ต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่ามาตรฐานของแรงดันคงทนอิมพัลส์ตามที่กำหนดในตารางที่ 5

5.2.2 กระแสไฟฟ้าที่กำหนด (I_n)

กระแสไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำซึ่ง RCBO สามารถนำกระแสไฟฟ้านี้ในขณะการทำงานแบบไม่มีการหยุดชะงัก (ดูข้อ 3.7.9) ที่อุณหภูมิโดยรอบอ้างอิงที่กำหนด

ค่ามาตรฐานของอุณหภูมิโดยรอบอ้างอิงเท่ากัน 30 °C ถ้าใช้อุณหภูมิโดยรอบอ้างอิงแตกต่างออกไป ให้พิจารณาผลกระทบที่เกิดกับการป้องกันโหลดเกินของสายไฟฟ้า ซึ่งปกติก็ใช้อุณหภูมิโดยรอบอ้างอิง 30 °C ที่เป็นไปตามกฎการติดตั้ง (ดู IEC 60364-5-52:2001 บทที่ 523)

5.2.3 กระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta n}$)

ค่ากระแสเหลือที่ทำงาน (ดูข้อ 3.2.4) ของ RCBO ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่งกำหนดให้ RCBO ทำงานในภาวะที่กำหนด

RCBO ที่ตั้งกระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า ให้ใช้ค่าที่ตั้งได้สูงสุดเป็นค่าที่ระบุ

RCBO ที่มีการปรับตั้งค่าได้อย่างต่อเนื่องไม่อนุญาตให้ใช้

ร่างมาตรฐานอุตสาหกรรม

5.2.4 กระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta no}$)

ค่าของกระแสเหลือที่ไม่ทำงาน (ดูข้อ 3.2.5) ของ RCBO ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่ง RCBO จะไม่ทำงานในภาวะที่กำหนด

5.2.5 ความถี่ที่กำหนด

ความถี่ที่กำหนดของ RCBO เป็นความถี่กำลัง ที่ออกแบบไว้สำหรับ RCBO และค่าของลักษณะเฉพาะอื่นที่สมนัยกัน

หมายเหตุ RCBO เครื่องเดียวกันอาจระบุความถี่ที่กำหนดหลายค่า

5.2.6 ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (I_{cn})

ค่าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดของ RCBO คือวิสัยสามารถการตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรสูงสุด (ดูข้อ 3.4.6.1) ของ RCBO ที่ระบุโดยผู้ทำ

หมายเหตุ RCBO ที่มีค่าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (I_{cn}) มีวิสัยสามารถการตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน (I_{cs}) ด้วย (ดูตารางที่ 22)

5.2.7 วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$)

ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสเหลือคาดหวัง (ดูข้อ 3.2.3 และข้อ 3.4.3) ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่ง RCBO สามารถต่อวงจรนำกระแสไฟฟ้าและตัดวงจรในภาวะที่กำหนด

ภาวะที่กำหนด ให้เป็นไปตามข้อ 9.12.13

5.2.8 RCBO แบบ S

RCBO แบบหน่วงเวลา (ดูข้อ 3.3.12) เป็นไปตามส่วนที่เกี่ยวเนื่องตามตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามความเหมาะสม

5.2.9 ลักษณะเฉพาะการทำงานในกรณีของกระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

5.2.9.1 RCBO แบบ AC

RCBO ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นรูปไซน์ ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

5.2.9.2 RCBO แบบ A

RCBO ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นรูปไซน์และชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

5.3 ค่ามาตรฐานและค่าที่นิยมใช้

5.3.1 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดที่นิยมใช้ (U_n) ให้เป็นไปตามตารางดังนี้

RCBO	วงจรแหล่งจ่ายของ RCBO	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของ RCBO สำหรับใช้กับระบบ 230 V หรือ 230/400 V หรือ 400 V V	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของ RCBO สำหรับใช้กับระบบ 120/240 V หรือ 240 V V
แบบขั้วเดี่ยว (ที่มี 2 ทางเดินกระแสไฟฟ้า)	เฟสเดียว (เฟสกับสายดินเส้นกลาง หรือเฟสกับนิวทรัล)	230	120
แบบ 2 ขั้ว	เฟสเดียว (เฟสกับนิวทรัล หรือเฟสกับเฟส หรือเฟสกับสายดินเส้นกลาง)	230	120
	เฟสเดียว (เฟสกับเฟส)	400	240
	เฟสเดียว (เฟสกับเฟส 3 สาย)		120/240
	3 เฟส (4 สาย) (ระบบ 230/400 V เฟสกับนิวทรัล หรือระบบ 230 V เฟสกับเฟส)	230	
แบบ 3 ขั้ว (ที่มี 3 หรือ 4 ทางเดินกระแสไฟฟ้า)	3 เฟส (3 สาย หรือ 4 สาย) (ระบบ 400 V หรือ 230/400 V หรือ 240 V)	400	240
แบบ 4 ขั้ว	3 เฟส (4 สาย) (ระบบ 230/400 V)	400	

หมายเหตุ 1 ใน IEC 60038 แรงดันไฟฟ้า 230/400 V เป็นค่ามาตรฐาน ในอนาคตค่าเหล่านี้จะใช้แทนที่แรงดันไฟฟ้า 220/380 V และ 240/415 V

หมายเหตุ 2 อย่างไรก็ตามในมาตรฐานนี้ มีค่าอ้างอิง 230 V หรือ 400 V หมายรวมถึง 220 V หรือ 240 V และ 380 V หรือ 415 V ตามลำดับ

หมายเหตุ 3 อย่างไรก็ตามในมาตรฐานนี้ มีค่าอ้างอิง 120 V หรือ 120/240 V หรือ 240 V หมายรวมถึง 100 V หรือ 100/200 V หรือ 200 V ตามลำดับ

หมายเหตุ 4 อย่างไรก็ตามในมาตรฐานนี้ มีค่าอ้างอิง 240 V 3 เฟส หมายรวมถึง 100 V หรือ 120/208 V

5.3.2 ค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่นิยมใช้ (I_n)

ค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่นิยมใช้ คือ 6-8-10-13-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125 A

ห้ามจำหน่ายหรือจ่ายแจกเป็นมาตรฐาน มอก.

5.3.3 ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta n}$)

ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด คือ 0.006-0.01-0.015-0.03-0.1-0.3-0.5 A

5.3.4 ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta no}$)

ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ไม่ทำงาน คือ 0.5 $I_{\Delta n}$

หมายเหตุ สำหรับกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง ค่ากระแสเหลือที่ไม่ทำงานขึ้นอยู่กับมุมประจุกระแส α (ดูข้อ 3.1.4)

5.3.5 ค่ามาตรฐานของความถี่ที่กำหนด

ค่ามาตรฐานของความถี่ที่กำหนด คือ 50 Hz

5.3.6 ค่าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด

5.3.6.1 ค่ามาตรฐานไม่เกิน 10 000 A

ค่ามาตรฐานของความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรไม่เกิน 10 000 A ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานของความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด

1 500 A
3 000 A
4 500 A
6 000 A
10 000 A

พิสัยของตัวประกอบสอดคล้องกัน ให้เป็นไปตามข้อ 9.12.5

5.3.6.2 ค่ามาตรฐานเกิน 10 000 A แต่ไม่เกิน 25 000 A

ค่ามาตรฐานเกิน 10 000 A แต่ไม่เกิน 25 000 A ค่าที่นิยมใช้คือ 15 000 A และค่า 20 000 A

พิสัยของตัวประกอบที่สอดคล้องกัน ให้เป็นไปตามข้อ 9.12.5

5.3.7 ค่าต่ำสุดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$)

ค่าต่ำสุดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$) คือ 10 I_n หรือ 500 A แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 21

5.3.8 ค่าขีดจำกัดของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ทำงานสำหรับ RCBO แบบ AC และแบบ A

5.3.8.1 ค่าขีดจำกัดของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ทำงานสำหรับกระแสเหลือไฟฟ้ากระแสสลับ (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) สำหรับ แบบ AC และแบบ A

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ค่าขีดจำกัดของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ทำงานสำหรับกระแสเหลือไฟฟ้ากระแสสลับ (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) สำหรับ RCBO แบบ AC และแบบ A

			ค่าขีดจำกัดของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ทำงาน (s) สำหรับ RCBO แบบ AC และแบบ A ในกรณีที่กระแสเหลือไฟฟ้ากระแสสลับ (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) เท่ากับ						
Type	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	$I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$ หรือ 0.25 A[ก]	5 A – 200 A, 500 A[ข]	$I_{\Delta t}$[ค]	
ทั่วไป	ทุกค่า	< 0.03	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	เวลาตัดวงจรสูงสุด
		0.03	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	
		> 0.03	0.3	0.15	0.04		0.04	0.04	
S	≥ 25	> 0.03	0.5	0.2	0.15		0.15	0.15	
		> 0.03	0.13	0.06	0.05		0.04	0.04	เวลาไม่ทำงานต่ำสุด

ก) ค่าที่จะตัดสินใจโดยผู้ทำสำหรับการทดสอบนี้

ข) การทดสอบจะทำเฉพาะระหว่างการทวนสอบความถูกต้องของการทำงานตามข้อ 9.9.1.2 ง) แต่ในทุกกรณีไม่ต้องทดสอบค่าที่เกินกว่าขีดจำกัดล่างของพิสัยทริปกระแสเกินแบบทันที

ค) การทดสอบด้วยกระแสไฟฟ้า $I_{\Delta t}$ เท่ากับขีดจำกัดล่างของพิสัยทริปกระแสเกินแบบทันทีเป็นไปตามแบบ B แบบ C หรือแบบ D ตามความเหมาะสม สำหรับการทดสอบข้อ 9.9.1.3 และ 9.9.1.4 กระแสไฟฟ้า $I_{\Delta t}$ กำหนดขึ้นเพื่อให้ผลรวมเวกเตอร์ $I_{\Delta t} + I_n$ เท่ากับขีดจำกัดล่างของพิสัยทริปกระแสเกินแบบทันทีเป็นไปตามแบบ B แบบ C หรือแบบ D ตามความเหมาะสม

5.3.8.2 ค่าสูงสุดของเวลาตัดวงจรสำหรับกระแสเหลือครึ่งคลื่น (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) สำหรับ แบบ A

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ห้ามใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกจากการใช้งานเพื่อการพิจารณาร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตารางที่ 3 ค่าสูงสุดของเวลาตัดวงจรสำหรับกระแสเหลือครึ่งคลื่น (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) สำหรับ RCBO แบบ A

			ค่าสูงสุดของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ทำงาน (s) สำหรับ RCBO แบบ A ในกรณีที่กระแสเหลือพัลส์ครึ่งคลื่น (ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย) เท่ากับ							
แบบ	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	1.4 $I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	2.8 $I_{\Delta n}$	4 $I_{\Delta n}$	7 $I_{\Delta n}$	0.35 A	0.5 A	350 A[ก]
ทั่วไป	ทุกค่า	< 0.03		0.3		0.15			0.04	0.04
		0.03	0.3		0.15			0.04		0.04
		> 0.03	0.3		0.15		0.04			0.04
S	≥ 25	> 0.03	0.5		0.2		0.15			0.15
ก) ค่านี้ถูกจำกัดไว้ที่ขีดจำกัดล่างของพิสัยทริปกระแสเกินแบบทันทีเป็นไปตามแบบ B แบบ C หรือแบบ D ตามความเหมาะสม										

5.3.9 พิสัยมาตรฐานของกระแสเกินทริปทันที

พิสัยมาตรฐานของกระแสเกินทริปทันทีให้เป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พิสัยของกระแสเกินทริปทันที

แบบ	พิสัย
B	$>3\ I_n$ และ $\leq 5\ I_n$
C	$>5\ I_n$ และ $\leq 10\ I_n$
D	$>10\ I_n$ และ $\leq 20\ I_n$ [ก]
ก) สำหรับกรณีพิเศษค่ามากถึง 50 I_n สามารถใช้ได้	

5.3.10 ค่ามาตรฐานของแรงดันคงทนอิมพัลส์ (U_{imp})

ตารางที่ 5 ระบุค่ามาตรฐานของแรงดันคงทนอิมพัลส์ตามแรงดันไฟฟ้าที่ระบุของการติดตั้ง

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 5 แรงดันคงทนอิมพัลส์ตามแรงดันไฟฟ้าที่ระบุของการติดตั้ง

แรงดันคงทนอิมพัลส์ (U_{imp}) kV	แรงดันไฟฟ้าที่ระบุของการติดตั้ง	
	ระบบ 3 เฟส V	ระบบเฟสเดียว ที่จุดกึ่งกลางต่อลงดิน V
2.5[ก]		120/240[ข]
4[ก]	230/400	120/240, 240[ค]
หมายเหตุ 1 แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับตรวจสอบฉนวน ดูตารางที่ 19 **หมายเหตุ 2** แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับตรวจสอบระยะแยกอิสระระหว่างหน้าสัมผัสที่เปิดอยู่ ดูตารางที่ 28		
ก) ค่า 3 kV และ 5 kV ตามลำดับ ใช้เพื่อทวนสอบระยะแยกอิสระระหว่างหน้าสัมผัสที่เปิดอยู่ที่ระดับความสูง 2 000 m (ดูตารางที่ 7 และตารางที่ 28) ข) สำหรับการติดตั้งในประเทศญี่ปุ่น ค) สำหรับการติดตั้งในประเทศในอเมริกาเหนือ		

6. การทำเครื่องหมายและฉลาก

ที่ RCBO ทุกเครื่องต้องมีเครื่องหมายที่คงทน ถาวร ดังต่อไปนี้

1) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
2) ชื่อแบบ หมายเลขแค็ตตาล็อก หรือหมายเลขเครื่อง
3) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด
4) กระแสไฟฟ้าที่กำหนดโดยไม่ต้องแสดงสัญลักษณ์ “A” และนำหน้าด้วยสัญลักษณ์ของกระแสเกินทริปทันที (B C หรือ D) ตัวอย่างเช่น B 16
5) ความถี่ที่กำหนด
6) กระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด
7) การตั้งของกระแสเหลือที่ทำงาน สำหรับ RCBO ที่มีกระแสเหลือที่ทำงานหลายค่า
8) ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด หน่วยเป็น แอมแปร์
9) อุณหภูมิสอบเทียบอ้างอิง ถ้าแตกต่างไปจาก 30 °C
10) ระดับชั้นการป้องกัน (ถ้าแตกต่างไปจาก IP20 เท่านั้น)
11) ตำแหน่งของการใช้งาน (ถ้าจำเป็น)
12) วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ถ้าแตกต่างไปจากความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด

ห้ามใช้เพื่อการค้า มิฉบับนี้เป็นมาตรฐาน

13) สัญลักษณ์ S ล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยม | S | สำหรับอุปกรณ์แบบ S

14) ตัวชี้บอกเพื่อแสดงว่าเป็นเฉพาะ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า (อยู่ระหว่างการพิจารณา)

15) ส่วนทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ แสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร T

16) แผนผังการต่อสาย

17) ลักษณะเฉพาะการทำงานในกรณีของกระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

- RCBO แบบ AC ให้ใช้สัญลักษณ์ (IEC 60417-5032-2002-10)
- RCBO แบบ A ให้ใช้สัญลักษณ์

18) สำหรับ RCBO แบบ D กระแสไฟฟ้าทริปทันทีสูงสุด ถ้ามากกว่า 20 I_n (ดูตารางที่ 4)

เครื่องหมายต้องอยู่บน RCBO หรือแผ่นป้ายเดียวหรือหลายแผ่นป้ายที่ติดอยู่กับ RCBO และต้องอยู่ในตำแหน่งที่อ่านได้ง่ายเมื่อติดตั้ง RCBO แล้ว

ความเหมาะสมสำหรับการแยกอิสระ ซึ่ง RCBO ทั้งหมดตามมาตรฐานนี้ อาจระบุด้วยสัญลักษณ์ บนอุปกรณ์ เมื่อทำเครื่องหมายสัญลักษณ์นี้อาจรวมอยู่ในแผนผังการต่อสาย ซึ่งอาจรวมกับสัญลักษณ์ของการทำหน้าที่อื่น ๆ

เมื่อใช้สัญลักษณ์เพียงแบบเดียว (เช่น ไม่ใช้อยู่ในแผนผังการต่อสาย) ไม่อนุญาตให้ใช้สัญลักษณ์ของการทำงานอื่นร่วมกัน

ถ้ามีการทำเครื่องหมายระดับชั้นการป้องกันมากกว่า IP20 บนอุปกรณ์ ให้เป็นไปดังนั้น แล้วแต่วิธีการติดตั้ง ถ้าระดับชั้นการป้องกันที่สูงขึ้นนั้นได้มาโดยวิธีการติดตั้งเฉพาะและ/หรือด้วยการใช้อุปกรณ์เสริมเฉพาะ (เช่น ฝาครอบขั้วต่อ เปลือกหุ้ม ฯ) ให้ระบุสิ่งนี้ไว้ในเอกสารของผู้ทำ

ถ้า RCBO มีขนาดเล็กและมีพื้นที่ว่างไม่เพียงพอที่จะทำเครื่องหมายตามรายละเอียดข้างต้นได้ทั้งหมด อย่างน้อยต้องทำตามข้อ 4) ข้อ 6) ข้อ 13) ข้อ 15) และข้อ 17) (สำหรับแบบ A เท่านั้น) และมองเห็นได้ง่ายเมื่อติดตั้ง RCBO แล้ว อาจทำเครื่องหมายตามข้อ 1) ข้อ 2) ข้อ 3) ข้อ 8) ข้อ 11) ข้อ 17) (สำหรับแบบ AC เท่านั้น) และข้อ 18) ที่ด้านข้างหรือด้านหลังของ RCBO และมองเห็นได้ง่ายก่อนการติดตั้ง RCBO อาจทำเครื่องหมายที่มีข้อมูลตามข้อ 16) ที่ด้านในฝาครอบใด ๆ ซึ่งต้องถอดออกก่อนเพื่อต่อสายไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ข้อมูลอื่น ๆ ที่เหลือที่ไม่สามารถทำเครื่องหมายได้ต้องแสดงไว้ในแค็ตตาล็อกของผู้ทำ

นอกเหนือจาก RCBO ที่ทำงานด้วยปุ่มกด ตำแหน่งเปิดต้องแสดงด้วยสัญลักษณ์ “O” และตำแหน่งปิดต้องแสดงด้วยสัญลักษณ์ “|” (เส้นตรงสั้น ๆ)

สำหรับ RCBO ที่ทำงานด้วยปุ่มกด 2 ปุ่ม ปุ่มกดที่ออกแบบสำหรับการทำงานเปิดอย่างเดียวเท่านั้นต้องเป็นสีแดงและ/หรือ ทำเครื่องหมายด้วยสัญลักษณ์ “O”

ห้ามใช้สีแดง สำหรับปุ่มกดอื่น ๆ ของ RCBO

ถ้าใช้ปุ่มกดสำหรับการปิดหน้าสัมผัสและมีการระบุที่ชัดเจน ตำแหน่งที่ถูกกดลงต้องเพียงพอที่จะบอกว่าปิดอยู่

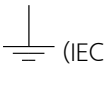
ห้ามใช้ประโยชน์เพื่อการค้า ไม่เป็นมาตรฐาน

ถ้าใช้ปุ่มกดตัวเดียวสำหรับการปิดและเปิดของหน้าสัมผัสและมีการระบุที่ชัดเจน ปุ่มกดที่คงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกกดลง ต้องเพียงพอที่จะบอกว่าปิดอยู่ ในทางกลับกัน ถ้าปุ่มไม่คงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกกดลง ต้องมีการชี้บอกเพิ่มเติม

ถ้ามีความจำเป็นต้องชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างขั้วต่อสายของแหล่งจ่ายกับขั้วต่อสายของโหลด ต้องมีเครื่องหมายที่ชัดเจน (เช่น ใช้คำว่า “แหล่งจ่าย (line)” และ “โหลด (load)” ติดไว้ใกล้กับขั้วต่อสายที่สอดคล้องกันหรือใช้ลูกศรชี้บอกทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้า)

ขั้วต่อสายที่มีจุดประสงค์เฉพาะการต่อตัวนำนิวทรัลต้องแสดงด้วยตัวอักษร N

ขั้วต่อสายที่มีจุดประสงค์สำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี) ต้องแสดงด้วยสัญลักษณ์ (IEC 60417-5019-2006-08)

หมายเหตุ สัญลักษณ์  (IEC 60417-5017-2006-08) ที่เคยแนะนำให้ใช้ ต้องแทนด้วยสัญลักษณ์ IEC 60417-5019 ดังแสดงข้างต้น

เครื่องหมายต้องคงทน ถาวร อ่านได้ง่าย และต้องไม่ทำบนหมุดเกลียว แหวนรองหรือชิ้นส่วนอื่นที่ถอดออกได้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.3

สำหรับขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซล (สำหรับตัวนำเส้นเดี่ยวแข็ง ตัวนำตีเกลียวแข็งและตัวนำอ่อนตัวได้)

- ไม่ต้องทำเครื่องหมาย

สำหรับขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซล

- ขั้วต่อสายที่ระบุสำหรับตัวนำเส้นเดี่ยวแข็งเท่านั้น ต้องแสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร “s” หรือ “sol”
- ขั้วต่อสายที่ระบุสำหรับตัวนำแข็ง (เส้นเดี่ยวหรือตีเกลียว) เท่านั้น ต้องแสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร “r”

เครื่องหมายควรแสดงบน RCBO หรือหากไม่มีพื้นที่ว่างเพียงพอให้แสดงบนบรรจุภัณฑ์หรือข้อมูลทางเทคนิค

7. ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งานและการติดตั้ง

7.1 ภาวะมาตรฐาน

RCBO ที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ ต้องสามารถทำงานในภาวะมาตรฐานที่กำหนดในตารางที่ 6

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ร่างมาตรฐาน

ตารางที่ 6 ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งาน

ปริมาณที่มีอิทธิพล	พิสัยมาตรฐานของการใช้งาน	ค่าอ้างอิง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบ (ดูหมายเหตุ 6)
อุณหภูมิโดยรอบ (ดูหมายเหตุ 1 และ 7)	-5 °C ถึง +40 °C (ดูหมายเหตุ 2)	20 °C	± 5 °C
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล	ไม่เกิน 2 000 m		
ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าสูงสุดที่ 40 °C	50 % (ดูหมายเหตุ 3)		
สนามแม่เหล็กภายนอก	ไม่เกิน 5 เท่าของสนามแม่เหล็กโลกในทุกทิศทาง	สนามแม่เหล็กโลก	(ดูหมายเหตุ 4)
ตำแหน่ง	เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุ มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2° ในทุกทิศทาง (ดูหมายเหตุ 5)	เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุ	2° ในทุกทิศทาง
ความถี่	ค่าอ้างอิง ± 5 % (ดูหมายเหตุ 6)	ค่าที่กำหนด	± 2 %
ความเพี้ยนของคลื่นรูปไซน์	ไม่เกิน 5 %	0	5 %

หมายเหตุ 1 ค่าสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละวัน +35 °C

หมายเหตุ 2 ยอมให้ใช้ค่าที่อยู่นอกพิสัยนี้ในที่ที่มีภาวะอากาศรุนแรง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ใช้

หมายเหตุ 3 ยอมให้ใช้ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่าได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า (เช่น 90 % ที่ 20 °C)

หมายเหตุ 4 เมื่อติดตั้ง RCBO ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กรุนแรง อาจจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเพิ่มเติม

หมายเหตุ 5 ควรยึด RCBO โดยวิธีที่ไม่ทำให้เสียรูปซึ่งอาจมีผลต่อการทำงาน

หมายเหตุ 6 ให้ใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนด เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในการทดสอบที่เกี่ยวเนื่อง

หมายเหตุ 7 ยอมให้ใช้ขีดจำกัดเพิ่มขึ้นเป็น -20 °C ถึง +60 °C ได้ ในช่วงเวลาของการเก็บและการขนส่ง และควรคำนึงถึงการออกแบบของอุปกรณ์

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไม่ใช่มาตรฐาน

7.2 ภาวะของการติดตั้ง

ต้องติดตั้ง RCBO ให้เป็นไปตามคู่มือการใช้ของผู้ทำ

7.3 ระดับมลภาวะ

RCBO ตามมาตรฐานนี้ประสงค์ให้ใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีระดับมลภาวะ 2 เช่น โดยปกติจะมีมลภาวะที่ไม่นำไฟฟ้าเกิดขึ้นเท่านั้น ซึ่งในบางครั้งอาจมีการนำไฟฟ้าชั่วคราวที่เกิดจากการควบแน่น

8. ข้อกำหนดสำหรับการสร้างและการทำงาน

8.1 การออกแบบทางกล

8.1.1 ทั่วไป

ต้องออกแบบและประกอบ RCBO ซึ่งเมื่อใช้งานตามปกติต้องปลอดภัยและไม่มีอันตรายต่อผู้ใช้หรือสิ่งแวดล้อม

การตรวจจับกระแสเหลือและตัวปลดเนื่องจากกระแสเหลือ ต้องติดตั้งอยู่ระหว่างขั้วต่อสายด้านเข้ากับขั้วต่อสายด้านออกของ RCBO

ต้องไม่สามารถดัดแปลงแก้ไขลักษณะเฉพาะการทำงานของ RCBO ด้วยการแทรกแซงจากภายนอกได้ ยกเว้นการตั้งกระแสเหลือที่ทำงาน (แต่ต้องไม่สามารถตั้งได้โดยผู้ใช้ในการใช้งานตามปกติ)

การเปลี่ยนแปลงจากการตั้งค่าหนึ่งไปยังค่าอื่นต้องไม่สามารถทำได้โดยไม่มีเครื่องมือ ต้องไม่สามารถปิดการใช้งานหรือยับยั้งการทำงานของ RCBO ด้วยวิธีใด ๆ

ในกรณีที่ RCBO มีการตั้งกระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า ให้ถือการตั้งค่าสูงสุดเป็นพิกัด

8.1.2 กลไก

หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ของทุกขั้วของ RCBO แบบหลายขั้ว ต้องมีกลไกเพื่อให้ทุกขั้วทำงานร่วมกัน ยกเว้นขั้วตัดต่อนิวทรัล (ถ้ามี) ทุกขั้วต้องต่อและตัดวงจรด้วยกันทั้งการทำงานด้วยมือหรืออย่างอัตโนมัติ

ขั้วตัดต่อนิวทรัล (ดูข้อ 3.3.15.3) ของ RCBO แบบ 4 ขั้ว ต้องไม่ปิดหลังและไม่เปิดก่อนขั้วอื่น ๆ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและทดสอบด้วยมือ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม (เช่น ไฟแสดงสถานะ ออสซิลโลสโกป ฯลฯ)

ถ้าใช้ขั้วที่มีวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเป็นขั้วกลาง และ RCBO มีการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับมือ (ดูข้อ 3.7.5) ทุกขั้วรวมทั้งขั้วกลางอาจทำงานร่วมกัน

RCBO ต้องมีกลไกทริปอิสระ

RCBO ต้องสามารถปิดและเปิดได้ด้วยมือ สำหรับ RCBO แบบเสียบที่ไม่มีมือจับทำงาน ไม่ต้องพิจารณาตามข้อกำหนดนี้ เพราะถือว่า RCBO สามารถถอดออกจากฐานได้

RCBO ต้องประกอบให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้สามารถหยุดเฉพาะในตำแหน่งปิด (ดูข้อ 3.3.13) หรือในตำแหน่งเปิด (ดูข้อ 3.3.14) แม้ว่าจะปล่อยอุปกรณ์บังคับกลไกที่ตำแหน่งใด ๆ

ห้ามใช้งานยังไม่ประกาศเป็นมาตรฐาน

RCBO ที่อยู่ในตำแหน่งเปิด (ดูข้อ 3.3.14) ต้องมีระยะแยกอิสระตามข้อกำหนดที่จำเป็นเพื่อการทำหน้าที่การแยกอิสระ (ดูข้อ 8.3)

การชี้บอกตำแหน่งของหน้าสัมผัสหลักต้องจัดให้มีอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้ง 2 วิธีดังต่อไปนี้

- ตำแหน่งของตัวบังคับ (เป็นที่ต้องการมากกว่า) หรือ
- ตัวชี้บอกการแยกทางกล

ถ้าตัวชี้บอกการแยกทางกลถูกใช้เพื่อชี้บอกตำแหน่งหน้าสัมผัสหลัก ต้องแสดงสีแดงสำหรับตำแหน่งปิดและสีเขียวสำหรับตำแหน่งเปิด

วิธีการชี้บอกตำแหน่งหน้าสัมผัสต้องเชื่อถือได้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการทดสอบข้อ 9.9.2.2

RCBO ต้องได้รับการออกแบบเพื่อให้ตัวบังคับ แผ่นด้านหน้าหรือฝาครอบ สามารถติดตั้งได้ในลักษณะที่การชี้บอกตำแหน่งหน้าสัมผัสถูกต้องเท่านั้น

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการทดสอบข้อ 9.12.12.1 และ 9.12.12.2

เมื่อมีการจัดเตรียมหรือกำหนดวิธีการโดยผู้ทำเพื่อล็อกอุปกรณ์บังคับกลไกในตำแหน่งเปิด การล็อกในตำแหน่งนั้นจะทำได้เมื่อหน้าสัมผัสหลักอยู่ในตำแหน่งเปิดเท่านั้น

หมายเหตุ 1 ยอมให้ล็อกอุปกรณ์บังคับกลไกในตำแหน่งปิดสำหรับการใช้งานเฉพาะ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจโดยคำนึงถึงคำแนะนำของผู้ทำ

เมื่อใช้อุปกรณ์บังคับกลไกเป็นตัวชี้บอกตำแหน่งหน้าสัมผัส เมื่อปล่อยอุปกรณ์บังคับกลไกแล้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ ในกรณีนี้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานต้องมีตำแหน่งหยุดที่ชัดเจน 2 ตำแหน่งที่สอดคล้องกับตำแหน่งของหน้าสัมผัส แต่สำหรับการเปิดอย่างอัตโนมัติ อุปกรณ์บังคับกลไกต้องมีตำแหน่งหยุดที่ 3 ที่ชัดเจน ซึ่งในกรณีนี้ RCBO มีความจำเป็นต้องตั้งใหม่ด้วยมือก่อนต่อวงจรกลับคืน

ในกรณีของ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าต่อวงจรกลับคืนอย่างอัตโนมัติ (ดูข้อ 4.1.2.1 ก)) เมื่อแรงดันไฟฟ้ากลับคืนปกติหลังจากแรงดันไฟฟ้าล้มเหลว อุปกรณ์บังคับกลไกต้องยังคงอยู่ในตำแหน่งต่อวงจรตามด้วยหน้าสัมผัสเปิดอย่างอัตโนมัติ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าไปใหม่ หน้าสัมผัสต้องปิดกลับคืนอย่างอัตโนมัติ ยกเว้นในระหว่างนั้นอุปกรณ์บังคับกลไกอยู่ในตำแหน่งตัดวงจร

หมายเหตุ 2 สำหรับ RCBO แบบนี้ ห้ามใช้อุปกรณ์บังคับกลไกเป็นตัวชี้บอกตำแหน่งปิดและตำแหน่งเปิด

เมื่อใช้แสงเป็นตัวชี้บอก แสงต้องติดสว่างเมื่อ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิดและมีสีสว่าง ห้ามใช้แสงเป็นตัวชี้บอกเพียงอย่างเดียวในการแสดงตำแหน่งปิด

การทำงานของกลไกต้องไม่มีอิทธิพลจากตำแหน่งของเปลือกหุ้มหรือฝาครอบ และต้องไม่ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนเคลื่อนที่ได้ใด ๆ

ถ้าใช้ฝาครอบที่ปิดผนึกจากผู้ทำ ให้ถือว่าเป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ไม่ได้

ห้ามนำไปใช้งานหรือจำหน่ายเป็นมาตรฐาน

ถ้าใช้ฝาครอบที่เป็นอุปกรณ์บังคับของปุ่มกด ต้องไม่สามารถถอดปุ่มกดได้จากด้านนอกของ RCBO

อุปกรณ์บังคับกลไกต้องยึดอย่างมั่นคงกับก้าน และต้องไม่สามารถถอดออกได้โดยไม่ใช้เครื่องมือช่วย

ยอมให้ยึดอุปกรณ์บังคับกลไกกับฝาครอบโดยตรง ถ้าอุปกรณ์บังคับกลไกนั้นมีการเคลื่อนที่ “ขึ้น-ลง” เมื่อติดตั้ง RCBO ในสภาพใช้งานปกติ หน้าสัมผัสต้องปิดโดยการเคลื่อนที่ขึ้น

การตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้นให้ทำโดยการตรวจพินิจ ทดสอบด้วยมือ และสำหรับกลไกทริปอิสระให้ทดสอบตามข้อ 9.11

8.1.3 ระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน (ดูภาคผนวก ข.)

ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนขั้นต่ำที่ต้องการให้เป็นไปตามตารางที่ 7 ซึ่งอิงตาม RCBO ที่ถูกออกแบบเพื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีระดับมลภาวะ 2

การตรวจสอบสำหรับรายการที่ 1 ในตารางที่ 7 ตรวจสอบโดยการวัดและการทดสอบตามข้อ 9.7.7.4.1 และข้อ 9.7.7.4.2 การทดสอบดำเนินการโดยใช้ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการอบความชื้นตามที่อธิบายในข้อ 9.7.1

ระยะห่างในอากาศของรายการที่ 2 และรายการที่ 4 (ยกเว้นพื้นผิวที่เข้าถึงได้หลังการติดตั้ง ดูหมายเหตุ 1) อาจลดลงได้หากระยะห่างในอากาศที่วัดได้ไม่สั้นกว่าค่าต่ำสุดที่อนุญาตใน IEC 60664-1 สำหรับสนามไฟฟ้าเอกพันธ์ (homogenous field)

หมายเหตุ 1 พื้นผิวที่เข้าถึงได้หลังการติดตั้งหมายถึงพื้นผิวใด ๆ ที่เข้าถึงได้โดยผู้ใช้ เมื่อเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือถูกติดตั้งอ้างอิงตามคู่มือการใช้ของผู้ทำ นิ้วทดสอบสามารถใช้เพื่อตรวจสอบว่าพื้นผิวสามารถเข้าถึงได้หรือไม่

ในกรณีนี้ หลังผ่านการอบความชื้นตามที่อธิบายในข้อ 9.7.1 การตรวจสอบสำหรับรายการที่ 2 และรายการที่ 4 และการเตรียมการตามข้อ 9.7.2 ข) ค) ง) จ) จะทำการตรวจสอบตามลำดับต่อไปนี้

- ทดสอบตามข้อ 9.7.2 ถึง 9.7.6 ตามความเหมาะสม
- ทดสอบตามข้อ 9.7.7.2 ด้วยแรงดันทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ 19 โดยเตรียมการทดสอบตามข้อ 9.7.2 ข) ค) ง) จ)

ถ้าการวัดไม่แสดงว่าระยะห่างในอากาศลดลง จะไม่ใช้การทดสอบข้อ 9.7.7.2

การตรวจสอบสำหรับรายการที่ 3 ในตารางที่ 7 ตรวจสอบโดยการวัด

หมายเหตุ 2 การวัดทั้งหมดตามที่ระบุในข้อ 8.1.3 ดำเนินการโดยลำดับการทดสอบ A กับตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง และการทดสอบข้อ 9.7.7.2 จะดำเนินการก่อนข้อ 9.7.1 กับตัวอย่าง 3 ตัวอย่างของลำดับการทดสอบ B

ชิ้นส่วนของ PCB ที่เชื่อมต่อกับส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งป้องกันมลภาวะโดยใช้การป้องกันประเภทที่ 2 ตาม IEC 60664-3 ได้รับการยกเว้นจากการตรวจสอบนี้

วัสดุฉนวนแบ่งออกเป็นกลุ่มวัสดุตามดัชนีการเกิดรอยเปรียบเทียบ (CTI) ตามข้อ 4.8.1 ของ IEC 60664-1:2007

หมายเหตุ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดสำหรับการออกแบบฉนวนแข็งและการทดสอบที่เหมาะสมระบุใน IEC 60664-1:2007 ข้อ 5.3 และข้อ 6.1.3

ห้ามใช้ก่อนมีการประกาศเป็นมาตรฐาน

หมายเหตุ 4 สำหรับระยะห่างในอากาศของวัสดุเดินสายด้วยการพิมพ์ สามารถใช้หมายเหตุ 3. ในตารางที่ 2 ใน IEC 60664-1:2007 ดังนี้ “สำหรับวัสดุเดินสายด้วยการพิมพ์ ใช้ค่าสำหรับระดับมลภาวะ 1 ยกเว้นค่าไม่ควรน้อยกว่า 0.04 mm ตามที่ระบุในตารางที่ F.4” สำหรับระยะห่างตามผิวฉนวนของวัสดุเดินสายด้วยการพิมพ์ ระยะที่ระบุในตารางที่ F.4 ใน IEC 60664-1:2007 สามารถใช้ได้ถ้าได้รับการป้องกันโดยการเคลือบผิวตามข้อกำหนดและการทดสอบใน IEC 60664-3

หมายเหตุ 5 การวัดขนาดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนสำหรับระยะเท่ากับหรือน้อยกว่า 2 mm สำหรับวัสดุเดินสายด้วยการพิมพ์อาจปรับให้เหมาะสมตามเงื่อนไขบางประการในกรณีที่ใช้กับ IEC 60664-5 พิจารณาเฉพาะระดับความชื้น HL 2 และ HL 3 เท่านั้น

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 7 ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด

	ระยะห่างในอากาศต่ำสุด mm			ระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุด[จ) ฉ)] mm											
				กลุ่ม IIIa[ช)] (175 V ≤ CTI < 400 V)[ง)]				กลุ่ม II (400 V ≤ CTI < 600 V)[ง)]				กลุ่ม I (600 V ≤ CTI)[ง)]			
	แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ V			แรงดันไฟฟ้าทำงาน[จ)] V											
	U_{imp}														
	2.5 kV	4 kV	4 kV												
รายละเอียด	120/240 120	120/240 240	230/400 230 400	> 25 ≤ 50[ฌ)]	120	250	400	> 25 ≤ 50[ฌ)]	120	250	400	> 25 ≤ 50[ฌ)]	120	250	400
1) ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่แยกจากกันเมื่อหน้าสัมผัสหลักอยู่ในตำแหน่งเปิด[ญ)]	2.0	4.0	4.0	1.2	2.0	4.0	4.0	0.9	2.0	4.0	4.0	0.6	2.0	4.0	4.0
2) ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วต่างกัน[ญ)]	1.5	3.0	3.0	1.2	1.5	3.0	4.0	0.9	1.5	3.0	3.0	0.6	1.5	3.0	3.0
3) ระหว่างวงจรที่มีแหล่งจ่ายต่างกัน ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ PELV หรือ SELV[ฎ)]	3.0	6.0	8.0		3.0	6.0	8.0		3.0	6.0	8.0		3.0	6.0	8.0
				แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ V											
				120/240		230/400		120/240		230/400		120/240		230/400	
4) ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับ - พื้นผิวที่เข้าถึงได้ของอุปกรณ์บังคับกลไก - หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับใช้ยึดฝาครอบซึ่งต้องถอดออกเมื่อยึดติด RCBO - ผิวหน้าของฐานติดตั้ง[ฎ)] - หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับใช้ยึด RCB[ฎ)] - ฝาครอบโลหะหรือกล่องโลหะ[ฎ)] - ส่วนโลหะอื่นที่เข้าถึงได้[ฏ)] - โครงโลหะที่เป็นฐานรองรับ RCBO แบบฝัง	1.5	3.0	3.0	1.5		4.0		1.5		3.0		1.5		3.0	

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

หมายเหตุ 1 ค่าที่ระบุสำหรับ 400 V สามารถใช้ได้กับ 440 V **หมายเหตุ 2** ชิ้นส่วนของนิวทรัล (ถ้ามี) ถือเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า **หมายเหตุ 3** ควรใช้ความระมัดระวังเพื่อให้มีระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนที่เพียงพอระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วที่ต่างกันของ RCBO เช่น RCBO แบบเสียบที่ติดตั้งใกล้กัน ถ้าคุณลักษณะที่ต้องการของระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนไม่เหมาะสมสำหรับพื้นผิวทั้งหมดที่อยู่ติดกับ RCD จะมีการจัดเตรียมข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อวัตถุประสงค์ในการติดตั้ง
ก) สำหรับหน้าสัมผัสช่วยและควบคุมค่าจะกำหนดไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ข) ค่าเป็น 2 เท่าถ้าระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของอุปกรณ์กับแนวกั้นโลหะหรือผิวหน้าที่ใช้ติดตั้ง RCBO ไม่ขึ้นอยู่กับการออกแบบเท่านั้น ดังนั้นค่านี้จะสามารถลดลงได้เมื่อติดตั้งในภาวะที่ให้ผลเลวที่สุด ค) ให้รวมถึงแผ่นโลหะบางที่ติดอยู่กับผิวหน้าของวัสดุฉนวนซึ่งเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งใช้งานตามปกติ ให้กดแผ่นโลหะบางเข้ากับมุม ร่อง เป็นต้น โดยใช้นิ้วทดสอบแบบข้อต่อตรง ตามที่กำหนดในข้อ 9.6 (ดูรูปที่ 3) ง) ดู IEC 60112 จ) อนุญาตให้มีการประมานค่าในการกำหนดระยะห่างตามผิวฉนวนที่สอดคล้องกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ตรงกลางกับค่าที่แสดงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน เมื่อมีการประมาณค่าในช่วง ให้ใช้การประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นและปัดเศษค่าให้เป็นตัวเลขเดียวกันกับค่าที่หยิบมาจากตาราง สำหรับการกำหนดระยะห่างตามผิวฉนวนดูภาคผนวก ข. ฉ) ระยะห่างตามผิวฉนวนไม่สามารถน้อยกว่าระยะห่างในอากาศที่เกี่ยวข้อง ช) เพื่อให้ครอบคลุมแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันทั้งหมดรวมถึง ELV ในหน้าสัมผัสช่วย ซ) สำหรับกลุ่มวัสดุ IIIb (100 V ≤ CTI < 175 V) ค่าของกลุ่มวัสดุ IIIa คูณด้วย 1.6 ฌ) สำหรับแรงดันไฟฟ้าทำงานไม่เกิน 25 V อ้างอิงถึง IEC 60664-1

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

8.1.4 หมุดเกลียว ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้า และการต่อ

8.1.4.1 การต่อทางไฟฟ้าและทางกล ต้องทนความเค้นทางกลที่เกิดขึ้นในการใช้งานตามปกติได้

หมุดเกลียวที่ใช้ยึด RCBO ระหว่างการติดตั้งต้องไม่ใช้หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด

หมายเหตุ 1 หมุดเกลียว (หรือแป้นเกลียว) ที่ใช้งานเมื่อติดตั้ง RCBO ให้รวมถึงหมุดเกลียวสำหรับยึดฝาครอบหรือแผ่นป้ายฝาครอบ แต่ไม่รวมถึงการต่อสำหรับท่อเกลียว และการยึดฐานติดตั้งของ RCBO

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4

หมายเหตุ 2 ให้ตรวจสอบการต่อด้วยหมุดเกลียวด้วยการทดสอบตามข้อ 9.8 ข้อ 9.12 ข้อ 9.13 ข้อ 9.14 และข้อ 9.23

8.1.4.2 หมุดเกลียวที่ขันเข้ากับเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน และใช้ยึด RCBO ระหว่างการติดตั้งต้องมั่นใจว่าสามารถขันหมุดเกลียวเข้าในรูเกลียวหรือแป้นเกลียวได้ถูกต้อง

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบด้วยมือ

หมายเหตุ ให้ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการขันหมุดเกลียวได้ถูกต้อง ถ้ามีการป้องกันการใส่หมุดเกลียวในลักษณะเอียง เช่น มีร่องนำหมุดเกลียวด้วยชิ้นส่วนที่ยึดกับที่ โดยการคว้านนำที่รูเกลียว หรือโดยการใช้หมุดเกลียวที่ลบปลายเกลียว

8.1.4.3 การต่อทางไฟฟ้า ต้องออกแบบให้แรงกดสัมผัสไม่ส่งผ่านไปยังวัสดุฉนวนที่ไม่ใช่เซรามิก ไมกาบริสุทธิ์ หรือวัสดุฉนวนอื่นที่มีลักษณะเฉพาะเทียบเท่ากัน เว้นแต่มีความยืดหยุ่นของส่วนโลหะเพียงพอที่จะชดเชยการหดตัวหรืออ่อนตัวที่เกิดขึ้นของวัสดุฉนวน

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

หมายเหตุ ความเหมาะสมของวัสดุให้พิจารณาจากการคงตัวของรูปร่าง

8.1.4.4 ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้า รวมทั้งชิ้นส่วนสำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี) ต้องทำด้วยโลหะที่มีความแข็งแรงทางกล การนำไฟฟ้า และความต้านทานการกัดกร่อนที่เพียงพอต่อการใช้งานในสภาวะที่เกิดขึ้นในบริภัณฑ์

ตัวอย่างวัสดุที่เหมาะสมดังนี้

- ทองแดง
- โลหะเจือที่มีทองแดงไม่น้อยกว่า 58 % สำหรับชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปเย็น หรือไม่น้อยกว่า 50 % สำหรับชิ้นส่วนอื่น ๆ
- โลหะอื่นหรือโลหะเคลือบที่เหมาะสม มีความทนทานต่อการกัดกร่อนไม่น้อยกว่าทองแดง และมีสมบัติทางกลที่เทียบเท่า

ในกรณีที่ใช้โลหะผสมเหล็กหรือโลหะผสมเหล็กที่เคลือบผิวอย่างเหมาะสม การตรวจสอบความต้านทานการกัดกร่อนจะตรวจสอบโดยการทดสอบความต้านทานการเกิดสนิม (ดูข้อ 9.25)

ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้กับหน้าสัมผัส วงจรสนามแม่เหล็ก อุปกรณ์ความร้อน ชิ้นส่วนโลหะคู่ (bimetal) ตัวต่อแบบขนาน (shunt) ชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งหมุดเกลียว แป้นเกลียว แหวนรอง แผ่นยึด ชิ้นส่วนของขั้วต่อสายที่คล้ายกัน และชิ้นส่วนของวงจรทดสอบ

ห้ามใช้หรือดัดแปลงโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐานฯ

8.1.5 ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก

8.1.5.1 ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก ต้องสามารถต่อเข้ากับตัวนำอย่างมั่นใจได้ว่าแรงกดสัมผัสที่จำเป็นอยู่อย่างถาวร

ยอมให้มีการเตรียมการต่อกับแท่งตัวนำ (busbar) แต่ห้ามใช้ต่อกับสายไฟฟ้า

การเตรียมการดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งแบบเสียบหรือแบบใช้สลักเกลียว

ขั้วต่อสายต้องเข้าถึงได้ง่ายเมื่อต้องการใช้งาน

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการทดสอบตามข้อ 9.5 สำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว และการทดสอบเฉพาะสำหรับ RCBO แบบเสียบหรือแบบสลักเกลียวซึ่งรวมอยู่ในมาตรฐานนี้ หรือโดยการทดสอบตามภาคผนวก ญ. ภาคผนวก ฎ. หรือภาคผนวก ฐ. ตามความเหมาะสมสำหรับรูปแบบของการเชื่อมต่อ

8.1.5.2 RCBO จะต้องมี

- ขั้วต่อสายที่สามารถต่อกับตัวนำทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดระบุดังแสดงในตารางที่ 8

หมายเหตุ ตัวอย่างการออกแบบที่เป็นไปได้ของขั้วต่อแบบหมุดเกลียว ให้เป็นไปตามภาคผนวก ฌค.

- หรือ ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำอะลูมิเนียมที่ไม่มีการเตรียมผิวภายนอก และขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวอะลูมิเนียมสำหรับใช้กับทองแดงหรือตัวนำอะลูมิเนียม ตามภาคผนวก ฐ.

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ วัด และโดยการต่อกับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดทีละครั้ง

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 8 พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำทองแดงสำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด[ก)] A		พิสัยของพื้นที่หน้าตัดระบุที่ต้องยึด[ข)] mm^2	
เกิน	ไม่เกิน	ตัวนำแข็ง (เส้นเดี่ยวหรือตีเกลียว[ค)])	ตัวนำอ่อนตัวได้
-	13	1 ถึง 2.5	1 ถึง 2.5
13	16	1 ถึง 4	1 ถึง 4
16	25	1.5 ถึง 6	1.5 ถึง 6
25	32	2.5 ถึง 10	2.5 ถึง 6
32	50	4 ถึง 16	4 ถึง 10
50	80	10 ถึง 25	10 ถึง 16
80	100	16 ถึง 35	16 ถึง 25
100	125	25 ถึง 50	25 ถึง 35

หมายเหตุ ข้อมูลสำหรับ AWG ดูภาคผนวก ฌง.

ก) RCBO หลายรุ่นที่มีการออกแบบพื้นฐานเหมือนกันและมีขั้วต่อสายที่มีการออกแบบและโครงสร้างเหมือนกัน ขั้วต่อสายต่อกับตัวนำทองแดงพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดต่ำสุดและพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุด ตามที่ระบุสำหรับแบบเส้นเดี่ยวและตีเกลียวตามความเหมาะสม

ข) ในข้อกำหนดนี้ สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 50 A ต้องออกแบบให้ขั้วต่อสายยึดตัวนำเส้นเดี่ยวแข็งให้ได้ดีเท่ากับตัวนำตีเกลียวแข็ง แต่ยอมให้ออกแบบขั้วต่อสายสำหรับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 mm^2 ถึง 6 mm^2 สามารถยึดตัวนำเส้นเดี่ยวได้เท่านั้น

ค) ตัวนำตีเกลียวแข็งต้องใช้สำหรับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 1.5 mm^2 ถึง 50 mm^2 และต้องปฏิบัติตาม IEC 60228 class 2 ที่เกี่ยวข้องกับตัวนำตีเกลียวสำหรับแกนเดี่ยว

8.1.5.3 วิธียึดตัวนำในขั้วต่อสาย ต้องไม่ใช้ยึดส่วนประกอบอื่น ๆ แม้แต่การยึดขั้วต่อสายไว้ในตำแหน่งหรือป้องกันการหมุนของขั้วต่อสาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.5

8.1.5.4 ขั้วต่อสายสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 32 A ต้องต่อกับตัวนำได้โดยไม่ต้องมีการเตรียมตัวนำเป็นพิเศษ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ห้ามใช้ร่างมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

หมายเหตุ คำว่า “การเตรียมตัวนำเป็นพิเศษ” หมายถึง การบัดกรีลวดของตัวนำ การใช้หูสาย การทำตาไก่ เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงการตกแต่งรูปร่างของตัวนำก่อนต่อเข้ากับขั้วต่อสาย หรือการบิดตัวนำของสายอ่อนเพื่อทำให้ปลายตัวนำแข็งขึ้น

8.1.5.5 ขั้วต่อสายต้องมีความแข็งแรงทางกลอย่างเพียงพอ

หมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวสำหรับยึดตัวนำ ต้องเป็นเกลียวเมตริกไอเอสโอ (metric ISO) หรือเกลียวที่มีระยะพิตช์และความแข็งแรงทางกลเทียบเท่ากัน

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4 และข้อ 9.5.1

8.1.5.6 ต้องออกแบบขั้วต่อสายให้จับยึดตัวนำโดยไม่ทำให้ตัวนำเสียหาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.5.2

8.1.5.7 ต้องออกแบบขั้วต่อสายให้จับยึดตัวนำระหว่างผิวโลหะได้อย่างมั่นคง

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4 และข้อ 9.5.1

8.1.5.8 ต้องออกแบบหรือวางตำแหน่งของขั้วต่อสาย เพื่อให้ทั้งตัวนำเส้นเดี่ยวแข็งหรือตัวนำตีเกลียวไม่เคลื่อนหลุดขณะขันหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวให้แน่น

ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้กับขั้วต่อหูสาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.5.3

8.1.5.9 ต้องยึดขั้วต่อสายหรือให้อยู่ในตำแหน่ง เมื่อขันหรือคลายหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวยึด การยึดนั้นต้องไม่หลุดหลวม

ข้อกำหนดนี้ไม่ได้หมายความว่าต้องออกแบบให้มีการป้องกันการหมุนหรือเคลื่อนตัวของขั้วต่อสาย แต่การเคลื่อนที่ใด ๆ ต้องอยู่ในเขตจำกัดที่เพียงพอ เพื่อป้องกันการไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้

การใช้สารปิดผนึกหรือเรซินถือว่ามีการป้องกันขั้วต่อสายหลุดหลวมขณะใช้งานเพียงพอ หาก

- สารปิดผนึกหรือเรซินไม่ได้รับแรงบิดในขณะใช้งานตามปกติ
- ประสิทธิผลของสารปิดผนึกหรือเรซินไม่เสื่อมลงเนื่องจากอุณหภูมิที่ขั้วต่อสายในภาวะที่กำหนดเลวที่สุดตามมาตรฐานนี้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ วัด และทดสอบตามข้อ 9.4

8.1.5.10 หมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวยึดของขั้วต่อสายที่ใช้สำหรับต่อกับตัวนำป้องกันต้องมีการยึดอย่างมั่นคงเพื่อป้องกันการคลายออกโดยบังเอิญ แต่ต้องไม่สามารถคลายออกได้โดยไม่ใช้เครื่องมือ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบด้วยมือ

โดยทั่วไป การออกแบบของขั้วต่อสายดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ฌค. ถือว่ามีความยืดหยุ่นเพียงพอที่เป็นไปตามข้อกำหนดนี้ ข้อกำหนดพิเศษของการออกแบบอื่น เช่น การใช้ชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่นอย่างเพียงพอซึ่งต้องไม่สามารถถอดออกได้โดยบังเอิญอาจมีความจำเป็น

ห้ามใช้หรือจำหน่ายมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

8.1.5.11 หมุดเกลียวและแป้นเกลียวของขั้วต่อสายที่ใช้สำหรับต่อกับตัวนำภายนอก ต้องขันเข้ากับเกลียวโลหะ และห้ามใช้หมุดเกลียวปล่อย

8.1.6 การสับเปลี่ยนทดแทนกันไม่ได้

สำหรับ RCBO ที่มีจุดประสงค์ให้ติดตั้งบนฐานรวมเป็นหน่วยเดียวกัน (แบบเสียบหรือแบบเกลียว) เมื่อติดตั้งและต่อสายขณะใช้งานตามปกติ ต้องไม่สามารถแทนที่ RCBO ด้วย RCBO อื่นที่ทำเหมือนกันแต่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดสูงกว่าได้โดยไม่ใช้เครื่องมือ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

หมายเหตุ คำว่า “ขณะใช้งานตามปกติ” หมายความว่า ติดตั้ง RCBO ตามคำแนะนำของผู้ทำ

8.2 การป้องกันช็อกไฟฟ้า

ต้องออกแบบ RCBO ให้ไม่สามารถเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าได้ เมื่อติดตั้งและต่อสายตามการใช้งานตามปกติ

หมายเหตุ คำว่า “การใช้งานตามปกติ” หมายความว่า ติดตั้งและต่อสาย RCBO ตามคำแนะนำของผู้ทำ

ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่ง ให้ถือว่า “เข้าถึงได้” ถ้าสามารถสัมผัสได้ด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐาน (ดูข้อ 9.6)

สำหรับ RCBO (ยกเว้นแบบเสียบ) ชิ้นส่วนภายนอก (ยกเว้นหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับยึดฝาครอบหรือแผ่นป้าย) ซึ่งเข้าถึงได้เมื่อติดตั้ง RCBO และต่อสายตามการใช้งานตามปกติ ต้องเป็นวัสดุฉนวนหรือบุด้วยวัสดุฉนวนโดยตลอด นอกจากว่าส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ภายในเปลือกหุ้มที่เป็นฉนวน

การบุของวัสดุฉนวนต้องยึดแน่นจนไม่สามารถหลุดออกได้ในขณะติดตั้ง RCBO วัสดุฉนวนต้องมีความหนาและความแข็งแรงอย่างเพียงพอ และต้องมีการป้องกันอย่างเพียงพอเมื่อติดตั้งในที่ที่มีขอบคม

ทางเข้าสายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นวัสดุฉนวนหรือจัดเตรียมให้มีปลอกฉนวนหรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกันทำด้วยวัสดุฉนวน ต้องยึดอุปกรณ์เหล่านี้ให้แน่นและต้องมีความแข็งแรงทางกลอย่างเพียงพอ

สำหรับ RCBO แบบเสียบ ชิ้นส่วนภายนอกยกเว้นหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์ยึดอื่นสำหรับยึดฝาครอบซึ่งเข้าถึงได้ในการใช้งานตามปกติ ต้องเป็นวัสดุฉนวน

อุปกรณ์บังคับกลไกที่เป็นโลหะต้องทำการฉนวนจากส่วนที่มีไฟฟ้า และชิ้นส่วนตัวนำซึ่งอาจเป็น “ชิ้นส่วนตัวนำที่เผยตัว” ต้องครอบด้วยวัสดุฉนวน ยกเว้นวิธีการฉนวนร่วมกันสำหรับอุปกรณ์บังคับกลไกหลายขั้ว

ต้องไม่สามารถเข้าถึงชิ้นส่วนโลหะของกลไกได้ นอกจากนั้นต้องทำการฉนวนจากชิ้นส่วนโลหะที่เข้าถึงได้จากโครงโลหะรองรับฐานติดตั้งของ RCBO แบบฝัง จากหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับยึดฐานติดกับโครงรองรับ และจากแผ่นโลหะที่ใช้เป็นฐานรองรับ

ต้องสามารถเปลี่ยน RCBO แบบเสียบได้ง่ายโดยไม่สัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

แล็กเกอร์และอิแนเมล ไม่ถือว่ามีความเป็นฉนวนที่เพียงพอสำหรับข้อกำหนดนี้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.6

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

8.3 สมบัติไดอิเล็กทริกและความสามารถในการแยกอิสระ

RCBO ต้องมีสมบัติไดอิเล็กทริกอย่างเพียงพอและมีความแน่นอนในการแยกอิสระ

วงจรควบคุมที่ต่อเข้ากับวงจรประธานต้องไม่เสียหายเนื่องจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูง ซึ่งเกิดจากการวัดความเป็นฉนวนที่ต้องทำตามปกติภายหลังติดตั้ง RCBO แล้ว

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.7

8.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

8.4.1 ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของ RCBO ที่กำหนดในตารางที่ 9 วัดในภาวะที่กำหนดในข้อ 9.8.2 ต้องมีค่าไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดในตารางที่ 9

RCBO ต้องไม่ได้รับความเสียหายจนทำหน้าที่เสื่อมลง และการใช้งานอย่างปลอดภัยเสื่อมลง

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 9 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ชิ้นส่วนต่าง ๆ[ก) ข)]	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น K
ขั้วต่อสายสำหรับต่อกับตัวนำภายนอก[ค)]	65
ชิ้นส่วนภายนอก ซึ่งสัมผัสได้ขณะใช้งาน RCBO ด้วยมือ รวมทั้งอุปกรณ์บังคับกลไกที่เป็นวัสดุฉนวน และอุปกรณ์โลหะที่มีวิธีการฉนวนร่วมกันสำหรับอุปกรณ์บังคับกลไกหลายขั้ว	40
ชิ้นส่วนโลหะภายนอกของอุปกรณ์บังคับกลไก	25
ชิ้นส่วนภายนอกอื่น รวมทั้งผิวหน้าของ RCBO ที่สัมผัสโดยตรงกับพื้นผิวติดตั้ง	60

ก) ไม่มีการกำหนดค่าจำกัดของหน้าสัมผัส เนื่องจากในการออกแบบ RCBO ส่วนใหญ่ การวัดอุณหภูมิโดยตรงของชิ้นส่วนเหล่านี้ไม่สามารถทำได้โดยไม่มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงหรือการเลื่อนตำแหน่งของชิ้นส่วนที่มีผลต่อการทดสอบซ้ำอีก

การทดสอบความเชื่อถือได้ (ดูข้อ 9.22) ถือว่าเพียงพอสำหรับการตรวจสอบพฤติกรรมทางอ้อมของหน้าสัมผัส เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมากเกินไปขณะใช้งาน

ข) ไม่มีการกำหนดค่าจำกัดของชิ้นส่วนอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในตาราง แต่ต้องไม่ทำความเสียหายต่อชิ้นส่วนฉนวนข้างเคียง และต้องไม่ทำให้การทำงานของ RCBO เสื่อมลง

ค) สำหรับ RCBO แบบเสียบ ให้วัดที่ขั้วต่อสายของฐานติดตั้ง

8.4.2 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ

ขีดจำกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดในตารางที่ 9 ใช้ได้เฉพาะกับอุณหภูมิของอากาศโดยรอบที่มีค่าอยู่ระหว่างขีดจำกัดที่กำหนดในตารางที่ 6

8.5 ลักษณะเฉพาะการทำงาน

ลักษณะเฉพาะการทำงานของ RCBO ในภาวะกระแสเหลือหรือกระแสเกินต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 9.9 (ถ้ามี)

8.5.1 ในภาวะกระแสเหลือ

ลักษณะเฉพาะการทำงานของ RCBO ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 9.9.1

8.5.2 ในภาวะกระแสเกิน

RCBO ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 8.5.2.1 และข้อ 8.5.2.3

ห้ามใช้งานเครื่องหมายในมาตรฐาน

8.5.2.1 ย่านมาตรฐานของเวลา-กระแส (เกิน)

ลักษณะเฉพาะของการทริปของ RCBO ต้องมั่นใจว่ามีการป้องกันกระแสเกินอย่างเพียงพอโดยไม่มีการทำงานก่อนเวลาที่กำหนด

ย่านของลักษณะเฉพาะเวลา-กระแส (ลักษณะเฉพาะการทริป) ของ RCBO กำหนดโดยภาวะและค่าที่กำหนดในตารางที่ 10

ค่าที่กำหนดในตารางที่ 10 ใช้กับ RCBO ที่ติดตั้งในภาวะอ้างอิง (ข้อ 9.2) และทำงานที่อุณหภูมิสอบเทียบอ้างอิง 30 °C ที่มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน $^{+5}_{0}$ °C (ดูหมายเหตุของตารางที่ 10)

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.9.2

การตรวจสอบให้ทำที่อุณหภูมิใด ๆ ก็ได้ ให้ปรับผลทดสอบไปที่อุณหภูมิ 30 °C เพื่อเทียบกับข้อมูลที่ผู้ทำกำหนด

ในทุกกรณี การแปรผันของกระแสไฟฟ้าทดสอบตามตารางที่ 10 ต้องไม่เกิน 1.2 % ต่อเคลวินของการแปรผันของอุณหภูมิสอบเทียบ

ถ้า RCBO แสดงเครื่องหมายอุณหภูมิสอบเทียบแตกต่างจาก 30 °C ให้ทดสอบที่อุณหภูมิที่แสดงเครื่องหมายไว้

หมายเหตุ ผู้ทำต้องจัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแปรผันของลักษณะเฉพาะการทริปสำหรับอุณหภูมิสอบเทียบที่แตกต่างไปจากค่าอ้างอิง

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 10 ลักษณะเฉพาะการทำงานของเวลา–กระแส

การทดสอบ	แบบ	กระแสไฟฟ้าทดสอบ	ภาวะเริ่มต้น	ขีดจำกัดเวลาการทริปหรือเวลาการไม่ทริป	ผลทดสอบที่ได้	หมายเหตุ
1	B, C, D	1.13 I_n	เย็น[ก]	$t \leq$ 1h (สำหรับ $I_n \leq$ 63 A) $t \leq$ 2h (สำหรับ $I_n >$ 63 A)	ไม่ทริป	-
2	B, C, D	1.45 I_n	ทันทีหลังการทดสอบ[ก]	$t <$1h (สำหรับ $I_n \leq$63 A) $t <$ 2h (สำหรับ $I_n >$ 63 A)	ทริป	กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ภายในเวลา 5 s
3	B, C, D	2.55 I_n	เย็น[ก]	1s $< t <$ 60s (สำหรับ $I_n \leq$32 A) 1s $< t <$ 120s (สำหรับ$I_n >$ 32 A)	ทริป	
4	B C D	3 I_n 5 I_n 10 I_n	เย็น[ก]	$t \leq$ 0.1 s	ไม่ทริป	ป้อนกระแสไฟฟ้าโดยการปิดของสวิตช์ช่วย
5	B C D	5 I_n 10 I_n 20 I_n[ข]	เย็น[ก]	$t <$ 0.1 s	ทริป	ป้อนกระแสไฟฟ้าโดยการปิดของสวิตช์ช่วย

[ก] คำว่า “เย็น” หมายความว่า ไม่มีการป้อนโหลดก่อน ที่อุณหภูมิสอบเทียบอ้างอิง

[ข] 50 I_n สำหรับกรณีพิเศษ

8.5.2.2 ปริมาณที่ใช้ทั่วไป

ก) เวลาที่ใช้ทั่วไป

เวลาที่ใช้ทั่วไป คือ 1 h สำหรับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 63 A และ 2 h สำหรับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดเกิน 63 A

ข) กระแสเกินไม่ทริปที่ใช้ทั่วไป (I_{nt})

กระแสเกินไม่ทริปที่ใช้ทั่วไปของ RCBO คือ 1.13 เท่าของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

ห้ามใช้หรือดัดแปลงร่างขึ้นมาตรฐาน

ค) กระแสเกินทริปที่ใช้ทั่วไป (I_t)

กระแสเกินทริปที่ใช้ทั่วไปของ RCBO คือ 1.45 เท่าของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

8.5.2.3 ลักษณะเฉพาะการทริปกระแสเกิน

ลักษณะเฉพาะการทริปกระแสเกินของ RCBO ต้องอยู่ภายในย่านที่กำหนดในข้อ 8.5.2.1

หมายเหตุ ภาวะของอุณหภูมิและการติดตั้งที่แตกต่างไปจากที่กำหนดในข้อ 9.2 (เช่น ติดตั้งในเปลือกหุ้มพิเศษรวมกลุ่มของ RCBO ในเปลือกหุ้มเดียวกัน ฯลฯ) อาจมีผลกระทบต่อลักษณะเฉพาะการทริปของ RCBO
ผู้ทำต้องจัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวกับการแปรผันของลักษณะเฉพาะการทริปสำหรับอุณหภูมิสอบเทียบที่แตกต่างไปจากค่าอ้างอิง ภายในขีดจำกัดตามข้อ 7.1

8.5.2.4 ผลของอุณหภูมิของอากาศโดยรอบต่อลักษณะเฉพาะการทริปกระแสเกิน

นอกเหนือจากอุณหภูมิอ้างอิง อุณหภูมิโดยรอบภายในขีดจำกัดของ -5 °C ถึง +40 °C ต้องไม่มีผลกระทบต่อลักษณะเฉพาะการทริปกระแสเกินของ RCBO จนยอมรับไม่ได้

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.9.2.3

8.6 ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า

RCBO ต้องสามารถทำงานทางกลและทางไฟฟ้าได้จำนวนรอบเพียงพอ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.10

8.7 สมรรถนะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจร

RCBO ต้องสามารถทำงานได้ตามจำนวนรอบการทำงานลัดวงจรที่กำหนด โดยในระหว่างนั้นต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน และต้องไม่ทำให้เกิดการวาบไฟระหว่างชิ้นส่วนของตัวนำไฟฟ้าหรือระหว่างชิ้นส่วนของตัวนำไฟฟ้ากับดิน

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.12

8.8 ความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล

RCBO ต้องมีสมบัติทางกลอย่างเพียงพอ เพื่อทนต่อความเค้นที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดตั้งและใช้งาน

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.13

8.9 ความทนความร้อน

RCBO ต้องมีความทนความร้อนอย่างเพียงพอ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.14

8.10 ความทนความร้อนผิดปกติและไฟ

ชิ้นส่วนภายนอกของ RCBO ที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ต้องไม่จุดติดไฟและไม่ลามไฟถ้าส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าที่อยู่ใกล้เคียงอยู่ในภาวะผิดพร่องหรือโหลดเกินจนเกิดอุณหภูมิสูง ความทนความร้อนผิดปกติและไฟของชิ้นส่วนอื่นที่ทำด้วยวัสดุฉนวนให้ตรวจสอบด้วยการทดสอบอื่นของมาตรฐานนี้

ห้ามใช้หรือสำเนาร่างนี้เป็นมาตรฐาน

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.15

8.11 อุปกรณ์ทดสอบ

RCBO ต้องมีอุปกรณ์ทดสอบสำหรับจำลองกระแสเหลือให้ไหลผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ เพื่อให้ใช้ทดสอบขีดความสามารถการทำงานของอุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือเป็นระยะ ๆ

หมายเหตุ อุปกรณ์ทดสอบมีไว้ใช้ตรวจสอบการทริป ไม่ใช่ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานด้วยค่ากระแสเหลือที่ทำงานและเวลาตัดวงจรที่กำหนด

จำนวนแอมแปร์-รอบที่เกิดขึ้นเมื่ออุปกรณ์ทดสอบของ RCBO ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือที่ค่าสูงสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าต้องไม่เกิน 2.5 เท่าของจำนวนแอมแปร์-รอบที่เกิดขึ้น เมื่อกระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านขั้วใดขั้วหนึ่งของ RCBO

ในกรณีที่ RCBO มีการตั้งค่ากระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า (ดูข้อ 4.4) ให้ใช้ค่าตั้งต่ำสุดของ RCBO ที่ได้ออกแบบไว้

อุปกรณ์ทดสอบ ต้องเป็นไปตามการทดสอบข้อ 9.16

ตัวนำป้องกันของการติดตั้ง ต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าเมื่ออุปกรณ์ทดสอบทำงาน

เมื่อ RCBO ต่อสายใช้งานตามปกติและอยู่ในตำแหน่งเปิด การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบต้องไม่สามารถให้กำลังแก่วงจรด้านโหลดได้

อุปกรณ์ทดสอบต้องไม่ใช่เพียงวิธีการเดียวเพื่อเปิดวงจร และไม่มีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้ในการเปิดวงจร

8.12 ข้อกำหนดสำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ต้องทำงานอย่างถูกต้องที่ค่าใด ๆ ของแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 0.85 เท่า ถึง 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด สำหรับ RCBO แบบหลายขั้วต้องป้อนทางเดินไฟฟ้าจากทุกเฟสและนิวทรัล (ถ้ามี)

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.17 ในภาวะทดสอบเพิ่มเติมที่กำหนดในข้อ 9.9.1.2

RCBO แต่ละประเภทต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในตารางที่ 11

ห้ามใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า ร่างมาตรฐาน

ตารางที่ 11 ข้อกำหนดสำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

ประเภทของ RCBO ตามข้อ 4.1		พฤติกรรมในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว
RCBO เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว (ข้อ 4.1.2.1)	ไม่มีการหน่วงเวลา	เปิดวงจรโดยไม่มีการหน่วงเวลา ตามภาวะที่กำหนด ในข้อ 9.17.2 ก)
	มีการหน่วงเวลา	เปิดวงจรโดยมีการหน่วงเวลา ตามที่กำหนดในข้อ 9.17.2 ข) การทำงานอย่างถูกต้องระหว่างการหน่วงเวลาต้องทวนสอบตามที่กำหนดในข้อ 9.17.3
RCBO ไม่เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว (ข้อ 4.1.2.2)		ไม่เปิดวงจร

8.13 ว่าง

8.14 พฤติกรรมของ RCBO ในกรณีที่กระแสเสิร์จเกิดจากแรงดันอิมพัลส์

RCBO ต้องทนต่อกระแสเสิร์จลงดินเนื่องจากค่าความจุไฟฟ้า (capacitance) ที่เกิดจากการติดตั้งและกระแสเสิร์จลงดินเนื่องจากวาบไฟตามผิวในการติดตั้ง

RCBO แบบ S ต้องมีความทนต่อการทริปไม่พึงประสงค์ในกรณีที่มีกระแสเสิร์จลงดินเนื่องจากวาบไฟตามผิวในการติดตั้ง

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.19

8.15 พฤติกรรมของ RCBO ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

RCBO แต่ละประเภท ต้องทำงานได้ในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.9.3

8.16 ความเชื่อถือได้

RCBO ต้องทำงานอย่างเชื่อถือได้ถึงแม้ว่าจะใช้งานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน รวมทั้งการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.22 และข้อ 9.23

8.17 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)

RCBO ต้องทำงานอย่างเชื่อถือได้แม้ว่าจะมีการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.24

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

9. การทดสอบ

9.1 ทั่วไป

9.1.1 ลักษณะเฉพาะของ RCBO ตรวจสอบด้วยการทดสอบเฉพาะแบบ
การทดสอบเฉพาะแบบที่กำหนดตามมาตรฐานนี้ ให้เป็นไปตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 รายการการทดสอบเฉพาะแบบ

การทดสอบ	ข้อ
ความคงทนของเครื่องหมาย	9.3
ความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ	9.4
ความเชื่อถือได้ของขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก	9.5
การป้องกันช็อกไฟฟ้า	9.6
สมบัติไดอิเล็กทริก	9.7
อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	9.8
ลักษณะเฉพาะการทำงาน	9.9
ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า	9.10
กลไกทริปอิสระ	9.11
การลัดวงจร[ก)]	9.12
ความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล	9.13
ความทนความร้อน	9.14
ความทนความร้อนผิดปกติและไฟ	9.15
การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	9.16
พฤติกรรมของ RCBO ในกรณีของแรงดันไฟฟ้าล้มเหลว สำหรับ RCBO แต่ละประเภทตาม ข้อ 4.1.2.1	9.17
ความทนต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์เนื่องจากกระแสเสิร์จ	9.19
ความเชื่อถือได้	9.22
การเสื่อมสภาพของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์	9.23
ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)	9.24
ความต้านทานการเกิดสนิม	9.25
[ก)] ประกอบด้วยการทดสอบหลายรายการ	

ห้ามใช้ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

9.1.2 การรับรองผลิตภัณฑ์ การทดสอบเฉพาะแบบให้ทดสอบตามลำดับ

หมายเหตุ คำว่า “การรับรอง” หมายถึง

- การประกาศรับรองการเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดของผู้ทำ หรือ
- การรับรองโดยหน่วยงานเป็นกลางอื่น เช่น โดยหน่วยงานรับรองอิสระ

ลำดับการทดสอบและจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ทดสอบเฉพาะแบบแต่ละรายการ (หรือลำดับของการทดสอบเฉพาะแบบ) ให้ทดสอบกับ RCBO ที่มีสภาพสะอาดและใหม่ ปริมาณที่มีอิทธิพลเป็นไปตามค่าอ้างอิงปกติ (ดูตารางที่ 6)

9.1.3 การทดสอบประจำโดยผู้ทำของแต่ละอุปกรณ์ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ง.

9.2 ภาวะทดสอบ

ให้ติดตั้ง RCBO แต่ละเครื่องตามคำแนะนำของผู้ทำและในที่เปิดโล่ง ที่อุณหภูมิโดยรอบระหว่าง 20 °C ถึง 25 °C ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น และมีการป้องกันต่อความร้อนภายนอกหรือความเย็นภายนอกมากเกินไป

RCBO ที่ออกแบบให้ติดตั้งในเปลือกหุ้มเดี่ยว ให้ทดสอบในเปลือกหุ้มที่เล็กที่สุดที่ผู้ทำกำหนด

หมายเหตุ 1 เปลือกหุ้มเดี่ยว หมายถึง เปลือกหุ้มที่ออกแบบให้ใช้กับ 1 เครื่องเท่านั้น

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ต่อ RCBO เข้ากับสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัด S ตามที่กำหนดในตารางที่ 13 โดยยึด RCBO เข้ากับแผ่นไม้อัดทาสีดำด้านที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 20 mm วิธีการยึดให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวกับรายละเอียดการติดตั้งที่ผู้ทำระบุ

ตารางที่ 13 ตัวนำทองแดงทดสอบที่สมนัยกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$	$32 < I_n \leq 50$	$50 < I_n \leq 63$	$63 < I_n \leq 80$	$80 < I_n \leq 100$	$100 < I_n \leq 125$
S mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50

หมายเหตุ 2 สำหรับตัวนำทองแดง AWG ดูภาคผนวก ฌง.

ในกรณีที่ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไว้ การทดสอบเฉพาะแบบให้ทดสอบที่ค่าไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐานนี้ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบที่ความถี่ที่กำหนด $\pm$ 5 %

ในระหว่างการทดสอบ ไม่ยอมให้มีการซ่อมบำรุงตัวอย่างหรือการถอดตัวอย่าง

สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.8 ข้อ 9.9 ข้อ 9.10 ข้อ 9.22.2 และข้อ 9.23 ให้ต่อ RCBO ดังต่อไปนี้

- ต่อด้วยสายไฟฟ้าทองแดงฉนวนพีวีซี แกนเดียว

- ต่อในที่ที่เปิดโล่ง และระยะห่างไม่น้อยกว่าระยะห่างระหว่างขั้วต่อสาย
- ความยาวต่ำสุดของแต่ละการต่อชั่วคราว จากขั้วต่อสายไปยังขั้วต่อสาย คือ
  - 1 m สำหรับพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 10 mm^2
  - 2 m สำหรับพื้นที่หน้าตัดเกิน 10 mm^2

แรงบิดที่ใช้ขันหมุดเกลียวขั้วต่อสายเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 14

สำหรับ RCBO ที่มีการทำงานด้วยมือ ต้องใช้ความเร็วการทำงานที่ 0.1 m/s $\pm$ 25% ระหว่างการดำเนินการสำหรับการทดสอบข้อ 9.10 และข้อ 9.12 ความเร็วถูกวัดที่ค่าสูงสุดเมื่อส่วนทำงานของอุปกรณ์ทดสอบสัมผัสตัวบังคับของ RCBO ที่ทดสอบ สำหรับปุ่มหมุน ความเร็วเชิงมุมจะต้องสอดคล้องอย่างเป็นสาระสำคัญกับสภาวะข้างต้น ซึ่งอ้างอิงถึงความเร็วของส่วนทำงาน (ที่สูงสุด) ของ RCBO ที่ทดสอบ

9.3 การทดสอบความคงทนของเครื่องหมาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการใช้ผ้าฝ้ายที่ชุ่มน้ำถูเครื่องหมายเป็นเวลา 15 s และถูซ้ำอีก 15 s ด้วยผ้าฝ้ายที่ชุ่มตัวทำละลายอะลิฟาติกเฮกเซน ทีมีปริมาณของแอโรแมติกไม่เกิน 0.1 % โดยปริมาตร ค่าเคอริบิวทานอลเท่ากับ 29 จุดเดือดเริ่มต้นประมาณ 65 °C จุดแห้งประมาณ 69 °C และความหนาแน่นเท่ากับ 0.68 g/cm^3

เครื่องหมายที่ทำเป็นรอยฝัง แบบขึ้นรูป หรือแบบแม่พิมพ์ ไม่ต้องทดสอบตามข้อกำหนดนี้

ภายหลังการทดสอบ เครื่องหมายต้องอ่านได้ง่าย และเครื่องหมายต้องยังคงอ่านได้ง่ายภายหลังการทดสอบทุกข้อตามมาตรฐานนี้

ต้องไม่สามารถถอดแผ่นป้ายได้ง่าย และแผ่นป้ายต้องไม่เกิดการโค้งงอ

9.4 การทดสอบความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ

การตรวจสอบการเป็นไปได้ตามข้อกำหนดในข้อ 8.1.4 ให้ทำโดยการตรวจพินิจ และสำหรับหมุดเกลียวและแป้นเกลียวที่ต้องใช้งาน (ขันเข้าและคลายออก) เมื่อติดตั้งและต่อสายไฟฟ้าของ RCBO ให้ทดสอบดังต่อไปนี้

ขันหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวให้แน่นและคลายออก

- 10 ครั้ง สำหรับหมุดเกลียวที่ต้องขันเข้ากับเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน
- 5 ครั้ง ในกรณีอื่น ๆ ทั้งหมด

หมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวที่ต้องขันเข้ากับเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน แต่ละครั้งต้องคลายออกจนหลุดและขันเข้าไปใหม่

การทดสอบให้ใช้ไขควงทดสอบหรือประแจทดสอบที่เหมาะสม โดยใช้แรงบิดตามที่กำหนดในตารางที่ 14

ต้องขันหมุดเกลียวและแป้นเกลียวให้แน่นในการเคลื่อนไหวที่ราบรื่นและต่อเนื่องเพียงครั้งเดียว

การทดสอบนี้ให้ต่อกับตัวนำแข็งเท่านั้นที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดในตารางที่ 8 อาจเป็นตัวนำเส้นเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียว แล้วแต่อย่างไหนที่จะให้ผลเลวกว่ากัน ให้ขยับตัวนำทุกครั้งที่คลายหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียว

ตารางที่ 14 เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวและแรงบิดทดสอบ

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของเกลียว mm		แรงบิด Nm		
มากกว่า	ไม่เกิน	1	2	3
-	2.8	0.2	0.4	0.4
2.8	3.0	0.25	0.5	0.5
3.0	3.2	0.3	0.6	0.6
3.2	3.6	0.4	0.8	0.8
3.6	4.1	0.7	1.2	1.2
4.1	4.7	0.8	1.8	1.8
4.7	5.3	0.8	2.0	2.0
5.3	6.0	1.2	2.5	3.0
6.0	8.0	2.5	3.5	6.0
8.0	10.0	-	4.0	10.0

สดมภ์ 1 ใช้กับหมุดเกลียวที่ไม่มีหัว ถ้าขันหมุดเกลียวแน่นแล้วไม่มีส่วนที่ยื่นพ้นจากรูเกลียว และให้ใช้กับหมุดเกลียวอื่นที่ไม่สามารถขันด้วยไขควงที่มีขนาดใบกว้างกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียว

สดมภ์ 2 ใช้กับหมุดเกลียวอื่น ๆ ที่ขันด้วยไขควง

สดมภ์ 3 ใช้กับหมุดเกลียวและแป้นเกลียวที่ขันด้วยประแจอื่น ๆ นอกจากไขควง

ในกรณีที่เป็นหมุดเกลียวหัวหกเหลี่ยมที่มีร่องผ่าสำหรับขันด้วยไขควงได้ด้วย และแรงบิดในสดมภ์ 2 และสดมภ์ 3 มีค่าต่างกัน ให้ทดสอบ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ขันหัวหกเหลี่ยมด้วยแรงบิดตามที่กำหนดในสดมภ์ 3 และครั้งที่ 2 ใช้ไขควงขันตัวอย่างใหม่ด้วยแรงบิดตามที่กำหนดในสดมภ์ 2 ถ้าแรงบิดในสดมภ์ 2 และสดมภ์ 3 มีค่าเท่ากัน ให้ทดสอบด้วยไขควงเท่านั้น

ในระหว่างการทดสอบ การต่อด้วยการขันเกลียวต้องไม่หลุดหลวม และต้องไม่มีความเสียหาย เช่น หมุดเกลียวแตกหัก ร่องผ่า เกลียว แหวนรองหรือแผ่นยึด (stirrup) ชำรุดจนมีผลเสียหายต่อการใช้งาน RCBO ต่อไป

นอกจากนี้ เปลือกหุ้มและฝาครอบต้องไม่เสียหาย

9.5 การทดสอบความเชื่อถือได้ของขั้วต่อแบบหมุดเกลียวสำหรับตัวนำทองแดงภายนอก

การตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 8.1.5 ให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4 โดยใช้ตัวนำทองแดงแข็งที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดในตารางที่ 8 ใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย (สำหรับ

ห้ามมิให้สำเนาเพื่อจำหน่าย ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

พื้นที่หน้าตัดระบุเกิน 6 mm^2 ให้ใช้ตัวนำตีเกลียวแข็ง สำหรับพื้นที่หน้าตัดระบุอื่น ๆ ให้ใช้ตัวนำเส้นเดี่ยว) และทดสอบตามข้อ 9.5.1 ข้อ 9.5.2 และข้อ 9.5.3

การทดสอบตามข้อ 9.5.1 ข้อ 9.5.2 และข้อ 9.5.3 ให้ใช้ไขควงทดสอบหรือประแจทดสอบที่เหมาะสมและขันด้วยแรงบิดตามที่กำหนดในตารางที่ 14

9.5.1 ต่อขั้วต่อสายเข้ากับตัวนำทองแดงที่เป็นชนิดเดียวกัน (เส้นเดี่ยว ตีเกลียว หรือแบบอ่อนตัวได้) ของพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดในตารางที่ 8

ขั้วต่อสายต้องเหมาะสำหรับตัวนำทุกแบบ แบบแข็ง (เส้นเดี่ยวหรือตีเกลียว) และแบบอ่อนตัวได้ เว้นแต่ผู้ทำจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

ขั้วต่อสายต้องทดสอบด้วยพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดและสูงสุดของตัวนำแต่ละประเภทบนขั้วต่อสายใหม่ดังนี้

- การทดสอบตัวนำเส้นเดี่ยวต้องใช้ตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 1 mm^2 ถึง 6 mm^2 ตามความเหมาะสม
- การทดสอบตัวนำตีเกลียวต้องใช้ตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 1.5 mm^2 ถึง 50 mm^2 ตามความเหมาะสม
- การทดสอบตัวนำอ่อนตัวได้ต้องใช้ตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 1 mm^2 ถึง 35 mm^2 ตามความเหมาะสม

หมายเหตุ ข้อมูลเกี่ยวกับ AWG ระบุไว้ในภาคผนวก ฌง.

ให้ใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสายเป็นระยะต่ำสุดตามที่กำหนด หรือในกรณีที่ไม่กำหนดไว้ให้ใส่จนตัวนำเริ่มโผล่ออกจากขั้วต่อสายอีกด้านและอยู่ในตำแหน่งที่มีโอกาสสูงที่สุดที่จะช่วยให้สายหลุดออก

ขันหมุดเกลียวยึดให้แน่นด้วยแรงบิดเท่ากับ 2 ใน 3 ที่กำหนดในสดมภ์ที่สอดคล้องของตารางที่ 14

ดึงตัวนำแต่ละเส้นด้วยแรงที่มีค่าเป็นหน่วยนิวตันตามที่กำหนดในตารางที่ 15 ตามพื้นที่หน้าตัดที่เกี่ยวข้องของตัวนำทดสอบ

ให้ดึงโดยไม่มีการกระตุก เป็นเวลา 1 min ในทิศทางตามแนวแกนของช่องตัวนำ

เมื่อจำเป็นจะต้องระบุค่าที่ทดสอบสำหรับพื้นที่หน้าตัดต่าง ๆ ที่มีแรงดึงที่เกี่ยวข้องไว้อย่างชัดเจนในรายงานการทดสอบ

ห้ามใช้ทรัพย์สินอย่างไม่เป็นธรรม

ตารางที่ 15 แรงดึง

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำที่ต่อกับขั้วต่อสาย mm^2	1 ถึง 4	มากกว่า 4 ถึง 6	มากกว่า 6 ถึง 10	มากกว่า 10 ถึง 16	มากกว่า 16 ถึง 50
แรงดึง N	50	60	80	90	100

ในระหว่างการทดสอบ ตัวนำในขั้วต่อสายต้องไม่เคลื่อนที่จนสังเกตได้

9.5.2 ต่อขั้วต่อสายเข้ากับตัวนำทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุด ตามที่กำหนดในตารางที่ 8 อาจเป็นตัวนำเส้นเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียว แล้วแต่อย่างใดจะให้ผลเลวกว่ากัน และขันหมุดเกลียวของขั้วต่อสายให้แน่นด้วยแรงบิดเท่ากับ 2 ใน 3 ที่กำหนดในสดมภ์ที่สอดคล้องของตารางที่ 14

คลายหมุดเกลียวของขั้วต่อสายออก และตรวจพินิจชิ้นส่วนของตัวนำที่อาจได้รับผลกระทบจากขั้วต่อสาย

ตัวนำต้องไม่เสียหายรุนแรง

หมายเหตุ ถ้าตัวนำมีรอยบากลึกหรือคม ให้ถือว่าเสียหายรุนแรง

ในระหว่างการทดสอบ ขั้วต่อสายต้องไม่หลุดหลวม และต้องไม่มีความเสียหาย เช่น หมุดเกลียวแตกหัก ร่องผ่า เกลียว แหวนรองหรือโกลน ชำรุดจนมีผลเสียหายต่อการใช้งานขั้วต่อสายต่อไป

9.5.3 ต่อขั้วต่อสายเข้ากับตัวนำตีเกลียวและ/หรือทองแดงอ่อนตัวได้ที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดดังแสดงในตารางที่ 8

ก่อนใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสาย ให้ตกแต่งรูปร่างของตัวนำตีเกลียวให้เหมาะสม

ใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสายจนตัวนำถึงด้านในสุดของขั้วต่อสายหรือตัวนำเริ่มโผล่ออกจากขั้วต่อสายอีกด้าน และอยู่ในตำแหน่งที่มีโอกาสสูงสุดที่จะยอมให้ตัวนำตีเกลียวหลุดออก ขันหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวยึดให้แน่นด้วยแรงบิดเท่ากับ 2 ใน 3 ที่กำหนดในสดมภ์ที่สอดคล้องกับตารางที่ 14

ภายหลังการทดสอบ ต้องไม่มีเส้นลวดของตัวนำหลุดออกนอกอุปกรณ์ที่ทำให้สายคงอยู่ในตำแหน่ง (retaining device) ของขั้วต่อสาย

9.6 การทวนสอบการป้องกันช็อกไฟฟ้า

ข้อกำหนดนี้ใช้กับทุกชิ้นส่วนของ RCBO ซึ่งเผยต่อตัวผู้ใช้งาน เมื่อติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ

ให้ทดสอบด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 3 ขณะที่ RCBO ติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ (ดูหมายเหตุข้อ 8.2) และต่อเข้ากับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุดซึ่งสามารถใช้ต่อกับ RCBO

ต้องออกแบบให้จุดต่อของนิ้วทดสอบมาตรฐานแต่ละจุดสามารถปรับหมุนได้เป็นมุม 90° กับแกนของนิ้วทดสอบในทิศทางเดียวกัน

ให้ตรวจสอบด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐานในทุกตำแหน่งที่นิ้วมือมนุษย์สามารถงอเข้าไปได้ ให้ใช้ตัวชี้บอกทางไฟฟ้า แสดงการสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

แนะนำให้ใช้หลอดไฟฟ้าสำหรับการชี้บอกการสัมผัส และแรงดันไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้านั้นต้องไม่น้อยกว่า 40 V นิ้วทดสอบมาตรฐานต้องไม่สัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้า

RCBO ที่มีเปลือกหุ้มหรือฝาครอบทำด้วยวัสดุเทอร์มอพลาสติก ให้ทดสอบเพิ่มเติมตามข้างล่าง โดยทดสอบ RCBO ที่อุณหภูมิโดยรอบ 35 °C ± 2 °C

ใช้แรง 75 N กดผ่านปลายนิ้วทดสอบตรงไม่มีจุดต่อที่มีมิติเหมือนกับนิ้วทดสอบมาตรฐาน ไปยัง RCBO เป็นเวลา 1 min โดยให้กดนิ้วทดสอบนี้ไปทุกตำแหน่งซึ่งวัสดุฉนวนสามารถได้รับความเสียหายต่อความปลอดภัยของ RCBO แต่ไม่ต้องทดสอบกับรูกระทุ้งออก (knock-out)

ในระหว่างการทดสอบ เปลือกหุ้มหรือฝาครอบต้องไม่ผิดรูปจนมีผลทำให้นิ้วทดสอบตรงไม่มีจุดต่อสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้

RCBO ที่ไม่มีเปลือกหุ้มมีชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการให้ห่อหุ้ม ให้ทดสอบโดยมีแผงด้านหน้าเป็นโลหะ และติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ

9.7 การทดสอบสมบัติไดอิเล็กทริก

9.7.1 ความทนความชื้น

9.7.1.1 การเตรียม RCBO สำหรับการทดสอบ

ให้ถอดชิ้นส่วนของ RCBO ที่สามารถถอดออกได้โดยไม่ใช้เครื่องมือ และให้ทดสอบความชื้นพร้อมกับชิ้นส่วนหลัก ให้เปิดฝาครอบแบบสปริงระหว่างการทดสอบ

ให้เปิดทางเข้าสายไฟฟ้า (ถ้ามี) ถ้าเป็นแบบกระทุ้งออก ให้กระทุ้งออกเปิดไว้ 1 รู

9.7.1.2 ภาวะการทดสอบ

ให้ทำในตู้อบความชื้นที่ควบคุมให้อากาศภายในมีความชื้นสัมพัทธ์คงไว้ระหว่าง 91 % กับ 95 %

อุณหภูมิของอากาศบริเวณที่วางตัวอย่างทดสอบต้องคงไว้ภายใน ±1 °C ของค่าอุณหภูมิ (*T*) 20 °C ถึง 30 °C

ก่อนนำตัวอย่างไปอบความชื้น ต้องนำตัวอย่างไปวางไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิ *T* °C ถึง *T* °C + 4 °C

9.7.1.3 วิธีทดสอบ

อบตัวอย่างในตู้อบความชื้นเป็นเวลา 48 h

หมายเหตุ 1 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่าง 91 % กับ 95 % อาจทำได้โดยการวางสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมซัลเฟตหรือโพแทสเซียมไนเทรตภายในตู้อบความชื้น โดยให้มีผิวสัมผัสกับอากาศมากเพียงพอ

หมายเหตุ 2 เพื่อให้ตู้อบความชื้นมีภาวะเป็นไปตามที่กำหนด ต้องมั่นใจว่าอากาศภายในหมุนเวียนอย่างสม่ำเสมอ และต้องบุตู้อบความชื้นด้วยฉนวนกันความร้อน

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

9.7.1.4 ภาวะของ RCBO ภายหลังการทดสอบ

ภายหลังการทดสอบ ตัวอย่างต้องไม่เสียหายตามความหมายของมาตรฐานนี้ และต้องทนการทดสอบตามข้อ 9.7.2 ข้อ 9.7.3 ข้อ 9.7.4 ข้อ 9.7.6 และข้อ 9.7.7.2 (ถ้ามี)

9.7.2 ความต้านทานของฉนวนของวงจรประธาน

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.7.1 แล้ว ให้นำ RCBO ออกจากตู้อบความชื้น

หลังจากนั้นในช่วงเวลาระหว่าง 30 min กับ 60 min ให้วัดความต้านทานของฉนวน โดยใช้เครื่องวัดความต้านทานของฉนวนที่มีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 500 V อ่านค่าความต้านทานของฉนวนหลังจากป้อนแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 5 s ให้วัดที่ส่วนต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

ก) ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งเปิด ให้วัดระหว่างแต่ละคู่ของขั้วต่อสายที่ต่อเข้าด้วยกันทางไฟฟ้าเมื่อ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้วัดทีละขั้วหมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว

ข) ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้วัดระหว่างขั้วต่อสายขั้วใดขั้วหนึ่งกับขั้วอื่น ๆ ที่ต่อเข้าด้วยกันหมุนเวียนกันไป ในการทดสอบนี้ให้ถอดส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อระหว่างทางเดินไฟฟ้า

ค) ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้วัดระหว่างขั้วต่อสายทุกขั้วที่ต่อเข้าด้วยกันกับโครง รวมทั้งแผ่นโลหะบางหรือชิ้นส่วนที่ติดไว้กับพื้นผิวด้านนอกของตัวเรือนที่ทำด้วยวัสดุฉนวนซึ่งพื้นที่ขั้วต่อสายเก็บไว้อย่างสมบูรณ์เพื่อหลีกเลี่ยงการวาบไฟระหว่างขั้วต่อสายกับโลหะบาง

ง) ให้วัดระหว่างชิ้นส่วนโลหะของกลไกกับโครง

หมายเหตุ การเข้าถึงชิ้นส่วนโลหะของกลไก อาจต้องจัดเตรียมพิเศษสำหรับการวัดตามข้อนี้

จ) สำหรับ RCBO ที่มีเปลือกหุ้มโลหะที่ภายในบุด้วยฉนวน ให้วัดระหว่างโครงกับแผ่นโลหะบางที่ติดไว้กับพื้นผิวด้านในของวัสดุฉนวนที่บุไว้รวมทั้งบุชชิง และอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน

การวัดตามข้อ ก) ข้อ ข) และข้อ ค) ให้วัดหลังจากต่อวงจรช่วยทั้งหมดเข้ากับโครง

คำว่า “โครง” หมายถึง

- ชิ้นส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ทั้งหมด และแผ่นโลหะบางที่ติดไว้กับพื้นผิวด้านนอกของวัสดุฉนวนซึ่งสามารถเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ
- พื้นผิวของฐานติดตั้ง RCBO ถ้าจำเป็นให้ติดแผ่นโลหะบางเข้ากับพื้นผิวของฐานติดตั้ง RCBO
- หมุดเกลียวและอุปกรณ์อื่นสำหรับยึดฐานติดตั้งเข้ากับแท่นรองรับ
- หมุดเกลียวสำหรับยึดฝาครอบซึ่งต้องถอดออกเมื่อติดตั้ง RCBO
- ชิ้นส่วนโลหะของอุปกรณ์บังคับกลไก ตามข้อ 8.2

ถ้า RCBO มีขั้วต่อตัวนำป้องกัน ให้ต่อขั้วนี้เข้ากับโครงด้วย

การวัดตามข้อ ข) ข้อ ค) ข้อ ง) และข้อ จ) ต้องติดสารปิดผนึก (ถ้ามี) กับแผ่นโลหะบางให้ดีก่อนการทดสอบ

ห้ามใช้หรือจำหน่ายก่อนประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า

- 2 MΩ สำหรับการวัดตามข้อ ก) และข้อ ข)
- 5 MΩ สำหรับการวัดตามข้ออื่น ๆ

9.7.3 ความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรประธาน

ภายหลัง RCBO ผ่านการทดสอบตามข้อ 9.7.2 แล้ว ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามที่กำหนด เป็นเวลา 1 min ระหว่างชิ้นส่วนที่กำหนดตามข้อ 9.7.2 ให้ถอดส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ (ถ้ามี) ออกก่อนการทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องมีรูปคลื่นใกล้ไซน์ และมีความถี่ระหว่าง 45 Hz กับ 65 Hz

แหล่งจ่ายของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 0.2 A

อุปกรณ์ทริปกระแสเกินของหม้อแปลงไฟฟ้า ต้องไม่ทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าของวงจรด้านออกมีค่าน้อยกว่า 100 mA

ค่าของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังนี้

- 2 000 V สำหรับ 9.7.2 ก) ถึง ง)
- 2 500 V สำหรับข้อ 9.7.2 จ)

การป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เริ่มต้นด้วยค่าที่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดแล้วเพิ่มขึ้นจนถึงค่าที่กำหนดภายใน 5 s

ในระหว่างการทดสอบ ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน

ไม่ต้องคำนึงถึงการปล่อยประจุแบบรุ่งแสง (glow discharge) ที่ไม่ทำให้แรงดันไฟฟ้าตก

9.7.4 ความต้านทานของฉนวน และความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรช่วย

ก) การวัดความต้านทานของฉนวนและการทดสอบความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรช่วยให้ทำทันทีหลังจากการวัดความต้านทานของฉนวนและการทดสอบความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรประธานในภาวะที่กำหนดในข้อ ข) และข้อ ค)

เมื่อมีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่อเข้ากับวงจรประธานในการใช้งานตามปกติ ให้มีการต่อแบบชั่วคราวสำหรับระหว่างการทดสอบ โดยต้องไม่มีแรงดันไฟฟ้าระหว่างด้านเข้ากับด้านออกของส่วนประกอบ

ข) การวัดความต้านทานของฉนวน ให้วัดดังนี้

- ระหว่างวงจรช่วยที่ต่อเข้าด้วยกันกับโครง
- ระหว่างชิ้นส่วนของวงจรช่วยแต่ละชิ้นซึ่งอาจจะแยกออกจากชิ้นส่วนอื่นในการใช้งานตามปกติกับชิ้นส่วนอื่นทั้งหมดที่ต่อเข้าด้วยกัน โดยป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 500 V d.c. เป็นเวลา 1 min

ห้ามมิให้เรียกเก็บค่าธรรมเนียมการใช้งานนี้เป็นมาตรฐาน

ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 2 MΩ

ค) ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่มีรูปคลื่นใกล้ไซน์ที่ความถี่ที่กำหนด เป็นเวลา 1 min ระหว่างชิ้นส่วนตามที่กำหนดในข้อ ข)

ค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แรงดันไฟฟ้าทดสอบของวงจรช่วย

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของวงจรช่วย (a.c. หรือ d.c.) V	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ V
≤ 30	600
> 30 และ ≤ 50	1 000
> 50 และ ≤ 110	1 500
> 110 และ ≤ 250	2 000
> 250 และ ≤ 500	2 500

การป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เริ่มต้นด้วยค่าที่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด แล้วเพิ่มขึ้นจนถึงค่าที่กำหนด ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 5 s แต่ไม่มากกว่า 20 s

ในระหว่างการทดสอบ ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิว หรือมีรูทะลุ

หมายเหตุ 1 ไม่ต้องคำนึงถึงการปล่อยประจุซึ่งไม่ทำให้แรงดันไฟฟ้าตก

หมายเหตุ 2 ในกรณีของ RCBO ซึ่งมีวงจรช่วยที่ไม่สามารถเข้าถึงได้สำหรับการทวนสอบข้อกำหนดตามข้อ ข) ให้ทดสอบกับตัวอย่างที่จัดเตรียมพิเศษโดยผู้ทำหรือเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำ

หมายเหตุ 3 วงจรช่วยไม่รวมถึงวงจรควบคุมของ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

หมายเหตุ 4 วงจรควบคุมนอกเหนือจากวงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าตรวจจับและวงจรควบคุมที่ต่อกับวงจรประธาน ให้ทดสอบเช่นเดียวกับวงจรช่วย

9.7.5 วงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าตรวจจับ

วงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าตรวจจับไม่ต้องทดสอบการฉนวน ถ้าวงจรไม่ได้ต่อเข้ากับชิ้นส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ ตัวนำป้องกัน หรือส่วนที่มีไฟฟ้า

9.7.6 ขีดความสามารถของวงจรควบคุมที่ต่อกับวงจรประธานความทนแรงดันไฟฟ้าสูง (กระแสตรง) เนื่องมาจากการวัดความต้านทานของฉนวน

การตรวจสอบให้ทำโดยการยึด RCBO กับแท่นรองรับโลหะ ในตำแหน่งปิด วงจรควบคุมทั้งหมดต่อสายเหมือนการใช้งาน

ห้ามใช้หรือคัดลอกส่วนนี้เป็นมาตรฐาน

ให้ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- แรงดันไฟฟ้าเปิด : 600 V $^{+25}_{0}$ V

  หมายเหตุ ค่านี้เป็นค่าที่เผื่อไว้

- ความพลิ้วสูงสุด (maximum ripple) : 5 %

  เมื่อ ความพลิ้ว (ร้อยละ) = $\frac{\text{แรงดันไฟฟ้าสูงสุด} - \text{ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย}}{\text{ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย}} \times 100$

- กระแสไฟฟ้าลัดวงจร : 12 mA $^{+2}_{0}$ mA

ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบเป็นเวลา 1 min ระหว่างขั้วใดขั้วหนึ่งกับขั้วอื่นที่ต่อเข้าด้วยกันซึ่งต่อเข้ากับโครงหมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว

ภายหลังการทดสอบนี้แล้ว RCBO ต้องสามารถผ่านการทดสอบที่กำหนดในข้อ 9.9.1.2 ค)

9.7.7 การทวนสอบแรงดันคงทนอิมพัลส์ (ผ่านระยะห่างในอากาศและผ่านฉนวนแข็ง) และกระแสไฟฟ้ารั่วผ่านหน้าสัมผัสที่เปิดอยู่

9.7.7.1 ขั้นตอนการทดสอบทั่วไปสำหรับการทดสอบแรงดันคงทนอิมพัลส์

อิมพัลส์สร้างโดยเครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์ขั้วบวกและขั้วลบซึ่งมีเวลาหน้าคลื่น 1.2 μs และเวลาหลังคลื่น 50 μs ความคลาดเคลื่อนมีดังนี้:

± 5 % สำหรับค่ายอด

± 30 % สำหรับเวลาหน้าคลื่น

± 20 % สำหรับเวลาหลังคลื่น

สำหรับแต่ละการทดสอบ จะใช้อิมพัลส์ขั้วบวก 5 ครั้ง และอิมพัลส์ขั้วลบ 5 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างอิมพัลส์ที่ต่อเนื่องกันคืออย่างน้อย 1 s สำหรับอิมพัลส์ที่มีขั้วเดียวกัน และอย่างน้อย 10 s สำหรับอิมพัลส์ของขั้วตรงข้าม

เมื่อทำการทดสอบแรงดันอิมพัลส์ด้วย RCBO ที่สมบูรณ์ จะต้องคำนึงถึงการลดทอนหรือการขยายของแรงดันไฟฟ้าทดสอบด้วย ต้องมั่นใจได้ว่าค่าที่ต้องการของแรงดันไฟฟ้าทดสอบถูกนำไปใช้กับขั้วต่อสายของบริภัณฑ์ที่ทดสอบ

เสิร์จอิมพีแดนซ์ของอุปกรณ์ทดสอบต้องมีค่าที่กำหนดไม่เกิน 500 Ω

หมายเหตุ 1 ในข้อ 9.7.7.2 การทวนสอบระยะห่างในอากาศภายในฉนวนพื้นฐาน ใน RCBO จำเป็นต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอิมพีแดนซ์ต่ำมากสำหรับการทดสอบ เพื่อจุดประสงค์นี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไฮบริดที่มีอิมพีแดนซ์เสมือนจริง 2 Ω จึงเหมาะสมหากไม่ได้ถอดส่วนประกอบภายในออกก่อนการทดสอบ อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าในกรณีใดจำเป็นต้องมีการวัดแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่ถูกต้องโดยตรงที่ระยะห่างในอากาศ

ห้ามใช้งานก่อนประกาศเป็นมาตรฐาน

รูปร่างของอิมพัลส์จะถูกปรับด้วย RCBO ในการทดสอบที่เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดอิมพัลส์ เพื่อจุดประสงค์นี้ ต้องใช้ตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้าและเซ็นเซอร์แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม แนะนำให้ถอดส่วนประกอบป้องกันเสิร์จออกก่อนทำการทดสอบ

หมายเหตุ 2 สำหรับ RCBO ที่มีกับดักเสิร์จรวมอยู่ด้วยซึ่งไม่สามารถตัดการเชื่อมต่อได้ รูปร่างของอิมพัลส์จะถูกปรับโดยไม่ต้องเชื่อมต่อ RCBO กับเครื่องกำเนิดอิมพัลส์

อนุญาตให้อิมพัลส์มีการออสซิลเลตได้เล็กน้อย โดยมีเงื่อนไขว่าแอมพลิจูดใกล้กับค่ายอดของอิมพัลส์น้อยกว่า 5 % ของค่ายอด

สำหรับการออสซิลเลตในครึ่งแรกของด้านหน้า อนุญาตให้ใช้แอมพลิจูดได้ถึง 10 % ของค่ายอด

ต้องไม่มีการปล่อยประจุทำลาย (disruptive discharge) (ประกายข้าม การวาบไฟตามผิว หรือเจาะทะลุ) ระหว่างการทดสอบ

หมายเหตุ 3 ขอแนะนำให้ใช้ออสซีลโลสโคปเพื่อสังเกตแรงดันอิมพัลส์เพื่อตรวจจับการคายประจุที่รบกวน

9.7.7.2 การตรวจสอบระยะห่างในอากาศด้วยแรงดันคงทนอิมพัลส์

ถ้าการวัดระยะห่างในอากาศของรายการที่ 2 และรายการที่ 4 ในตารางที่ 7 และการจัดวางในข้อ 9.7.2 ข) ค) ง) และ จ) แสดงให้เห็นการลดลงของความยาวที่ต้องการ การทดสอบนี้จะนำไปใช้ การทดสอบนี้ดำเนินการทันทีหลังจากการวัดความต้านทานของฉนวนในข้อ 9.7.4

หมายเหตุ การทดสอบนี้แทนที่การวัดระยะห่างในอากาศได้

การทดสอบดำเนินการกับ RCBO ที่ยึดกับฐานโลหะและอยู่ในตำแหน่งปิด

ให้เลือกค่าแรงดันอิมพัลส์ทดสอบในตารางที่ 19 ตามแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์ที่กำหนดของ RCBO ตามที่กำหนดในตารางที่ 5 ค่าเหล่านี้ได้รับการแก้ไขสำหรับความดันบรรยากาศและ/หรือระดับความสูงที่ทำการทดสอบตามตารางที่ 19

การทดสอบชุดแรกใช้แรงดันอิมพัลส์ระหว่าง

- ขั้วเฟสและขั้วนิวทรัล (หรือทางเดินไฟฟ้า) ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน
- และส่วนรองรับโลหะที่เชื่อมต่อกับขั้วต่อสายที่มีไว้สำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี)

การทดสอบชุดที่สองใช้แรงดันอิมพัลส์ระหว่าง

- ขั้วเฟสที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน
- และขั้วนิวทรัล (หรือทางเดินไฟฟ้า) ของ RCBO ตามความเหมาะสม

การทดสอบชุดที่ 3 ใช้แรงดันอิมพัลส์ระหว่างการเตรียมการที่กำหนดในข้อ 9.7.2 ข) ค) ง) และ จ) และไม่ได้ทดสอบในระหว่าง 2 ลำดับแรกที่อธิบายไว้ข้างต้น

จะต้องไม่มีการปล่อยประจุทำลาย อย่างไรก็ตาม หากเกิดการปล่อยประจุทำลายดังกล่าวเพียงครั้งเดียว ให้ป้อนอีก 10 อิมพัลส์ที่มีขั้วเดียวกันกับที่ทำให้เกิดการปล่อยประจุทำลาย โดยการเชื่อมต่อเหมือนกับที่เกิดความล้มเหลว

ต้องไม่มีการปล่อยประจุทำลายเกิดขึ้นอีก

ตารางที่ 19 แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับทวนสอบแรงดันคงทนอิมพัลส์

แรงดันคงทนอิมพัลส์ที่กำหนด U_{imp} kV	แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่ระดับความสูงที่สอดคล้องกัน $U_{1.2/50}$ a.c. peak kV				
	ระดับน้ำทะเล	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	2.9	2.8	2.8	2.7	2.5
4	4.9	4.8	4.7	4.4	4.0

9.7.7.3 การทวนสอบกระแสไฟฟ้ารั่วผ่านหน้าสัมผัสเปิด (ความเหมาะสมในการแยกอิสระ)

แต่ละขั้วของ RCBO นำไปทดสอบโดยหนึ่งในการทดสอบที่เหมาะสมตามข้อ 9.12.11.2.1 ข้อ 9.12.11.2.2 ข้อ 9.12.11.3 ข้อ 9.12.11.4 ข) ข้อ 9.12.11.4 ค) จ่ายด้วยแรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่กำหนด โดย RCBO อยู่ในตำแหน่งเปิด

กระแสไฟฟ้ารั่วไหลผ่านหน้าสัมผัสเปิดที่วัดได้ต้องไม่เกิน 2 mA

9.7.7.4 การทวนสอบความต้านทานของฉนวนของหน้าสัมผัสเปิดและฉนวนพื้นฐานต่อแรงดันอิมพัลส์ในสภาวะปกติ

9.7.7.4.1 ทั่วไป

การทดสอบเหล่านี้ไม่ได้ทำก่อนการอบความชื้นที่อธิบายไว้ในข้อ 9.7.1

หมายเหตุ การทดสอบในข้อ 9.7.7.4 ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดข้อ 8.1.3 จะดำเนินการก่อนข้อ 9.7.1 ด้วยตัวอย่างสามตัวของลำดับการทดสอบ B

ค่าแรงดันอิมพัลส์ทดสอบต้องเลือกจากตารางที่ 28 ตามแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของการติดตั้งซึ่ง RCBO มีวัตถุประสงค์ให้ใช้งาน ตามที่ระบุในตารางที่ 5 ค่าเหล่านี้ได้รับการแก้ไขสำหรับความดันบรรยากาศและ/หรือระดับความสูงที่ดำเนินการทดสอบตามตารางที่ 28

ห้ามใช้ประโยชน์ร่างมาตรฐาน

ตารางที่ 28 แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับทวนสอบความเหมาะสมในการแยกอิสระ โดยอ้างอิงถึงแรงดันคงทนอิมพัลส์ที่กำหนดของ RCBO และระดับความสูงที่ทำการทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าที่ระบุของการติดตั้ง V	แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่ระดับความสูงที่สอดคล้องกัน				
	$U_{1.2/50}$ a.c. peak kV				
ระบบเฟสเดียวที่จุดกึ่งกลางต่อลงดิน 120/240[ก)]	ระดับน้ำทะเล	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
	3.5	3.5	3.4	3.2	3.0
ระบบเฟสเดียว 120/240 240[ข)]	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0
ระบบ 3 เฟส 230/400	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0

[ก)] สำหรับแนวทางการติดตั้งในญี่ปุ่น

[ข)] สำหรับแนวทางการติดตั้งในอเมริกาเหนือ

9.7.7.4.2 RCBO ในตำแหน่งเปิด

ชุดการทดสอบดำเนินการกับ RCBO ที่ยึดกับตัวรองรับโลหะเหมือนในการใช้งานปกติ

อิมพัลส์ถูกนำไปใช้ระหว่าง

- ขั้วต่อสายศักย์เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน
- ขั้วต่อสายโหลดที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกันกับหน้าสัมผัสในตำแหน่งเปิด

จะต้องไม่มีการปล่อยประจุทำลายในระหว่างการทดสอบ

9.7.7.4.3 RCBO ในตำแหน่งปิด

ชุดการทดสอบดำเนินการกับ RCBO ที่ยึดกับส่วนรองรับโลหะ ต่อสายตามการใช้งานปกติและอยู่ในตำแหน่งปิด

ต้องถอดส่วนประกอบทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐานออก

หมายเหตุ หากจำเป็น ผู้ทำสามารถจัดเตรียมตัวอย่างแยกต่างหากได้

การทดสอบชุดแรกโดยใช้อิมพัลส์ระหว่าง

- ขั้วเฟสและขั้วนิวทรัล (หรือทางเดินไฟฟ้า) ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน
- และส่วนรองรับโลหะที่เชื่อมต่อกับขั้วต่อสายที่มีไว้สำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี)

ห้ามใช้ตีพิมพ์เผยแพร่ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

การทดสอบชุดที่ 2 โดยใช้อิมพัลส์ระหว่าง

- ขั้วเฟสที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน
- และขั้วนิวทรัล (หรือทางเดินไฟฟ้า) ของ RCBO

จะต้องไม่มีการปล่อยประจุทำลาย อย่างไรก็ตาม หากเกิดการปล่อยประจุทำลายดังกล่าวเพียงครั้งเดียว ให้ป้อนอีก 10 อิมพัลส์ที่มีขั้วเดียวกันกับที่ทำให้เกิดการปล่อยประจุทำลาย โดยการเชื่อมต่อเหมือนกับที่เกิดความล้มเหลว

ต้องไม่มีการปล่อยประจุทำลายเกิดขึ้นอีก

หลังจากนั้น ตัวอย่างใหม่จะถูกทดสอบตามข้อ 9.7.7.5

9.7.7.5 การทวนสอบพฤติกรรมของส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐาน

ตัวอย่าง RCBO ใหม่ได้รับการทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐานจะไม่ลดความปลอดภัยในส่วนที่เกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วคราวในระยะสั้น

หมายเหตุ 1 หลังจากนั้น จำเป็นต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐานและถูกถอดออกในระหว่างการทดสอบแรงดันอิมพัลส์เพื่อทดสอบฉนวนพื้นฐาน จะไม่ทำให้พฤติกรรมหรือความปลอดภัยของฉนวนพื้นฐานของบริภัณฑ์ลดลงในระหว่างการใช้งานตามปกติ

แรงดันไฟฟ้าทดสอบมีความถี่ 50 Hz ตาม IEC 60364-4-44:2007 ตารางที่ 44.A2 และ IEC 60664-1 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับฉนวนพื้นฐานคือ 1 200 V + U0 U0 คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุระหว่างสายศักย์และนิวทรัล

หมายเหตุ 2 การทดสอบนี้ดำเนินการเฉพาะกับ RCBO ที่ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐานถูกตัดการเชื่อมต่อระหว่างการทดสอบแรงดันอิมพัลส์ตามข้อ 9.7.7.4.3

หมายเหตุ 3 ตัวอย่างเช่น สำหรับ RCBO ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด U_0 = 250 V ค่าของแรงดันทดสอบกระแสสลับสำหรับฉนวนพื้นฐานคือ 1 200 V + 250 V ดังนั้น ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าทดสอบคือ 1 450 V

จ่ายแรงดันไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 5 s ระหว่าง

- ขั้วเฟสและขั้วนิวทรัล (หรือทางเดินไฟฟ้า) ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน
- และส่วนรองรับโลหะที่เชื่อมต่อกับขั้วต่อสายที่มีไว้สำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี)

จากนั้นจึงตรวจสอบบริภัณฑ์โดยการตรวจพินิจ ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐานไม่ควรแสดงการเปลี่ยนแปลงที่มองเห็นได้

หมายเหตุ 4 ยอมรับให้เปลี่ยนฟิวส์ก่อนเชื่อมต่อบริภัณฑ์กับวงจรประธาน หากฟิวส์ป้องกันตัวกับดักเสิร์จขาด ให้เปลี่ยนกับดักเสิร์จด้วย

จากนั้นบริภัณฑ์จะเชื่อมต่อกับวงจรประธานตามคำแนะนำของผู้ทำ ตามเงื่อนไขข้อ 9.9.1.2 ค) RCBO จะต้องทริปด้วยกระแสทดสอบที่ 1.25 $I_{\Delta n}$ การทดสอบหนึ่งครั้งจะทำกับขั้วเดียวเท่านั้น โดยการสุ่ม ซึ่งไม่มีการวัดเวลาตัดวงจร

การทดสอบนี้ไม่ใช้กับอุปกรณ์ที่มีนิวทรัลเส้นเดี่ยว (solid neutral)

9.8 การทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

9.8.1 อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ

ให้วัดอุณหภูมิของอากาศโดยรอบในคาบเวลา 1 ใน 4 สุดท้าย (last quarter) ของช่วงเวลาทดสอบ โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์หรือเทอร์มอคัปเปิลไม่น้อยกว่า 2 ตัว วัดในตำแหน่งที่สมมาตรกันรอบ RCBO ที่ความสูงประมาณครึ่งหนึ่งของความสูง RCBO และห่างจาก RCBO ประมาณ 1 m

ต้องป้องกันเทอร์มอมิเตอร์หรือเทอร์มอคัปเปิลจากลมโกรก และความร้อน

หมายเหตุ ควรระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดอันเนื่องมาจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงฉับพลัน

9.8.2 วิธีทดสอบ

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ I_n ไหลผ่านทุกขั้วของ RCBO พร้อมกัน ในช่วงเวลาที่เพียงพอให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงค่าคงตัว ในทางปฏิบัติถือว่าถึงภาวะคงตัวเมื่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 K/h

สำหรับ RCBO แบบ 4 ขั้ว ให้ทดสอบครั้งแรกโดยให้กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไหลผ่านขั้วของ 3 เฟส เท่านั้น แล้วทดสอบซ้ำโดยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขั้วที่ใช้ต่อเข้ากับนิวทรัล และขั้วที่อยู่ติดกับขั้วนิวทรัล

ในระหว่างการทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 9

9.8.3 การวัดอุณหภูมิของชิ้นส่วน

ให้วัดอุณหภูมิของชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามที่กำหนดในตารางที่ 9 โดยใช้เทอร์มอคัปเปิลชนิดลวดละเอียดหรือวิธีการอื่นที่เทียบเท่า ณ ตำแหน่งที่เข้าถึงได้ใกล้จุดร้อนที่สุด

ต้องมั่นใจว่ามีการนำความร้อนที่ดีระหว่างเทอร์มอคัปเปิลกับผิวของชิ้นส่วนที่ทดสอบ

9.8.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วน

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วน คือ ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของชิ้นส่วนที่วัดได้ตามข้อ 9.8.3 กับอุณหภูมิของอากาศโดยรอบที่วัดได้ตามข้อ 9.8.1

9.9 การทวนสอบลักษณะเฉพาะการทำงาน

9.9.1 การทวนสอบลักษณะเฉพาะการทำงานในภาวะกระแสเหลือ

9.9.1.1 วงจรทดสอบและขั้นตอนการทดสอบ

ให้ติดตั้ง RCBO เหมือนการใช้งานตามปกติ

วงจรทดสอบต้องมีความเหนี่ยวนำต่ำ สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 วงจรทดสอบต้องเป็นไปตามรูปที่ 4 สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.9.1.3 วงจรทดสอบต้องเป็นไปตามรูปที่ 5 หรือรูปที่ 6 ตามความเหมาะสม

เครื่องวัดสำหรับใช้วัดกระแสเหลือ ต้องแสดง (หรืออนุญาตให้นำไปหาค่าได้) เป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ยแท้จริง

หมายเหตุ ข้อมูลสำหรับเครื่องวัดมีอยู่ที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ CTL ต่อไปนี้:

http://www.iecee.org/ctl/sheet/pdf/CTL%20DSH%20251B%20Beijing%202009_05_15.pdf
เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบจะดำเนินการโดยไม่มีโหลดที่อุณหภูมิอ้างอิง 20 °C ± 5 °C

RCBO ต้องทำการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ข้อ 9.9.1.3 และข้อ 9.9.1.4 ตามความเหมาะสม การทดสอบแต่ละครั้งทำกับขั้วเดียวเท่านั้น โดยการสุ่ม และทำการวัด 5 ครั้ง เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

สำหรับ RCBO ที่มีความถี่ที่กำหนดมากกว่า 1 พิกัด ให้ทดสอบที่ความถี่ต่ำสุดและสูงสุด ยกเว้นการทดสอบในข้อ 9.9.1.2 จ) โดยให้ทวนสอบที่ความถี่เดียวเท่านั้น

สำหรับ RCBO ที่ตั้งกระแสเหลือทำงานได้หลายค่า ให้ทดสอบแต่ละค่าจนครบทุกค่า

9.9.1.2 การทดสอบ RCBO ทั้งหมด

เงื่อนไขการทดสอบตามข้อ 9.9.1.1 ใช้กับ RCBO ทั้งหมด

ก) การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในกรณีที่กระแสเหลือเพิ่มขึ้นอย่างคงที่

สวิตช์ทดสอบ S_1 และ S_2 และ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ปรับกระแสเหลือให้เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ โดยให้มีค่าเริ่มต้นไม่เกิน 0.2 $I_{\Delta n}$ แล้วปรับให้ถึงค่า $I_{\Delta n}$ ภายในเวลา 30 s แต่ละครั้งให้วัดกระแสไฟฟ้าทริป

ค่าที่ได้จากการวัดทั้ง 5 ครั้ง ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง $I_{\Delta no}$ กับ $I_{\Delta n}$

ข) การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานขณะปิดวงจรในภาวะที่มีกระแสเหลือ

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบที่กระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด $I_{\Delta n}$ และสวิตช์ทดสอบ S_1 และ S_2 อยู่ในตำแหน่งปิด ทำให้ RCBO ต่อวงจรเพื่อจำลองภาวะการใช้งานให้ใกล้เคียงเท่าที่เป็นไปได้ วัดเวลาตัดวงจรจำนวน 5 ครั้ง ค่าที่วัดได้ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดสำหรับ $I_{\Delta n}$ ที่กำหนดในตารางที่ 2 ที่เป็นไปตามแบบของ RCBO

ค) การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในกรณีที่เกิดกระแสเหลือทันที

1) RCBO ทุกแบบ

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบที่แต่ละค่าของกระแสเหลือตามที่กำหนดในตารางที่ 2 สวิตช์ทดสอบ S_2 และ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบโดยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_1

RCBO ต้องทริปในระหว่างการทดสอบทุกครั้ง

ให้วัดเวลาตัดวงจรที่แต่ละค่าของกระแสเหลือ จำนวน 5 ครั้ง

เวลาตัดวงจรต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของกระแสเหลือแต่ละค่า ตามที่กำหนดในตารางที่ 2

ห้ามเผยแพร่ ขาย ดัดแปลง ก่อนได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐานฯ

2) การทดสอบเพิ่มเติมสำหรับ RCBO แบบ S

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบที่แต่ละค่าของกระแสเหลือตามที่กำหนดในตารางที่ 2 สวิตช์ทดสอบ S_1 และ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้ป้อนกระแสเหลือที่เกิดขึ้นทันทีโดยปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2 สำหรับช่วงเวลาที่สอดคล้องกับเวลาไม่ทำงานต่ำสุด โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน $^{0}_{-5}$ %

การป้อนกระแสเหลือแต่ละครั้ง ให้มีระยะเวลาห่างกันไม่น้อยกว่า 1 min

ในระหว่างการทดสอบทุกครั้ง RCBO ต้องไม่ทริป

ง) การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในกรณีที่เกิดกระแสเหลือระหว่าง 5 $I_{\Delta n}$ กับ 500 A ทันที

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบที่ค่า 2 ค่าของกระแสเหลือที่เลือกโดยการสุ่มภายในช่วง 5 ถึง 200 A ในรายการต่อไปนี้ 5 A, 10 A, 20 A, 50 A, 100 A, 200 A

สวิตช์ทดสอบ S_1 และ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้ป้อนกระแสเหลือที่เกิดขึ้นทันทีโดยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2

ในระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง RCBO ต้องทริป เวลาตัดวงจรต้องไม่เกินเวลาที่กำหนดในตารางที่ 2

ในการทดสอบแต่ละครั้งที่ค่ากระแสเหลือ ให้สุ่มทดสอบเฉพาะขั้วใดขั้วหนึ่งเท่านั้น

จ) การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานขณะที่มีโหลด

ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ 9.9.1.2 ข) และข้อ 9.9.1.2 ค) ขั้วทดสอบและอีกขั้วหนึ่งของ RCBO มีโหลดที่มีกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้านี้ถูกป้อนไม่นานก่อนการทดสอบ

สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) สวิตช์ทดสอบ S_1 และ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด กระแสเหลือถูกป้อนโดยการปิดสวิตช์ทดสอบ S2

ฉ) การทดสอบที่ขีดจำกัดของอุณหภูมิ

RCBO ต้องเป็นไปตามการทดสอบที่กำหนดในข้อ 9.9.1.2 ค) อย่างสมบูรณ์ในภาวะที่กำหนดดังนี้

1) อุณหภูมิโดยรอบ -5 °C ขณะไม่มีโหลด

2) อุณหภูมิโดยรอบ +40 °C ขณะที่ RCBO มีโหลดที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดก่อน ที่แรงดันไฟฟ้าใด ๆ จนกระทั่งได้รับความร้อนถึงภาวะคงตัว

ในทางปฏิบัติถือว่าภาวะคงตัวเมื่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 K/h

สำหรับการทดสอบการทริปในข้อ 2) การไหลของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดอาจถูกตัด โดยมีเงื่อนไขว่าระยะเวลาการตัดทั้งหมดต้องไม่เกิน 30 s ทันทีที่ผลรวมของช่วงการตัดเกิน 30 s

ห้ามใช้ภาษีอากรร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ให้จ่ายกระแสไฟฟ้าที่กำหนดให้แก่ RCBO อีกครั้งเป็นเวลา 5 min ก่อนการวัดเวลาทริปครั้งต่อไป

หมายเหตุ การอุ่นรอสามารถทำได้ที่แรงดันไฟฟ้าที่สะดวกที่ 50 Hz แต่วงจรช่วยจะต้องเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานปกติ (โดยเฉพาะสำหรับส่วนประกอบขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า)

9.9.1.3 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานที่กระแสเหลือกับส่วนประกอบกระแสตรง

ข้อย่อยนี้ใช้กับ RCBO แบบ A ตามเงื่อนไขการทดสอบข้อ 9.9.1.1

ก) การทวนสอบการทำงานที่ถูกต้องในกรณีที่กระแสเหลือกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การทดสอบจะต้องดำเนินการตามรูปที่ 5

สวิตช์ช่วย S_1 และ S_2 และ RCBO จะต้องปิด ไทริสเตอร์ที่เกี่ยวข้องต้องถูกควบคุมในลักษณะที่ทำให้ได้มุมประวิงกระแส α ที่ 0°, 90° และ 135° แต่ละขั้วของ RCBO ต้องทดสอบสองครั้งที่แต่ละมุมประวิงกระแส ในตำแหน่ง I และในตำแหน่ง II ของสวิตช์ช่วย S_3

สำหรับการทดสอบแต่ละครั้ง กระแสไฟฟ้าจะต้องเริ่มจากศูนย์แล้วเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องที่อัตราโดยประมาณ 1.4 $I_{\Delta n}$ /30 A/s สำหรับ RCBO ที่มี $I_{\Delta n} > 0.01$ A และที่อัตราโดยประมาณ 2 $I_{\Delta n}$ /30 A/s สำหรับ RCBO ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.01$ A กระแสไฟฟ้าทริปต้องเป็นไปตามตารางที่ 26

ข) การทวนสอบการทำงานที่ถูกต้องในกรณีที่กระแสเหลือกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเกิดขึ้นโดยฉับพลัน

RCBO จะต้องได้รับการทดสอบตามรูปที่ 5

วงจรถูกสอบเทียบอย่างต่อเนื่องตามค่าที่ระบุไว้ต่อจากนี้ และสวิตช์ช่วย S_1 และ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด กระแสเหลือจะถูกจ่ายโดยฉับพลันโดยการปิดสวิตช์ S_2

ให้ทดสอบตามค่าของกระแสเหลือแต่ละค่าที่ระบุในตารางที่ 3 ตามประเภทของ RCBO

การวัดเวลาตัดวงจร 2 ครั้งที่ค่าของกระแสเหลือแต่ละค่า ที่มุมประวิงกระแส α = 0° ด้วยสวิตช์ช่วย S_3 ในตำแหน่ง I สำหรับการวัดครั้งแรก และในตำแหน่ง II สำหรับการวัดครั้งที่ 2

ต้องไม่มีค่าใดเกินค่าขีดจำกัดที่ระบุ

ค) การทวนสอบการทำงานที่ถูกต้องกับโหลด

ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ 9.9.1.3 ก) ขั้วทดสอบและอีกขั้วหนึ่งของ RCBO มีโหลดที่มีกระแสไฟฟ้ากระแสไฟฟ้านี้ถูกป้อนไม่นานก่อนการทดสอบ

หมายเหตุ โหลดที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่แสดงในรูปที่ 5

ง) การทวนสอบการทำงานที่ถูกต้องในกรณีของกระแสเหลือกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องพร้อมด้วยกระแสตรงเรียบที่ 0.006 A

ห้ามใช้หรือคัดลอกร่างมาตรฐานนี้ในการจัดทำ

RCBO จะต้องทดสอบตามรูปที่ 6 ด้วยกระแสเหลือที่เรียงกระแสครึ่งคลื่น (มุมประจุงกระแส α = 0°) พร้อมด้วยกระแสตรงเรียบที่ 0.006 A

แต่ละขั้วของ RCBO จะได้รับการทดสอบ 2 ครั้งที่แต่ละตำแหน่ง I และ II

กระแสครึ่งคลื่น I_1 เริ่มต้นจากศูนย์ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องที่อัตราโดยประมาณ $1.4I_{\Delta n}$ /30 A/s สำหรับ RCBO ที่มี $I_{\Delta n} > 0.01$ A และ $2\ I_{\Delta n}$ /30 A/s สำหรับ RCBO ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.01$ A อุปกรณ์จะต้องทริปก่อนที่กระแสครึ่งคลื่น I_1 นี้จะถึงค่าไม่เกิน $1.4\ I_{\Delta n}$ หรือ $2\ I_{\Delta n}$ ตามลำดับ

ตารางที่ 26 พิสัยของกระแสไฟฟ้าทริปสำหรับ RCBO แบบ A

มุม, α °	กระแสไฟฟ้าทริป A	
	ขีดจำกัดล่าง $I_{\Delta n}$	ขีดจำกัดบน $I_{\Delta n}$
0	0.35	1.4 หรือ 2 (5.3.8)
90	0.25	
135	0.11	

9.9.1.4 ภาวะทดสอบพิเศษสำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า การทดสอบแต่ละครั้งให้ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่า และ 0.85 เท่าของแรงดันไฟฟ้าเข้าที่กำหนด โดยป้อนเข้าที่ขั้วต่อสายที่เกี่ยวเนื่อง

9.9.2 การทวนสอบลักษณะเฉพาะการทำงานในภาวะกระแสเกิน

การทดสอบนี้เพื่อทวนสอบว่า RCBO เป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 8.5.2

9.9.2.1 การทดสอบลักษณะเฉพาะของเวลา-กระแสเกิน

ก) ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ $1.13\ I_n$ (กระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่ใช้ทั่วไป) ไหลผ่านทุกขั้วเป็นเวลาที่ใช้ทั่วไป (ดูข้อ 8.5.2.1 และข้อ 8.5.2.2 ก)) โดยเริ่มต้นขณะที่ RCBO ยังเย็นอยู่ (ดูตารางที่ 10)

RCBO ต้องไม่ทริป

จากนั้นให้เพิ่มกระแสไฟฟ้าอย่างคงที่ให้มีค่าเท่ากับ $1.45\ I_n$ ภายใน 5 s (กระแสไฟฟ้าทริป ที่ใช้ทั่วไป)

RCBO ต้องทริปภายในเวลาที่ใช้ทั่วไป

ข) ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ $2.55\ I_n$ ไหลผ่านทุกขั้ว โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาเปิดวงจรต้องไม่น้อยกว่า 1 s และไม่เกิน

ห้ามใช้งานร่างนี้เป็นมาตรฐาน

- 60 s สำหรับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 32 A
- 120 s สำหรับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดเกิน 32 A

9.9.2.2 การทดสอบการทริปทันที

ก) เงื่อนไขการทดสอบทั่วไป

สำหรับค่าที่ต่ำกว่าของกระแสไฟฟ้าทดสอบตามข้อ 9.9.2.2 ข) ข้อ 9.9.2.2 ค) และข้อ 9.9.2.2 ง) ตามลำดับ ให้ทำการทดสอบครั้งเดียวที่แรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่สะดวก

สำหรับค่าสูงสุดของกระแสไฟฟ้าทดสอบ ให้ดำเนินการทดสอบ 2 รายการต่อไปนี้

- ที่แรงดันไฟฟ้าที่สะดวกใด ๆ จะมีการเปิดการทำงาน 1 ครั้งในแต่ละการรวมกันของ 2 ขั้วที่เชื่อมต่อเป็นอนุกรม เวลาทริปถูกวัดและต้องอยู่ภายในขีดจำกัดของตารางที่ 10
- ที่แรงดันไฟฟ้า U_0 (เฟสกับนิวทรัล) ที่มีตัวประกอบกำลังระหว่าง 0.95 และ 1 แยกจากกัน ในแต่ละขั้วป้องกันของ RCBO จะดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

O-t-CO-t-CO-t-CO

ช่วง t ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 9.12.11.1 วัดเวลาทริปของการทำงาน O หลังจากการดำเนินการแต่ละครั้งตัวบ่งชี้ต้องแสดงตำแหน่งเปิดของหน้าสัมผัส

ข) สำหรับ RCBO แบบ B

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 3 I_n ไหลผ่านทุกขั้ว โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาเปิดวงจรต้องไม่น้อยกว่า 0.1 s

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 5 I_n ไหลผ่านทุกขั้วอีกครั้ง โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาทริปต้องน้อยกว่า 0.1 s

ค) สำหรับ RCBO แบบ C

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 5 I_n ไหลผ่านทุกขั้ว โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาเปิดวงจรต้องไม่น้อยกว่า 0.1 s

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 10 I_n ไหลผ่านทุกขั้วอีกครั้ง โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาทริปต้องน้อยกว่า 0.1 s

ง) สำหรับ RCBO แบบ D

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 10 I_n ไหลผ่านทุกขั้ว โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาเปิดวงจรต้องไม่น้อยกว่า 0.1 s

ห้ามใช้เพื่อการค้า ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 20 I_n หรือกระแสไฟฟ้าทริปทันทีสูงสุด (ดูข้อ 6 รายการ t) ไหลผ่านทุกขั้วอีกครั้ง โดยเริ่มต้นขณะที่ยังเย็นอยู่

เวลาทริปต้องน้อยกว่า 0.1 s

9.9.2.3 การทดสอบผลกระทบของอุณหภูมิโดยรอบต่อลักษณะเฉพาะการทริป

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบดังนี้

ก) วาง RCBO ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบอ้างอิงเท่ากับ (35 $\pm$ 2) K จนมีอุณหภูมิคงตัว

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.13 I_n (กระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่ใช้ทั่วไป) ไหลผ่านทุกขั้วเป็นเวลาที่ใช้ทั่วไป จากนั้นให้เพิ่มกระแสไฟฟ้าอย่างคงที่ให้มีค่าเท่ากับ 1.9 I_n ภายใน 5 s

RCBO ต้องทริปภายในเวลาที่ใช้ทั่วไป

ข) วาง RCBO ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบอ้างอิงเท่ากับ (10 $\pm$ 2) K จนมีอุณหภูมิคงตัว

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ I_n ไหลผ่านทุกขั้ว

RCBO ต้องไม่ทริปภายในเวลาที่ใช้ทั่วไป

9.10 การทวนสอบความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า

9.10.1 ภาวะทดสอบทั่วไป

ต้องยึด RCBO ไว้กับแท่นรองรับโลหะ

ให้ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด ปรับกระแสไฟฟ้าให้เท่ากับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด โดยใช้ตัวต้านทานและรีแอกเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับขั้วต่อสายด้านโหลด

ถ้าใช้รีแอกเตอร์แบบแกนอากาศ ให้นำตัวต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านประมาณ 0.6 % ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีแอกเตอร์ มาต่อขนานเข้ากับแต่ละรีแอกเตอร์

ถ้าใช้รีแอกเตอร์แบบแกนเหล็ก กำลังสูญเสียของแกนเหล็กของรีแอกเตอร์ต้องไม่มีอิทธิพลต่อแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัว

กระแสไฟฟ้าต้องมีรูปคลื่นใกล้ไซน์ และตัวประกอบกำลังต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 กับ 0.9

ต่อ RCBO เข้ากับวงจรด้วยตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตามที่กำหนดในตารางที่ 13

9.10.2 วิธีทดสอบ

ให้ทดสอบ RCBO จำนวน 2 000 วัฏจักรการทำงาน แต่ละวัฏจักรการทำงานประกอบด้วยการทำงานปิดและตามด้วยการเปิดทำงาน

RCBO ต้องทำงานเหมือนการใช้งานตามปกติ

ห้ามเผยแพร่หรือคัดลอกส่วนใดส่วนหนึ่งเป็นมาตรฐาน

การทำงานเปิด ให้ปฏิบัติดังนี้

RCBO ที่มี $I_{\Delta n} > 0.010$ A

- 1 000 วัฏจักรการทำงานแรก ให้ใช้อุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ
- 500 วัฏจักรการทำงานต่อมา ให้ใช้อุปกรณ์ทดสอบ
- 500 วัฏจักรการทำงานสุดท้าย ให้ป้อนกระแสเหลือที่ทำงานเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านขั้วใดขั้วหนึ่ง

RCBO ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.010$ A

- 500 วัฏจักรการทำงานแรก ให้ใช้อุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ
- 750 วัฏจักรการทำงานต่อมา ให้ใช้อุปกรณ์ทดสอบ
- 750 วัฏจักรการทำงานสุดท้าย ให้ป้อนกระแสเหลือที่ทำงานเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านขั้วใดขั้วหนึ่ง

ให้ทดสอบ RCBO เพิ่มเติมขณะไม่มีโหลด โดยใช้อุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ ดังนี้

- 2 000 วัฏจักรการทำงานสำหรับ RCBO ที่มี $I_n \leq 25$ A
- 1 000 วัฏจักรการทำงานสำหรับ RCBO ที่มี $I_n > 25$ A

ความถี่ของการทำงานให้เป็นดังนี้

- 4 วัฏจักรการทำงานต่อนาที สำหรับ RCBO ที่มี $I_n \leq 25$ A โดยมีช่วงเวลา “ON” อยู่ระหว่าง 1.5 s กับ 2 s
- 2 วัฏจักรการทำงานต่อนาที สำหรับ RCBO ที่มี $I_n > 25$ A โดยมีช่วงเวลา “ON” อยู่ระหว่าง 1.5 s กับ 2 s

หมายเหตุ สำหรับ RCBO ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า ให้ทดสอบโดยการตั้งที่ค่าต่ำสุด

9.10.3 ภาวะของ RCBO ภายหลังการทดสอบ

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.10.2 RCBO ต้องไม่มีผลดังนี้

- การสึกหรอมากเกินไป
- เปลือกหุ้มเสียหายจนนิ้วทดสอบมาตรฐานเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าได้
- การหลุดหลวมของการต่อทางไฟฟ้าและทางกล
- การไหลซึมของสารปิดผนึก (ถ้ามี)

ในภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) 1) RCBO ต้องทริปด้วยกระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบครั้งเดียวโดยไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

จากนั้นให้นำ RCBO มาทดสอบความคงทนไดอิเล็กทริกตามที่กำหนดในข้อ 9.7.3 เป็นเวลา 1 min แต่ใช้แรงดันไฟฟ้า 900 V โดยไม่ต้องอบความชื้นก่อน

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ต้องทดสอบ RCBO เพิ่มเติมตามที่กำหนดในข้อ 9.9.2.1 ข)

9.11 การทวนสอบกลไกทริปอิสระ

9.11.1 ภาวะทดสอบทั่วไป

ติดตั้งและต่อสายไฟฟ้าของ RCBO เหมือนการใช้งานตามปกติ

ให้ทดสอบกับวงจรที่ไม่มีความเหนี่ยวนำ ดังแผนภาพที่แสดงในรูปที่ 4

9.11.2 วิธีทดสอบ

ป้อนกระแสเหลือเท่ากับ 1.5 $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านโดยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2 ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิดและยึดอุปกรณ์บังคับกลไกให้อยู่ในตำแหน่งปิด RCBO ต้องทริป

จากนั้นให้ทดสอบซ้ำ โดยอุปกรณ์บังคับกลไกเคลื่อนที่อย่างช้าเกินช่วงเวลาประมาณ 1 s ไปยังตำแหน่งที่กระแสไฟฟ้าเริ่มต้นไหลผ่าน ต้องเกิดการทริปโดยไม่มีการเคลื่อนที่ต่อไปของอุปกรณ์บังคับกลไก

แต่ละการทดสอบ ให้ทดสอบ 3 ครั้ง อย่างน้อยต้องทดสอบ 1 ครั้งกับแต่ละขั้วที่ต่อเข้ากับเฟส

หมายเหตุ 1 ถ้า RCBO มีอุปกรณ์บังคับกลไกมากกว่า 1 ตัว ให้ทวนสอบการทำงานของกลไกทริปอิสระของอุปกรณ์บังคับกลไกทุกตัว

หมายเหตุ 2 สำหรับ RCBO ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า ให้ทดสอบแต่ละค่าจนครบทุกค่า

9.12 การทดสอบการลัดวงจร

9.12.1 ภาวะทั่วไปสำหรับการทดสอบ

ให้ใช้ภาวะตามข้อ 9.12.1 ถึง ข้อ 9.12.12 สำหรับการทดสอบเพื่อทวนสอบพฤติกรรมของ RCBO ในภาวะลัดวงจร อย่างไรก็ตามสำหรับการทดสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ข้อกำหนดเพิ่มเติมให้เป็นไปตามข้อ 9.12.13

หมายเหตุ สำหรับ RCBO ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือที่ทำงานได้หลายค่า ให้ทดสอบโดยการตั้งที่ค่าต่ำสุด

การทดสอบเพื่อทวนสอบสมรรถนะการลัดวงจรประกอบด้วยลำดับการทำงานต่อและตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับสมรรถนะที่ทวนสอบ ให้เป็นไปตามตารางที่ 20

RCBO ทุกแบบให้ทดสอบดังนี้

- ที่ 500 A หรือ 10 I_n แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า ตามข้อ 9.12.11.2 และข้อ 9.12.12.1
- ที่ 1 500 A ตามข้อ 9.12.11.3 และข้อ 9.12.12.1
- ที่วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด (ดูข้อ 5.2.7) ตามข้อ 9.12.13.1 และข้อ 9.12.13.2

ห้ามใช้งานหรือเผยแพร่ร่างมาตรฐานนี้

RCBO ที่มีความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดมากกว่า 1 500 A ให้ทดสอบเพิ่มเติมดังนี้

- ที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งานที่กำหนด (ดูข้อ 3.4.6.2) ตามข้อ 9.12.11.4 ข) และข้อ 9.12.12.1 ค่าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งานที่กำหนดได้จากผลคูณของความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดกับตัวประกอบ k ที่กำหนดในตารางที่ 22
- ที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (ดูข้อ 5.2.6) ตามข้อ 9.12.11.4 ค) และข้อ 9.12.12.2 ถ้าตัวประกอบ k มีค่าน้อยกว่า 1 ให้ใช้ตัวอย่างใหม่มาทดสอบ

ตารางที่ 20 การทดสอบการลัดวงจร

ชนิดของการทดสอบ	RCBO ที่ทดสอบ	การทวนสอบเป็นไปตามข้อ
ทดสอบที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลง (ข้อ 9.12.11.2)	RCBO ทุกแบบ	9.12.12.1
ทดสอบที่ 1 500 A (ข้อ 9.12.11.3)		
ทดสอบที่วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด (ข้อ 9.12.13.1)		9.12.13.2
ทดสอบที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน (ข้อ 9.12.11.4 ข))	RCBO ที่มี $I_{cn} > 1\ 500$ A	9.12.12.1
ทดสอบที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (ข้อ 9.12.11.4 ค))		9.12.12.2

9.12.2 วงจรทดสอบสำหรับสมรรถนะการลัดวงจร

ให้ใช้แผนภาพของวงจรทดสอบที่กำหนดในรูปที่ 7 ถึง 9 สำหรับการทดสอบเกี่ยวกับ

- RCBO แบบขั้วเดี่ยว มีทางเดินไฟฟ้า 2 ทาง
- RCBO แบบ 2 ขั้ว มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 1 ขั้วหรือ 2 ขั้ว
- RCBO แบบ 3 ขั้ว
- RCBO แบบ 3 ขั้ว มีทางเดินไฟฟ้า 4 ทาง
- RCBO แบบ 4 ขั้ว

ต้องสามารถปรับค่าความต้านทานและรีแอกแทนซ์ของอิมพีแดนซ์ Z, Z_1 และ Z_2 ให้เป็นไปตามภาวะทดสอบที่กำหนด นิยมใช้รีแอกเตอร์แบบแกนอากาศ ต้องต่ออนุกรมกับตัวต้านทานเสมอและค่าเหล่านี้

ห้ามนำไปจัดจำหน่ายเป็นมาตรฐาน

ต้องได้จากการต่ออนุกรมของแต่ละรีแอกเตอร์ ยอมให้ใช้การต่อขนานของรีแอกเตอร์ได้เมื่อรีแอกเตอร์เหล่านี้มีค่าคงตัวเวลา (time-constant) ค่าเดียวกัน

หากลักษณะเฉพาะของแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวทรานเซียนต์ของวงจรทดสอบที่รวมเข้ากับรีแอกเตอร์แบบแกนอากาศขนาดใหญ่ ไม่สามารถแทนภาวะการใช้งานตามปกติได้ ต้องต่อขนานด้วยตัวต้านทาน r เข้ากับรีแอกเตอร์แบบแกนอากาศในแต่ละเฟส เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านประมาณ 0.6 % ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีแอกเตอร์ (ดูรูปที่ 9) ตัวต้านทานนี้อาจได้รับการละเว้นหากมีการตกลงกับผู้ทำ

ถ้าใช้รีแอกเตอร์แบบแกนเหล็ก กำลังไฟฟ้าสูญเสียของแกนเหล็กของรีแอกเตอร์ต้องมีค่าไม่เกินกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ถูกดูดกลืนโดยตัวต้านทานที่ต่อขนานกับรีแอกเตอร์แบบแกนอากาศ

แต่ละวงจรทดสอบสำหรับการทดสอบความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด ให้ต่ออิมพีแดนซ์ Z ระหว่างแหล่งจ่าย S และ RCBO ที่ทดสอบ

เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ทดสอบน้อยกว่าค่าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด ให้ต่ออิมพีแดนซ์ Z_1 เข้ากับทางด้านโหลดของ RCBO

สำหรับการทดสอบทั้งความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดที่ใช้งาน และวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือลัดวงจรที่กำหนด ต้องต่อแต่ละขั้วของ RCBO เข้ากับสายไฟฟ้าที่มีความยาว 0.75 m และมีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดในตารางที่ 8

หมายเหตุ ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้ายาว 0.5 m ทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้า และยาว 0.25 m ทางด้านโหลดของ RCBO ที่ทดสอบ

สวิตช์ S_1 ยังคงเปิดอยู่ระหว่างการทดสอบลัดวงจรทุกข้อ ยกเว้นการทดสอบตามข้อ 9.12.13

ให้ใช้ตัวต้านทาน R_2 ที่มีค่าประมาณ 0.5 Ω ต่ออนุกรมเข้ากับลวดทองแดง F ดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8

ลวดทองแดง F ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 50 mm และมี

- เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 mm สำหรับ RCBO ที่ทดสอบในอากาศ และติดตั้งกับแท่นรองรับโลหะ
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 mm สำหรับ RCBO ที่ทดสอบในเปลือกหุ้มเดี่ยวเล็กที่สุดตามที่ผู้ทำระบุ

วงจรทดสอบต้องมีการต่อลงดินโดยตรงเพียง 1 จุดเท่านั้น ซึ่งอาจจะต่อลัดวงจรของวงจรทดสอบหรือจุดเป็นกลางของแหล่งจ่ายไฟฟ้า หรือจุดที่เหมาะสมอื่น ๆ ให้ระบุวิธีการต่อลงดินในรายงานผลการทดสอบ ชิ้นส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ทดสอบซึ่งโดยทั่วไปต่อลงดินขณะใช้งานตามปกติ รวมทั้งแท่นรองรับโลหะที่ติดตั้ง RCBO หรือเปลือกหุ้มโลหะใด ๆ ต้องต่อเข้ากับจุดเป็นกลางของแหล่งจ่ายไฟฟ้า หรือต่อเข้ากับนิวทรัลเทียมที่ไม่มีความเหนี่ยวนำ (non-inductive artificial neutral)

ให้ใช้ตัวต้านทาน R_1 ที่ทำให้แต่ละเฟสมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 10 A ต่อเข้ากับทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าของ RCBO ระหว่างอิมพีแดนซ์ (สำหรับปรับค่ากระแสไฟฟ้าคาดหวังให้เท่ากับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด) กับ RCBO

ตัวต่อรับรู้ (sensor) แรงดันไฟฟ้าคร่อมระหว่าง

- ขั้วต่อสายแต่ละขั้ว สำหรับ RCBO แบบขั้วเดี่ยว
- ขั้วต่อสายของแหล่งจ่ายไฟฟ้า สำหรับ RCBO แบบหลายขั้ว

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในรายงานผลการทดสอบ ค่าความต้านทานของวงจรที่ใช้วัดต้องไม่น้อยกว่า 100 Ω/V ของแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลัง

RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หรือด้วยแรงดันไฟฟ้าค่าต่ำของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ต้องระบุแผนภาพของวงจรทดสอบไว้ในรายงานผลทดสอบ

9.12.3 ค่าปริมาณการทดสอบ

การทดสอบทั้งหมดที่เกี่ยวกับการทวนสอบความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด ต้องเป็นไปตามค่าที่ผู้ทำกำหนดซึ่งสอดคล้องกับตารางที่สัมพันธ์กันของมาตรฐานนี้

ค่าของแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าเป็นค่าที่มีความจำเป็นสำหรับสร้างแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลังที่กำหนด

ค่าของแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลังต้องเท่ากับค่าซึ่งสอดคล้องกับ 105 % ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของ RCBO ที่ทดสอบ

หมายเหตุ ค่า 105 % (± 5 %) ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เชื่อได้ว่าสามารถครอบคลุมผลของการแปรผันของระบบแรงดันไฟฟ้าในภาวะการใช้งานปกติ ขีดจำกัดด้านบนอาจเพิ่มขึ้นได้โดยได้รับการรับรองจากผู้ทำ

9.12.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณการทดสอบ

ให้ถือว่าการทดสอบถูกต้อง ถ้าปริมาณการทดสอบที่บันทึกในรายงานผลการทดสอบ มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนอยู่ภายในค่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- กระแสไฟฟ้า $^{+5}_{0}$ %
- ความถี่ ± 5 %
- ตัวประกอบกำลัง $^{0}_{-0.05}$
- แรงดันไฟฟ้า (รวมทั้งแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัว) ± 5 %

9.12.5 ตัวประกอบกำลังของวงจรทดสอบ

ต้องหาตัวประกอบกำลังของแต่ละเฟสของวงจรทดสอบด้วยวิธีที่ยอมรับได้และต้องระบุไว้ในรายงานผลการทดสอบ ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในภาคผนวก ฌก.

ให้พิจารณาตัวประกอบกำลังของวงจรทดสอบหลายเฟสเป็นค่าเฉลี่ยของตัวประกอบกำลังของแต่ละเฟส

พิสัยของตัวประกอบกำลัง ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 พิสัยของตัวประกอบกำลังของวงจรทดสอบ

กระแสไฟฟ้าทดสอบ (I_{cc}) A	พิสัยของตัวประกอบกำลังสมนัยกัน
$I_{cc} \leq$ 1 500	0.93 ถึง 0.98
1 500 $< I_{cc} \leq$ 3 000	0.85 ถึง 0.90
3 000 $< I_{cc} \leq$ 4 500	0.75 ถึง 0.80
4 500 $< I_{cc} \leq$ 6 000	0.65 ถึง 0.70
6 000 $< I_{cc} \leq$ 10 000	0.45 ถึง 0.50
10 000 $< I_{cc} \leq$ 25 000	0.20 ถึง 0.25

9.12.6 การวัดและการทวนสอบของ I^2t และกระแสไฟฟ้าค่ายอด (I_p)

ต้องวัดค่า I^2t และ I_p ระหว่างการทดสอบตามข้อ 9.12.11.2 ข้อ 9.12.11.3 และข้อ 9.12.11.4

ในกรณีทดสอบ RCBO ในวงจร 3 เฟส ต้องวัดค่า I^2t ของแต่ละขั้ว

ต้องบันทึกค่า I^2t สูงสุดที่วัดได้ในรายงานผลการทดสอบ และค่าที่วัดได้ต้องไม่เกินค่าที่สมนัยกันของลักษณะเฉพาะของ I^2t

9.12.7 การสอบเทียบวงจรทดสอบ

9.12.7.1 ให้สอบเทียบวงจรทดสอบ โดยต่อ G_1 และ G_2 ที่มีค่าอิมพีแดนซ์น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรทดสอบ เข้ากับตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8

9.12.7.2 เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าคาดหวังเท่ากับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดของ RCBO ที่ตัวประกอบกำลังที่สมนัยกันตามที่กำหนดในตารางที่ 21 ให้ต่ออิมพีแดนซ์ Z เข้าทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าของ G_1

9.12.7.3 เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าทดสอบน้อยกว่าความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดของ RCBO ให้ต่ออิมพีแดนซ์เพิ่มเติม Z_1 เข้าทางด้านโหลดของ G_2 ดังที่แสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8

9.12.7.4 เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าคาดหวังเท่ากับวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนดที่ตัวประกอบกำลังที่สมนัยกันตามที่กำหนดในตารางที่ 21 ให้ต่ออิมพีแดนซ์ Z_2 เข้ากับวงจรทดสอบตามที่แสดงในรูปที่ 7

ห้ามใช้งานเพื่อการค้า ร่างมาตรฐานอุตสาหกรรม

9.12.8 การตีความบันทึกผลการทดสอบ

ก) การหาค่าแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าและแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลัง

แรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าและแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลังหาได้จากบันทึกผลการทดสอบที่เกี่ยวกับการทดสอบการตัดวงจรของ RCBO ที่ทดสอบ แรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าหาได้ตามที่แสดงในรูปที่ 13

ต้องวัดแรงดันไฟฟ้าทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้า ในระหว่างวัฏจักรแรกหลังจากการดับของอาร์กในทุกขั้ว และหลังจากปรากฏการณ์ความถี่สูงหายไป

ข) การหาค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรคาดหวัง

องค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสไฟฟ้าคาดหวังให้เท่ากับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสลับของกระแสไฟฟ้าสอบเทียบ (ค่าที่สมนัยกับ A_2 ของรูปที่ 13)

กระแสไฟฟ้าลัดวงจรคาดหวังต้องเป็นค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าคาดหวังของทุกเฟส

9.12.9 ภาวะของ RCBO สำหรับการทดสอบ

ต้องทดสอบ RCBO ในอากาศอิสระตามที่กำหนดในข้อ 9.12.9.1 ยกเว้นผู้ทำออกแบบให้ใช้งานในเปลือกหุ้มเท่านั้น หรือมีจุดประสงค์ให้ใช้งานในเปลือกหุ้มเดี่ยวเท่านั้น ในแต่ละกรณีให้ทดสอบตามข้อ 9.12.9.2 หรือตามข้อตกลงของผู้ทำ ให้ทดสอบตามข้อ 9.12.9.1

หมายเหตุ เปลือกหุ้มเดี่ยว หมายถึง เปลือกหุ้มที่ออกแบบให้ใช้กับ 1 เครื่องเท่านั้น

RCBO ต้องทำงานในภาวะที่จำลองขึ้นให้ใกล้เคียงกับการทำงานตามปกติเท่าที่เป็นไปได้

RCBO แบบเสียบซึ่งตามปกติติดตั้งบนแท่นรองรับฉนวน ให้ทดสอบโดยยึดแท่นรองรับฉนวนเข้ากับแท่นรองรับโลหะ

9.12.9.1 การทดสอบในอากาศอิสระ

ให้ติดตั้ง RCBO ที่ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ ค.1

ให้ใส่แผ่นพอลิเอทิลีน และแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่กำหนดในภาคผนวก ค. ดังแสดงในรูปที่ ค.1 สำหรับการทำงานเปิด (O) เท่านั้น

กริดตามที่กำหนดในภาคผนวก ค. ต้องอยู่ในตำแหน่งซึ่งแก๊สที่แตกตัวที่แพร่กระจายออกมาสามารถผ่านกริดได้ และต้องวางกริดให้อยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด

หมายเหตุ ถ้าไม่สามารถสังเกตเห็นช่องระบายหรือถ้าไม่มีช่องระบาย ผู้ทำต้องให้ข้อมูลที่เหมาะสม

วงจรกริด (ดูรูปที่ ค.3) ต้องต่อเข้ากับจุด B และจุด C ดังแสดงในแผนภาพวงจรทดสอบของรูปที่ 7 และรูปที่ 8

ตัวต้านทาน R' ต้องมีความต้านทาน 1.5 Ω ลวดทองแดง F' (ดูรูปที่ ค.3) ต้องมีความยาว 50 mm และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.12 mm สำหรับ RCBO ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 230 V และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.16 mm สำหรับ RCBO ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 400 V

กระแสไฟฟ้าทดสอบไม่เกิน 1 500 A ระยะห่าง “a” ต้องเท่ากับ 35 mm

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

กระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่ไม่เกิน I_{cn} ระยะห่าง “a” อาจจะเพิ่มขึ้นและ/หรือเพิ่มเติมแผ่นกั้น หรือเพิ่มวิธีการฉนวนที่เหมาะสมตามที่ผู้ทำกำหนดไว้ ถ้าเพิ่มระยะห่าง “a” ต้องเลือกจากเลขอนุกรม 40-45-50-55-... mm และผู้ทำกำหนดไว้

9.12.9.2 การทดสอบในเปลือกหุ้ม

ให้ถอดกริดและแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ที่แสดงในรูปที่ ค.1 ออก

การทดสอบให้ทำในลักษณะที่ติดตั้ง RCBO ในเปลือกหุ้มในสภาพที่ให้ผลเลวที่สุด

หมายเหตุ ข้อกำหนดนี้หมายความว่า ถ้าปกติ RCBO อื่น (หรืออุปกรณ์อื่น) ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่กริดอาจจะวางอยู่ก็สามารถติดตั้งตามนั้น ให้ป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับ RCBO (หรืออุปกรณ์อื่น) เหมือนการใช้งานตามปกติ แต่ผ่าน F' และ R' ตามที่กำหนดในข้อ 9.12.9.1 และต่อเข้ากับวงจรดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8

เพื่อให้สอดคล้องกับคำแนะนำของผู้ทำ แผ่นกั้นหรือวิธีการอื่นหรือระยะห่างในอากาศที่เพียงพออาจจำเป็นเพื่อป้องกันแก๊สที่แตกตัวไปมีผลต่อการติดตั้ง

ให้ติดตั้งแผ่นพอลิเอทิลีนตามที่ต้องการในภาคผนวก ค. ดังแสดงในรูปที่ ค.1 ที่ระยะห่างจากอุปกรณ์บังคับกลไก 10 mm สำหรับการทำงานเปิดเท่านั้น

9.12.10 พฤติกรรมของ RCBO ระหว่างการทดสอบการลัดวงจร

ระหว่างการทดสอบ RCBO ต้องไม่เกิดอันตรายต่อผู้ทดสอบ

ต้องไม่มีการอาร์กอย่างถาวร ไม่มีการวาบไฟตามผิวระหว่างขั้วหรือระหว่างขั้วกับโครงรองรับ ไม่มีการระเบิดของฟิวส์ F และฟิวส์ F' (ถ้ามี)

9.12.11 วิธีทดสอบ

9.12.11.1 ทั่วไป

ขั้นตอนการทดสอบประกอบด้วยลำดับการทำงาน ให้ใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้สำหรับกำหนดลำดับการทำงาน

O หมายถึง การเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ

CO หมายถึง การทำงานปิดวงจรตามด้วยการทำงานเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ

t หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างการทำงานลัดวงจรที่ต่อเนื่องกัน 2 ครั้ง ต้องเท่ากับ 3 min หรือเป็นระยะเวลาที่นานกว่า สำหรับการระบายความร้อนเพื่อให้ RCBO ปิดวงจรใหม่ได้

ต้องระบุค่าจริงของ t ไว้ในรายงานผลการทดสอบ

หลังจากอาร์กดับ ต้องรักษาแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวให้คงไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 0.1 s

แต่ละการทดสอบข้อ 9.12.11.2 ข้อ 9.12.11.3 และข้อ 9.12.11.4 ต้องใช้ตัวอย่างสำหรับการทดสอบจำนวน 3 ตัวอย่าง

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

9.12.11.2 การทดสอบที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลง

9.12.11.2.1 การทดสอบ RCBO ทั้งหมด

ปรับอิมพีแดนซ์เพิ่มเติม Z_1 (ดูข้อ 9.12.7.3) จนได้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 500 A หรือ 10 I_n แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า ที่ตัวประกอบกำลังมีค่าอยู่ระหว่าง 0.93 กับ 0.98

ให้แยกทดสอบแต่ละขั้วป้องกันกระแสเกินของ RCBO กับการทดสอบในวงจรคล้ายกับรูปที่ 7 แต่ด้วยตัวต้านทาน Z_1 ที่เชื่อมต่อเฉพาะกับขั้วที่จะทดสอบและเชื่อมต่อโดยตรงกับนิวทรัลโดยไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านขั้ว N ของ RCBO ที่แรงดันไฟฟ้า 105 % ของค่าแรงดันเฟสต่อนิวทรัลที่กำหนด

ให้ RCBO เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ 9 ครั้ง โดยให้ปิดวงจร 6 ครั้งด้วยการสับสวิตช์ T และปิดวงจร 3 ครั้งด้วย RCBO

ลำดับการทดสอบต้องเป็นดังนี้

O – t – O – t – O – t – O – t – O – t – O – t – CO – t – CO – t – CO

สำหรับการทดสอบ สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้จุดเริ่มต้นของการเปิดวงจรกระจายสม่ำเสมอ 6 จุดบนครึ่งคลื่น (half-wave) โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ±5°

9.12.11.2.2 การทดสอบการลัดวงจรของ RCBO เพื่อทวนสอบความเหมาะสมสำหรับใช้ในระบบต่อลงดินแบบ IT

การทดสอบนี้ดำเนินการกับตัวอย่างใหม่

ปรับอิมพีแดนซ์เพิ่มเติม Z_1 (ดูข้อ 9.12.7.3) จนได้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 500 A หรือ 1.2 เท่าของขีดจำกัดบนของพิสัยมาตรฐานของการทริปทันทีที่กำหนดในตารางที่ 4 แล้วแต่ค่าใดจะสูงกว่า แต่ไม่เกิน 2 500 A ที่ตัวประกอบกำลังระหว่าง 0.93 ถึง 0.98 ที่แรงดันไฟฟ้า 105 % ของค่าแรงดันเฟสต่อเฟสที่กำหนด

ตามข้อ 5.3.7 ขั้วที่มีเครื่องหมาย N (ถ้ามี) ให้ทดสอบด้วยกระแสไฟฟ้า 500 A หรือ 10 I_n แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่าและที่แรงดันไฟฟ้า 105 % ของ U_0 สำหรับขั้วที่มีเครื่องหมาย N (ถ้ามี)

สำหรับ RCBO ที่มีค่าการทริปทันทีเกิน 20 I_n อิมพีแดนซ์จะถูกปรับเพื่อให้ได้กระแส 1.2 เท่าของขีดจำกัดบนของการทริปทันทีที่ระบุโดยผู้ทำ โดยไม่สนใจขีดจำกัด 2 500 A

แต่ละขั้วของ RCBO จะต้องถูกทดสอบทีละครั้งในวงจร โดยการเชื่อมต่อจะแสดงในรูปที่ 8

ลำดับการทดสอบต้องเป็นดังนี้

O - t – CO

สำหรับการทำงาน O บนขั้วป้องกันแรก สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้วงจรปิดที่จุด 0° บนคลื่นสำหรับการทำงานนี้

สำหรับการทำงาน O ต่อไปนี้บนขั้วป้องกันอื่นที่จะทำการทดสอบ (ดูข้อ C.2) จุดนี้จะถูกเลื่อนไป 30° ในแต่ละครั้งตามจุดบนคลื่นของการทดสอบครั้งก่อน โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ±5°

ห้ามใช้ร่างมาตรฐานนี้ก่อนประกาศเป็นมาตรฐาน

RCBO ที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อไม่ต้องทำการทดสอบนี้

หมายเหตุ อ้างอิงตาม IEC 60364-4-43 อุปกรณ์ที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อไม่สามารถทดสอบตามข้อนี้ได้อย่างแน่ชัด

9.12.11.3 การทดสอบที่ 1 500 A

สำหรับ RCBO ที่มีความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดเท่ากับ 1 500 A ให้สอบเทียบวงจรทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 9.12.7.1 และข้อ 9.12.7.2 เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1 500 A ที่ตัวประกอบกำลังสมนัยกับกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนดในตารางที่ 21

สำหรับ RCBO มีความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดมากกว่า 1 500 A ให้สอบเทียบวงจรทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 9.12.7.1 และข้อ 9.12.7.3 ที่ตัวประกอบกำลังสมนัยกับกระแสไฟฟ้า 1 500 A ตามที่กำหนดในตารางที่ 21

ให้ทดสอบ RCBO กับวงจรดังแสดงในรูปที่ 7

สำหรับ RCBO แบบ 3 ขั้ว ที่มีทางเดินไฟฟ้า 3 ทาง ไม่ต้องต่อระหว่างนิวทรัลของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับจุดร่วมกัน ทางด้านโหลดของ RCBO

สำหรับ RCBO แบบ 4 ขั้ว ที่มีขั้วป้องกัน 3 ขั้วให้ต่อนิวทรัลของแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านขั้วที่ไม่ได้ป้องกันหรือขั้วตัดต่อนิวทรัล กับจุดร่วมกันทางด้านโหลดของ RCBO

ถ้าผู้ทำไม่ทำเครื่องหมายนิวทรัลของ RCBO แบบ 4 ขั้ว ให้ทดสอบซ้ำกับตัวอย่างใหม่จำนวน 3 ตัวอย่าง โดยใช้แต่ละขั้วเป็นนิวทรัลหมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว

สำหรับการทดสอบของ RCBO แบบขั้วเดี่ยว และ RCBO แบบ 2 ขั้ว สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้จุดเริ่มต้นของการเปิดวงจรกระจายสม่ำเสมอ 6 จุดบนครึ่งคลื่น (half-wave) โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน $\pm 5°$

ลำดับการทำงาน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 9.12.11.2.1

สำหรับ RCBO แบบ 3 ขั้ว และ RCBO แบบ 4 ขั้ว ยอมให้สุ่มจุดทดสอบบนคลื่นได้

9.12.11.4 การทดสอบที่มากกว่า 1 500 A

ก) อัตราส่วนระหว่างความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งานกับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (ตัวประกอบ k)

อัตราส่วนระหว่างความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งานกับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 22

ห้ามใช้ทรัพย์สินเพื่อการค้าที่เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ 22 อัตราส่วนระหว่างความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน (I_{cs}) กับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (I_{cn}) – (ตัวประกอบ k)

I_{cn}	k
≤ 6 000 A	1
> 6 000 A ≤ 10 000 A	0.75[1]
> 10 000 A	0.5[2]
[1] ค่าต่ำสุดของ (I_{cs}) : 6 000 A [2] ค่าต่ำสุดของ (I_{cs}) : 7 500 A	

ข) การทดสอบที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน (I_{cs})

1) ให้สอบเทียบวงจรทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 9.12.7.1 และข้อ 9.12.7.3 ที่ตัวประกอบกำลังเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 21

ถ้าไม่มีการทำเครื่องหมายขั้วต่อสายทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าและทางด้านโหลดของ RCBO ที่ทดสอบ ให้ต่อ 2 ตัวอย่างในทิศทางหนึ่ง และต่อตัวอย่างที่ 3 ในทิศทางกลับกัน

2) สำหรับ RCBO แบบขั้วเดี่ยว และ RCBO แบบ 2 ขั้ว ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O – t – O – t – CO

สำหรับการทำงานเปิด “O” สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้วงจรปิดที่จุด 0° ของคลื่น สำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 1

จากนั้นเปลี่ยนจุดไปอีก 45° สำหรับการทำงานเปิด “O” ครั้งที่ 2 กับตัวอย่างที่ 1 สำหรับตัวอย่างที่ 2 ให้ทดสอบการทำงานเปิด “O” 2 ครั้ง ต้องให้ซิงโครไนซ์ที่ 15° และ 60° และตัวอย่างที่ 3 ที่ 30° และ 75°

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการซิงโครไนซ์ต้องเป็น ±5°

ขั้นตอนการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 23

ห้ามใช้งานเพื่อการค้า กันยายน 2568 มาตรฐาน

ตารางที่ 23 ขั้นตอนการทดสอบ I_{cs} ในกรณีของ RCBO แบบขั้วเดี่ยวและ RCBO แบบ 2 ขั้ว

ครั้งที่ของการทำงาน	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
1	O (0°)	O (15°)	O (30°)
2	O (45°)	O (60°)	O (75°)
3	CO	CO	CO

3) สำหรับ RCBO แบบ 3 ขั้ว และ RCBO แบบ 4 ขั้ว ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O – t – CO – t – CO

สำหรับการทำงานเปิด “O” สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้วงจรปิดที่จุด x° ใด ๆ ของคลื่น สำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 1

จากนั้นเปลี่ยนจุดไปอีก 60° สำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 2 และเปลี่ยนจุดไปอีก 60° สำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 3

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการซิงโครไนซ์ต้องเป็น ±5° ต้องใช้ขั้วเดียวกันสำหรับตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับจุดประสงค์ของการซิงโครไนซ์

ขั้นตอนการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ขั้นตอนการทดสอบ I_{cs} ในกรณีของ RCBO แบบ 3 ขั้ว และ RCBO แบบ 4 ขั้ว

ครั้งที่ของการทำงาน	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
1	O (x°)	O (x°+60°)	O (x°+120°)
2	CO	CO	CO
3	CO	CO	CO

ค) การทดสอบที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด (I_{cn})

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 9.12.7.1 และข้อ 9.12.7.2

ถ้าไม่มีการทำเครื่องหมายขั้วต่อสายทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าและทางด้านโหลดของ RCBO ที่ทดสอบ ให้ต่อ 2 ตัวอย่างในทิศทางหนึ่ง และต่อตัวอย่างที่ 3 ในทิศทางกลับกัน

ลำดับการทำงาน ต้องเป็นดังนี้

O – t – CO

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ โดยไม่ได้รับอนุญาต

สำหรับการทำงานเปิด “O” สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้วงจรปิดที่จุด 15° ของคลื่นสำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 1

จากนั้นเปลี่ยนจุดไปอีก 30° สำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 2 และเปลี่ยนจุดไปอีก 30° สำหรับการทำงานเปิด “O” กับตัวอย่างที่ 3

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการซิงโครไนซ์ต้องเป็น ±5°

สำหรับ RCBO แบบ 3 ขั้ว และ RCBO แบบ 4 ขั้ว ต้องใช้ขั้วเดียวกันเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับจุดประสงค์ของการซิงโครไนซ์

ขั้นตอนการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ขั้นตอนการทดสอบ I_{cn}

ครั้งที่ของการทำงาน	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
1	O (15°)	O (45°)	O (75°)
2	CO	CO	CO

9.12.12 การทวนสอบ RCBO ภายหลังการทดสอบการลัดวงจร

9.12.12.1 ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.12.11.2 หรือข้อ 9.12.11.3 หรือข้อ 9.12.11.4 ข) RCBO ต้องไม่เสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไป และต้องสามารถทนการทดสอบดังนี้ โดยไม่มีการซ่อมบำรุง

ก) กระแสไฟฟ้ารั่วผ่านหน้าสัมผัสเปิด ตามข้อ 9.7.7.3

ข) การทดสอบความคงทนไดอิเล็กทริกตามข้อ 9.7.3 ดำเนินการระหว่าง 2 h ถึง 24 h ภายหลังการทดสอบลัดวงจรที่แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่าที่กำหนด 500 V และไม่ต้องอบความชื้นก่อน

ในระหว่างการทดสอบเหล่านี้ หลังจากการทดสอบดำเนินการตามเงื่อนไขที่กำหนดในข้อ ก) ของข้อ 9.7.2 จะต้องตรวจสอบว่าตัวบ่งชี้แสดงตำแหน่งเปิด และในระหว่างการทดสอบที่ดำเนินการตามเงื่อนไขที่ระบุในข้อ ข) ของข้อ 9.7.2 ตัวบ่งชี้จะแสดงตำแหน่งปิด

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.12.11.3 หรือข้อ 9.12.11.4 ข) RCBO ต้องไม่ทริปเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.85 เท่าของกระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่ใช้ทั่วไปไหลผ่านทุกขั้วสำหรับเวลาที่ใช้ทั่วไปโดยเริ่มต้นขณะที่ RCBO ยังเย็นอยู่

ในขั้นตอนสุดท้ายของการทวนสอบ ให้เพิ่มกระแสไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอภายใน 5 s จนถึง 1.1 เท่าของกระแสไฟฟ้าทริปที่ใช้ทั่วไป

RCBO ต้องทริปภายในเวลาที่ใช้ทั่วไป

แผ่นพอลิเอทิลีน ต้องไม่มีรูที่มองเห็นได้ตามปกติหรือเห็นได้ชัดเจนโดยไม่มีการช่วยขยายการมองเห็น

ห้ามใช้สำเนาสำหรับการค้า ไม่เป็นมาตรฐาน

9.12.12.2 ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.12.11.4 ค) แผ่นพอลิเอทิลีนบาง ต้องไม่มีรูที่มองเห็นได้ตามปกติหรือเห็นได้ชัดเจนโดยไม่มีการช่วยขยายการมองเห็น และ RCBO ต้องไม่เสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไป และต้องสามารถทนการทดสอบดังนี้ โดยไม่มีการซ่อมบำรุง

ก) กระแสไฟฟ้ารั่วผ่านหน้าสัมผัสเปิด ตามข้อ 9.7.7.3

ข) การทดสอบความคงทนไดอิเล็กทริกตามข้อ 9.7.3 ดำเนินการระหว่าง 2 h ถึง 24 h ภายหลังการทดสอบลัดวงจรที่แรงดันไฟฟ้า 900 V และไม่ต้องอบความชื้นก่อน

ในระหว่างการทดสอบเหล่านี้ หลังจากการทดสอบดำเนินการตามเงื่อนไขที่กำหนดในข้อ ก) ของข้อ 9.7.2 จะต้องตรวจสอบว่าตัวบ่งชี้แสดงตำแหน่งเปิด และในระหว่างการทดสอบที่ดำเนินการตามเงื่อนไขที่ระบุในข้อ ข) ของข้อ 9.7.2 ตัวบ่งชี้จะแสดงตำแหน่งปิด

ค) นอกจากนี้ RCBO จะต้องทริปภายในเวลาที่สมนัยกับการทดสอบ 3 ของตารางที่ 10 เมื่อกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 2.8 I_n ผ่านขั้วทั้งหมด ขีดจำกัดเวลาต่ำสุดคือ 0.1 s แทนที่จะเป็น 1 s

9.12.13 การทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$)

การทดสอบนี้มีจุดประสงค์เพื่อทวนสอบความสามารถของ RCBO ในการต่อวงจร การนำกระแสไฟฟ้าตามเวลาที่กำหนด และการตัดกระแสเหลือลัดวงจร

9.12.13.1 วิธีทดสอบ

ต้องทดสอบ RCBO ตามภาวะการทดสอบทั่วไปที่กำหนดในข้อ 9.12.1 แต่ให้ต่อในลักษณะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรเป็นกระแสเหลือ

ให้ทดสอบแต่ละขั้วหมุนเวียนกันยกเว้นขั้วที่ทำเครื่องหมาย “N” (ถ้ามี) สำหรับจุดประสงค์ของการทดสอบนี้ ต้องไม่ใช้อิมพีแดนซ์ Z_1 โดยให้เปิดวงจรทิ้งไว้

ให้ต่อทางเดินไฟฟ้าซึ่งไม่นำกระแสเหลือลัดวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อสายด้านเข้า

ให้ปิดสวิตช์ช่วย S_1 ตลอดการทดสอบตามข้อนี้

ในกรณีของ RCBO ที่เป็นไปตามข้อ 4.1.2.1 เพื่อให้ทดสอบการทำงานตัดวงจรได้ จึงจำเป็นต้องติดตั้งสวิตช์ T อยู่ในตำแหน่งที่ทำให้เกิดการลัดวงจรทางด้านโหลดของ RCBO หรือ ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดการลัดวงจรในตำแหน่งนั้น

ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O – t – CO – t – CO.

สำหรับการทำงานตัดวงจร สับสวิตช์ T ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้จุดเริ่มต้นเกิดที่ 45° ±5°

ต้องใช้ขั้วเดียวกันสำหรับตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อใช้อ้างอิงกันสำหรับจุดประสงค์ของการซิงโครไนซ์

ห้ามมิให้จำหน่ายตัวอย่างนี้เป็นการค้า

9.12.13.2 การทวนสอบ RCBO ภายหลังการทดสอบการต่อและการตัดกระแสเหลือ

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.12.13.1 RCBO ต้องไม่เสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไปและโดยไม่มีการซ่อมบำรุง ต้องสามารถ

- เป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 9.7.3 แต่ที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เป็นเวลา 1 min โดยไม่ต้องอบความชื้นก่อน และ
- ตัดและต่อวงจรกระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ในภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) RCBO ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งที่ได้จากการสุ่ม โดยไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

แผ่นพอลิเอทิลีน ต้องไม่มีรูที่มองเห็นได้ตามปกติหรือเห็นได้ชัดเจนโดยไม่มีการช่วยขยายการมองเห็น

นอกจากนี้ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าต้องสามารถเป็นไปตามการทดสอบข้อ 9.17 ตามความเหมาะสม

9.13 การทวนสอบความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล

9.13.1 การช็อกทางกล

9.13.1.1 อุปกรณ์ทดสอบ

ให้ทดสอบ RCBO ด้วยการช็อกทางกลโดยใช้เครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 14 ซึ่งประกอบด้วยฐานแผ่นไม้ A ติดตั้งบนแท่นคอนกรีต และยึดกับแผ่นไม้ B ด้วยบานพับ แผ่นไม้ C ติดตั้งในแนวตั้งฉากกับแผ่นไม้ B ซึ่งสามารถเปลี่ยนระยะในแนวระดับจากบานพับ และสามารถหมุนเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้งฉากกันได้ ที่ปลายแผ่นไม้ B รองรับด้วยแผ่นหยุดทำด้วยโลหะ (metal stop-plate) D ซึ่งวางอยู่บนสปริงขดที่มีค่าของสปริงเท่ากับ 25 N/mm

ยึด RCBO เข้ากับแผ่นไม้ C ให้แน่น โดยมีระยะในแนวระดับจากจุดกึ่งกลางของตัวอย่างกับแผ่นไม้ B เท่ากับ 180 mm เลื่อนแผ่นไม้ C จนกระทั่งระยะด้านหน้าที่ติดตั้งตัวอย่างอยู่ห่างจากบานพับเท่ากับ 200 mm ดังแสดงในรูปที่ 14

ให้ยึดมวลติดกับอีกด้านหนึ่งของแผ่นไม้ C ที่ตรงข้ามกับด้านที่ติดตั้ง RCBO เพื่อให้เกิดแรงสถิตบนแผ่นหยุดทำด้วยโลหะ D เท่ากับ 25 N และได้โมเมนต์ความเฉื่อยของระบบมีค่าคงที่

9.13.1.2 วิธีทดสอบ

ให้ทดสอบในขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร แต่ไม่ต้องต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า ยกแผ่นไม้ที่ปลายอิสระแล้วปล่อยให้ตกลงมาจำนวน 50 ครั้ง จากความสูง 40 mm ช่วงระหว่างการตกลงมาแต่ละครั้งต้องให้ตัวอย่างหยุดนิ่ง

หลังจากนั้นยึด RCBO เข้ากับอีกด้านหนึ่งของแผ่นไม้ C และปล่อยแผ่นไม้ B ให้ตกลงมาอีก 50 ครั้ง เหมือนกับการทดสอบครั้งแรก

ห้ามใช้ร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภายหลังการทดสอบ หมุนแผ่นไม้ C ไปที่ 90° รอบแกนแนวดิ่ง ถ้าจำเป็นให้ปรับตำแหน่งจนกระทั่งแกนแนวดิ่งที่สมมาตรกันของ RCBO อยู่ห่างจากบานพับเท่ากับ 200 mm

ปล่อยแผ่นไม้ B ให้ตกลงมาอีก 50 ครั้งเหมือนการทดสอบครั้งแรกสำหรับ RCBO ที่ยึดกับด้านหนึ่งของแผ่นไม้ C และอีก 50 ครั้ง สำหรับ RCBO ที่ยึดกับอีกด้านหนึ่งของแผ่นไม้ C

ก่อนการเปลี่ยนตำแหน่งแต่ละครั้ง RCBO ต้องสามารถปิดวงจรและเปิดวงจรได้ด้วยมือ

ในระหว่างการทดสอบ RCBO ต้องไม่เปิดวงจรเอง

9.13.2 แรงกระแทกทางกล

การทดสอบให้ทำโดยตรวจสอบกับชิ้นส่วนที่เผยตัวของ RCBO ที่ติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ (ดูหมายเหตุของข้อ 8.2) ซึ่งอาจจะได้รับแรงกระแทกทางกลในการใช้งานตามปกติ โดยการทดสอบตามข้อ 9.13.2.1 สำหรับ RCBO ทุกแบบ และให้ทดสอบเพิ่มเติมดังนี้

- ข้อ 9.13.2.2 สำหรับ RCBO ที่มีจุดประสงค์ติดตั้งกับราง
- ข้อ 9.13.2.3 สำหรับ RCBO แบบเสียบ

หมายเหตุ เฉพาะ RCBO ที่มีจุดประสงค์ให้มีเปลือกหุ้มทั้งหมด ไม่ต้องทดสอบตามข้อนี้

9.13.2.1 ให้ทดสอบตัวอย่างด้วยการกระแทกด้วยเครื่องทดสอบการกระแทก ดังแสดงในรูปที่ 15 ถึงรูปที่ 17

หัวกระแทกรูปครึ่งทรงกลมมีรัศมี 10 mm ทำด้วยสารพอลิแอไมด์ซึ่งมีความแข็งร็อกเวลล์ HR100 หัวกระแทกมีมวล 150 g ± 1 g ยึดหัวกระแทกอย่างมั่นคงกับปลายด้านล่างของท่อเหล็กกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 9 mm และหนา 0.5 mm ปลายบนสวมอยู่กับเดือย เพื่อให้แกว่งได้ในระนาบดิ่งเท่านั้น

แกนของเดือยหมุนอยู่เหนือแกนของหัวกระแทก 1 000 mm ± 1 mm

ในการพิจารณาความแข็งร็อกเวลล์ของพอลิแอไมด์ที่ใช้ทำหัวกระแทก ให้ใช้ภาวะที่กำหนดดังนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลม : 12.7 mm ± 0.0025 mm
- โหลดเริ่มต้น 100 N ± 2 N
- โหลดเกิน 500 N ± 2.5 N

หมายเหตุ 1 ข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาความแข็งร็อกเวลล์ของพลาสติก ให้เป็นไปตาม ASTM D785

ในการออกแบบเครื่องทดสอบ ต้องออกแบบให้ใช้แรงระหว่าง 1.9 N กับ 2.0 N เพื่อดันหน้าหัวกระแทกขึ้นให้แกนท่อเหล็กอยู่ในระดับ

RCBO แบบติดตั้งบนพื้นผิว ให้ติดตั้งกับแผ่นไม้อัดขนาด 175 mm × 175 mm และหนา 8 mm ยึดแผ่นไม้อัดที่ขอบบนขอบล่างเข้ากับแขนรับน้ำหนัก ซึ่งเป็นส่วนของฐานรองรับ ดังแสดงในรูปที่ 17

ฐานรองรับต้องมีมวล 10 kg ± 1 kg และต้องติดตั้งอยู่กับโครงรองรับแข็งโดยใช้เดือย ให้ยึดโครงรองรับเข้ากับผนังแข็งอย่างมั่นคง

ห้ามใช้ศึกษาอ้างอิงเป็นมาตรฐาน

RCBO แบบติดตั้งแบบฝัง ให้ติดตั้งในอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 18 ซึ่งยึดเข้ากับฐานรองรับอย่างมั่นคง

RCBO แบบติดตั้งกับแผงยึดติดตั้ง ให้ติดตั้งในอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 19 ซึ่งยึดเข้ากับฐานรองรับอย่างมั่นคง

RCBO แบบเสียบให้ติดตั้งในเต้ารับที่เหมาะสม ซึ่งยึดเข้ากับแผ่นไม้หรืออุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 18 หรือรูปที่ 19 ตามความเหมาะสม

RCBO สำหรับติดตั้งกับราง ให้ติดตั้งกับรางที่เหมาะสมซึ่งยึดเข้ากับฐานรองรับอย่างมั่นคง ดังแสดงในรูปที่ 20

การออกแบบของเครื่องทดสอบ ต้องทำให้

- สามารถเลื่อนตัวอย่างในแนวระดับและหมุนรอบแกนที่ตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นไม้อัด
- สามารถหมุนแผ่นไม้อัดรอบแกนแนวดิ่งได้

ติดตั้ง RCBO พร้อมฝาครอบ (ถ้ามี) เหมือนการใช้งานตามปกติ เข้ากับแผ่นไม้อัดหรืออุปกรณ์ทดสอบที่เหมาะสม จนกระทั่งจุดกระแทกอยู่ในระนาบดิ่งผ่านแกนของเดือยของหัวกระแทก

ทางเข้าสายไฟฟ้าที่ไม่มีช่องกระทุ้งออกให้เปิดช่องทางสายเข้าไว้ ถ้าเป็นแบบกระทุ้งออกให้กระทุ้งออกเปิดไว้ 2 รู

ก่อนการกระแทก ให้ขันหมุดเกลียวยึดฐาน ฝาครอบ และสิ่งอื่นที่คล้ายกัน ด้วยแรงบิด 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 14

ให้ปล่อยหัวกระแทกตกจากความสูง 10 cm จากผิวหน้าซึ่งเผยตัวเมื่อติดตั้ง RCBO เหมือนการใช้งานตามปกติ

ความสูงที่ปล่อยตกดังกล่าวเป็นระยะทางในแนวดิ่งระหว่างตำแหน่งของจุดตรวจสอบขณะที่ปล่อยหัวกระแทกกับตำแหน่งของจุดที่หัวกระแทกกระทบกับตัวอย่าง

จุดตรวจสอบคือจุดที่อยู่บนผิวด้านข้างของหัวกระแทก โดยลากเส้นผ่านจุดตัดของแกนท่อเหล็กของหัวกระแทกกับแกนของหัวกระแทกให้ตั้งฉากกับระนาบของแกนทั้งสองไปบรรจบผิวด้านข้างของหัวกระแทก

หมายเหตุ 2 ในทางทฤษฎี จุดศูนย์ถ่วงของหัวกระแทกจะเป็นจุดตรวจสอบแต่จุดศูนย์ถ่วงพิจารณาได้ยาก จึงเลือกจุดตรวจสอบตามที่กำหนดข้างต้น

แต่ละ RCBO ให้ทดสอบตัวอย่างละ 10 ครั้ง โดยทดสอบกับอุปกรณ์บังคับกลไก 2 ครั้ง และทดสอบกับบริเวณทั่ว ๆ ไปของตัวอย่างที่อาจได้รับการกระแทกโดยกระจายให้สม่ำเสมออีก 8 ครั้ง

ไม่ต้องทดสอบบริเวณรูกระทุ้งออกหรือช่องเปิดใด ๆ ที่ครอบไว้ด้วยวัสดุโปร่งใส

โดยทั่วไป ให้ทดสอบที่แต่ละด้านข้างของตัวอย่างภายหลังหมุนไปมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้แต่ไม่เกิน 60° รอบแกนแนวดิ่ง ด้านละ 1 ครั้ง และทดสอบที่ประมาณจุดกึ่งกลางระหว่างจุดกระแทกด้านข้างกับจุดกระแทกอุปกรณ์บังคับกลไก ตำแหน่งละ 2 ครั้ง

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ร่างมาตรฐาน

จากนั้นให้ทดสอบ 2 ครั้งที่เหลือในลักษณะเดียวกัน ภายหลังหมุนตัวอย่างไป 90° รอบแกนที่ตั้งฉากกับแผ่นไม้อัด

ถ้ามีทางเข้าสายไฟฟ้าหรือรูกระทุ้งออก ให้ติดตั้งตัวอย่างในตำแหน่งที่ทำให้แนวกระแทกทั้งสองมีระยะห่างจากช่องเปิดเท่ากันมากที่สุด

การทดสอบกับอุปกรณ์บังคับกลไก 2 ครั้ง ครั้งแรกให้ทดสอบขณะที่อุปกรณ์บังคับกลไกอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร และให้ทดสอบอีกครั้งในขณะที่อุปกรณ์บังคับกลไกอยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร

ภายหลังการทดสอบ ตัวอย่างต้องไม่เสียหายตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้ โดยเฉพาะฝาครอบซึ่งถ้าแตกแล้วทำให้เข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าได้ หรือเสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไปของ RCBO อุปกรณ์บังคับกลไก วัสดุรองใน (lining) หรือแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวน และอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกันต้องไม่เสียหาย

ในกรณีที่มีข้อสงสัย ให้ทวนสอบโดยการถอดและประกอบส่วนภายนอกใหม่ เช่น เปลือกหุ้ม และฝาครอบ ชิ้นส่วนเหล่านี้หรือวัสดุรองในต้องไม่มีความเสียหาย

หมายเหตุ 3 ความเสียหายที่เกิดขึ้น รอยบุบเล็ก ๆ ซึ่งไม่ทำให้ระยะห่างในอากาศหรือระยะห่างตามผิวฉนวนลดลงจากค่าที่กำหนดในข้อ 8.1.3 เช่นเดียวกับรอยเล็ก ๆ ซึ่งไม่มีผลต่อการป้องกันช็อกไฟฟ้า ไม่ถือว่าเป็นความเสียหาย

RCBO ที่ออกแบบให้ยึดติดโดยใช้หมุดเกลียวยึดและติดตั้งกับรางให้ทดสอบ RCBO 2 ชุด ชุดแรกให้ทดสอบโดยยึดด้วยหมุดเกลียว และอีกชุดให้ทดสอบโดยติดตั้งกับราง

9.13.2.2 RCBO ที่ออกแบบให้ติดตั้งกับราง ให้ติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติกับรางที่ยึดไว้กับผนังแข็งแนวดิ่งอย่างมั่นคง แต่ไม่ต้องต่อสายไฟฟ้า และไม่มีฝาครอบหรือแผ่นฝาครอบใด ๆ

ใช้แรงดึงลง 50 N โดยการเคลื่อนไหวที่ราบลื่นและต่อเนื่อง 1 ครั้ง กระทำที่ผิวหน้าของ RCBO เป็นเวลา 1 min จากนั้นให้ใช้แรงดึงขึ้น 50 N โดยทันทีเป็นเวลา 1 min ดังแสดงในรูปที่ 20

ในระหว่างการทดสอบ RCBO ต้องไม่หลุดหลวม และภายหลังการทดสอบ RCBO ต้องไม่เสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไป

9.14 การทดสอบความทนความร้อน

9.14.1 ให้อบตัวอย่างที่ไม่มีฝาครอบที่ถอดออกได้ (ถ้ามี) ในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 100 °C ± 2 °C เป็นเวลา 1 h และอบฝาครอบที่ถอดออกได้ในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิที่ได้ 70 °C ± 2 °C เป็นเวลา 1 h

ในระหว่างการทดสอบ ตัวอย่างต้องไม่มีความเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่มีผลเสียหายต่อการใช้งานต่อไป และสารปิดผนึก (ถ้ามี) ต้องไม่ไหลเยิ้มออกมาจนทำให้ส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ในสภาพเผยตัว

ภายหลังการทดสอบและภายหลังที่ปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงจนใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องต้องไม่สามารถเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งตามปกติไม่สามารถเข้าถึงได้เมื่อติดตั้งตัวอย่างเหมือนการใช้งานตามปกติ ถึงแม้ว่าจะทดสอบด้วยนิ้วทดสอบตามมาตรฐานที่ใช้แรงไม่เกิน 5 N

ในภาวะทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) 1) RCBO ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ โดยให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวที่ขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่ม โดยไม่ต้องวัดเวลาตัววงจร

ภายหลังการทดสอบ ต้องยังคงเห็นเครื่องหมายได้อย่างชัดเจน

สารปิดผนึกที่มีสีผิดไปจากเดิม เกิดฟอง หรือเกิดการเคลื่อนตัวเพียงเล็กน้อย ไม่ต้องนำมาพิจารณาหากความปลอดภัยไม่เสียไปตามความหมายของมาตรฐานนี้

9.14.2 ชิ้นส่วนภายนอกของ RCBO ที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่จำเป็นใช้ยึดส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนของวงจรป้องกันให้อยู่ในตำแหน่ง ให้ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกกลมเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 21 ชิ้นส่วนที่เป็นวัสดุฉนวนที่จำเป็นใช้ยึดขั้วต่อสายของตัวนำป้องกันให้อยู่ในตำแหน่งภายในกล่อง ต้องทดสอบตามข้อ 9.14.3

ให้วางชิ้นส่วนที่ทดสอบบนแท่นรองรับที่ทำด้วยเหล็กมีผิวหน้าอยู่ในแนวระดับ และใช้ลูกกลมเหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm กดที่ผิวหน้าของชิ้นส่วนที่ทดสอบด้วยแรง 20 N

การทดสอบให้อบในตู้อบความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 125 °C ± 2 °C

ภายหลัง 1 h นำลูกเหล็กกลมออกและทำชิ้นส่วนที่ทดสอบให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องภายใน 10 s โดยการจุ่มในน้ำเย็น

วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกดที่เกิดจากลูกเหล็กกลม เส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ต้องไม่เกิน 2 mm

9.14.3 ชิ้นส่วนภายนอกของ RCBO ที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่ไม่จำเป็นใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนของวงจรป้องกันให้อยู่ในตำแหน่งถึงแม้ว่าจะสัมผัสกัน ให้ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกกลมเหล็กตามที่กำหนดในข้อ 9.14.2 แต่ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 70 °C ± 2 °C หรือที่อุณหภูมิ 40 °C ± 2 °C บวกด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงสุดที่หาได้จากชิ้นส่วนที่เกี่ยวเนื่องในระหว่างการทดสอบตามข้อ 9.8 แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

หมายเหตุ สำหรับจุดประสงค์ของการทดสอบตามข้อ 9.14.2 และข้อ 9.14.3 ให้ถือว่าฐานติดตั้งของ RCBO แบบติดตั้งบนพื้นผิว เป็นชิ้นส่วนภายนอก

ชิ้นส่วนที่ทำด้วยเซรามิก ไม่ต้องทดสอบตามข้อ 9.14.2 และข้อ 9.14.3

ถ้ามีชิ้นส่วนวัสดุฉนวนที่กล่าวถึงในข้อ 9.14.2 และข้อ 9.14.3 ที่ทำด้วยวัสดุเดียวกันตั้งแต่ 2 ชิ้นหรือมากกว่า ให้ทดสอบตามข้อ 9.14.2 หรือข้อ 9.14.3 เพียงชิ้นเดียวตามความเหมาะสม

9.15 การทดสอบความทนความร้อนผิดปกติและไฟ

การทดสอบด้วยลวดรุ่งแสง (glow-wire test) กับ RCBO ที่สมบูรณ์ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน IEC 60695-2-10 ในภาวะที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สำหรับชิ้นส่วนภายนอกของ RCBO ที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่จำเป็นใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนของวงจรป้องกันให้อยู่ในตำแหน่ง ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 960 °C ± 15 °C
- สำหรับชิ้นส่วนภายนอกอื่น ๆ ทั้งหมดที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 650 °C ± 10 °C

หมายเหตุ สำหรับจุดประสงค์สำหรับการทดสอบตามข้อนี้ ให้ถือว่าฐานติดตั้งของ RCBO แบบติดตั้งบนพื้นผิว เป็นชิ้นส่วนภายนอก

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ถ้ามีชิ้นส่วนวัสดุฉนวนตามกลุ่มข้างต้นทำด้วยวัสดุเดียวกัน ให้ทดสอบเพียงชิ้นเดียวตามอุณหภูมิของการทดสอบลวดรุ่งแสงที่เหมาะสม

ชิ้นส่วนที่ทำด้วยเซรามิก ไม่ต้องทดสอบ

การทดสอบด้วยลวดรุ่งแสง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มั่นใจว่าลวดทดสอบที่ทำให้เกิดความร้อนทางไฟฟ้าในภาวะการทดสอบที่กำหนด ไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการจุดติดไฟของวัสดุฉนวน หรือเพื่อให้มั่นใจได้ว่าวัสดุฉนวนซึ่งอาจจุดติดไฟได้ด้วยลวดทดสอบที่ทำให้เกิดความร้อนในภาวะการทดสอบที่กำหนดนั้น มีขีดจำกัดของเวลาการไหม้โดยไม่มีการแพร่กระจายของไฟด้วยเปลวไฟ หรือชิ้นที่ไหม้ หรือหยดจากชิ้นส่วนทดสอบ

การทดสอบตามข้อนี้ ให้ทดสอบด้วยตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง จุดประสงค์ของการทดสอบด้วยลวดรุ่งแสงแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง

ลวดรุ่งแสงไม่สามารถใช้โดยตรงกับบริเวณขั้วต่อสายหรือห้องอาร์กหรือบริเวณอุปกรณ์ทริปแม่เหล็ก โดยที่ลวดรุ่งแสงไม่สามารถยื่นออกมาไกลจากพื้นผิวด้านนอกก่อนที่จะสัมผัสชิ้นส่วนโลหะใหญ่หรือแม้แต่เซรามิกที่สัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้ลวดรุ่งแสงเย็นลงอย่างรวดเร็วและนอกจากนี้ยังจำกัดปริมาณของวัสดุฉนวนที่เคยสัมผัสกับลวดรุ่งแสง ในกรณีนี้ ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะรับรองความรุนแรงขั้นต่ำของการทดสอบโดยทำให้ลวดรุ่งแสงเย็นลงและจำกัดการเข้าถึงวัสดุฉนวนที่ทดสอบ

ในระหว่างการทดสอบตัวอย่างจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุดตามจุดประสงค์ของการใช้งาน (ผิวหน้าที่ทดสอบอยู่ในแนวดิ่ง)

หากชิ้นส่วนภายในของวัสดุฉนวนมีผลให้การทดสอบมีผลลบ อนุญาตให้นำชิ้นส่วนภายในที่ระบุที่เกี่ยวข้องของวัสดุฉนวนออกจากตัวอย่างใหม่ได้ จากนั้น ให้ทดสอบลวดรุ่งแสงซ้ำที่เดียวกันกับตัวอย่างใหม่นี้

อ้างอิงตามผู้ทำ วิธีการทางเลือกในการถอดชิ้นส่วนภายใต้การตรวจสอบอย่างครบถ้วนและทดสอบแยกกันเป็นที่ยอมรับ (ดู IEC 60695-2-11:2000 ข้อ 4)

ให้ถือว่าตัวอย่างเป็นไปตามข้อกำหนดของการทดสอบด้วยลวดรุ่งแสง ถ้า

- ไม่มีทั้งเปลวไฟที่มองเห็นได้ และไม่มีการรุ่งแสงอย่างต่อเนื่อง
- หรือเปลวไฟและการรุ่งแสงบนตัวอย่าง ดับเองภายใน 30 s หลังจากนำลวดรุ่งแสงออก

ต้องไม่มีการจุดติดไฟของกระดาษเนื้อเยื่อหรือการไหม้เกรียมของแผ่นไม้สน

9.16 การทวนสอบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ก) ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้ากับ RCBO เท่ากับ 0.85 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ให้อุปกรณ์ทดสอบทำงานในขณะนั้นจำนวน 25 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 5 s ก่อนการทำงานแต่ละครั้งให้ปิดวงจรของ RCBO ใหม่

ข) ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ ก) ด้วยแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ค) ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ ข) แต่ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียว โดยให้อุปกรณ์บังคับกลไกของอุปกรณ์ทดสอบอยู่ในตำแหน่งปิด เป็นเวลา 30 s

แต่ละครั้งของการทดสอบ RCBO ต้องทำงาน ภายหลังการทดสอบต้องไม่มีความเสียหายที่มีผลต่อการใช้งานต่อไป

เพื่อตรวจสอบว่าแอมแปร์-รอบที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ทดสอบน้อยกว่า 2.5 เท่าของแอมแปร์-รอบที่เกิดจากกระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ให้วัดอิมพีแดนซ์ของวงจรอุปกรณ์ทดสอบ และคำนวณหากระแสไฟฟ้าทดสอบโดยพิจารณาจากวงจรของอุปกรณ์ทดสอบ

ถ้าการทวนสอบข้างต้นจำเป็นต้องถอดชิ้นส่วนของ RCBO ให้ใช้ตัวอย่างที่แยกต่างหาก

หมายเหตุ ให้ถือว่าการทดสอบตามข้อ 9.10 ครอบคลุมเรื่องการทวนสอบความทนทานการใช้งานของอุปกรณ์ทดสอบ

9.17 การทวนสอบพฤติกรรมของ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ตามประเภทที่แบ่งในข้อ 4.1.2.1 ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว

หมายเหตุ ไม่ต้องทวนสอบค่า U_y (ดูข้อ 3.4.21.2)

9.17.1 การหาค่าของขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้า (U_x)

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับขั้วต่อสายด้านเข้าของ RCBO หลังจากนั้นให้ปรับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงจนเท่ากับ 0 ภายในเวลาประมาณ 30 s หรือภายในช่วงเวลาที่นานพอเมื่อเทียบกับการเปิดวงจรที่มีการหน่วงเวลา (ถ้ามี) (ดูข้อ 8.12) แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่าจนกระทั่งเกิดการเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ

ให้วัดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดการเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ จำนวน 5 ครั้ง

ทุกค่าที่วัดได้ต้องน้อยกว่า 0.85 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (หรือ 0.85 เท่าของค่าต่ำสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

หลังจากสิ้นสุดการวัดครั้งสุดท้าย ให้ทวนสอบการทำงานของ RCBO ว่าเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 2 ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าตก โดยให้กระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ และป้อนแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีค่าพอดีสูงกว่าค่าสูงสุดที่วัดได้ที่ทำให้ RCBO เปิดวงจร

หลังจากนั้น ต้องตรวจสอบว่าที่ค่าใด ๆ ของแรงดันไฟฟ้าที่น้อยกว่าค่าต่ำสุดที่วัดได้ในการทดสอบข้างต้น ต้องไม่สามารถปิด RCBO โดยอุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ

9.17.2 การทวนสอบการเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับด้านเข้าของ RCBO (หรือแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าภายในพิสัยของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด) และปิดวงจร

หลังจากนั้นให้เปิดวงจรของแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า

ให้วัดช่วงเวลาระหว่างการเปิดวงจรกับการเปิดวงจรของหน้าสัมผัสหลัก

ให้ทำการวัดจำนวน 5 ครั้ง ดังนี้

ก) RCBO ที่เปิดวงจรโดยไม่มีการหน่วงเวลา ค่าที่วัดได้ต้องไม่เกิน 0.5 s

ห้ามใช้งานหรือเผยแพร่ร่างมาตรฐาน

ข) RCBO ที่เปิดวงจรโดยมีการหน่วงเวลา ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดที่วัดได้ต้องอยู่ภายในพิสัยที่ผู้ทำระบุ

9.17.3 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในขณะที่มีกระแสเหลือ สำหรับ RCBO ที่เปิดวงจรโดยมีการหน่วงเวลาในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว

ต่อ RCBO เข้ากับวงจรทดสอบตามรูปที่ 4 และป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับด้านเข้า (หรือแรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่มีค่าภายในพิสัยของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

หลังจากนั้นให้เปิดวงจรทุกเฟสยกเว้น 1 เฟสด้วยสวิตช์ S_3

ในระหว่างการหน่วงเวลา (ดูตารางที่ 11) ที่ผู้ทำระบุ ให้ทดสอบ RCBO ตามข้อ 9.9.1.2 ก่อนการวัดแต่ละครั้ง ต้องมีการปิดและเปิดสวิตช์ S_3 ในเวลาต่อมา

หมายเหตุ การทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ก) ให้ทดสอบกับการหน่วงเวลาที่มากกว่า 30 s เท่านั้น

9.17.4 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCBO ที่มีทางเดินไฟฟ้า 3 ทางหรือ 4 ทาง ในขณะที่มีกระแสเหลือ ให้กำลังเฉพาะขั้วต่อนิวทรัล และขั้วต่อสายด้านเข้าขั้วใดขั้วหนึ่งเท่านั้น

ในกรณีของ RCBO ที่มีทางเดินไฟฟ้า 3 ทางหรือ 4 ทาง (ดูข้อ 4.3) ให้ทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) แต่ให้กำลังเฉพาะขั้วต่อนิวทรัลและขั้วต่อสายด้านเข้าขั้วใดขั้วหนึ่งเท่านั้น การต่อวงจรทดสอบให้เป็นไปตามรูปที่ 4

ให้ทำการทดสอบซ้ำ โดยหมุนเวียนกันไปทุกขั้วต่อสาย

9.17.5 การทวนสอบการทำงานปิดวงจรคืนของ RCBO ที่มีการปิดวงจรคืนอัตโนมัติ

อยู่ระหว่างการพิจารณา

9.18 ว่าง

9.19 การทวนสอบพฤติกรรมของ RCBO ในกรณีของกระแสเสิร์จที่เกิดจากแรงดันอิมพัลส์

9.19.1 กระแสเสิร์จทดสอบสำหรับ RCBO ทุกประเภท (คลื่นแกว่งหน่วง 0.5 μs / 100 kHz)

ให้ทดสอบ RCBO ด้วยเครื่องกำเนิดเสิร์จที่สามารถทำให้เกิดคลื่นกระแสไฟฟ้าออสซิลเลเตอร์แบบหน่วง (damped oscillator current) ดังแสดงในรูปที่ 26 ตัวอย่างแผนภาพวงจรสำหรับการต่อ RCBO ดังแสดงในรูปที่ 27

การเลือกสุ่มขั้วหนึ่งของ RCBO ให้ทดสอบด้วยกระแสเสิร์จจำนวน 10 ครั้ง ให้กลับขั้วของคลื่นเสิร์จภายหลังทุกการทดสอบ 2 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างการทดสอบ 2 ครั้งที่ติดกันต้องมีค่าประมาณ 30 s

ให้วัดกระแสอิมพัลส์ด้วยวิธีที่เหมาะสม และปรับโดยใช้ RCBO เพิ่มเติมที่เป็นแบบเดียวกัน มี I_n และ $I_{\Delta n}$ เท่ากัน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- ค่ายอด 200 A $^{+10}_{0}$ % หรือ

25 A $^{+10}_{0}$ % สำหรับ RCBO ที่มี $I_{\Delta n} \leq$ 10 mA

- เวลาหน้าคลื่น 0.5 μs ± 30%
- ช่วงเวลาของคลื่นที่ออสซิลเลตถัดมา 10 μs ± 20%
- แต่ละค่ายอดย้อนกลับที่ต่อเนื่องกันมา ประมาณ 60% ของค่ายอดที่อยู่ก่อนหน้า

ในระหว่างการทดสอบ RCBO ต้องไม่ทริป ภายหลังการทดสอบด้วยคลื่นแกว่งหน่วง ให้ทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCBO ตามข้อ 9.9.1.2 ค) โดยให้วัดเวลาทริปที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

9.19.2 การทวนสอบพฤติกรรมที่กระแสเสิร์จไม่เกิน 3 000 A (กระแสเสิร์จทดสอบ 8/20 μs)

9.19.2.1 ภาวะทดสอบ

ให้ทดสอบ RCBO ด้วยเครื่องกำเนิดเสิร์จที่สามารถทำให้เกิดอิมพัลส์กระแสเสิร์จ 8/20 μs (IEC 60060-2) ดังแสดงในรูปที่ 28 ตัวอย่างแผนภาพวงจรทดสอบสำหรับการต่อ RCBO ดังแสดงในรูปที่ 29

เลือกสุ่มขั้วหนึ่งของ RCBO ให้ทดสอบด้วยกระแสเสิร์จจำนวน 10 ครั้ง ให้กลับขั้วของคลื่นกระแสเสิร์จทุกการทดสอบ 2 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างการทดสอบ 2 ครั้งที่ติดกันต้องมีค่าประมาณ 30 s

ให้วัดกระแสอิมพัลส์ด้วยวิธีที่เหมาะสม และปรับโดยใช้ RCBO เพิ่มเติมที่เป็นแบบเดียวกัน มี I_n และ $I_{\Delta n}$ เท่ากัน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- ค่ายอด 3 000 A $^{+10}_{0}$ %
- เวลาหน้าคลื่น 8 μs ± 20%
- เวลาที่มีค่าครึ่งคลื่น 20 μs ± 20%
- ค่ายอดของกระแสย้อนกลับ น้อยกว่า 30% ของค่ายอด

ให้ปรับกระแสไฟฟ้าจนมีรูปร่างที่ไม่สมมาตรกัน สำหรับการทดสอบกับตัวอย่างอื่นที่เป็นแบบเดียวกัน มี I_n และ $I_{\Delta n}$ เท่ากัน กระแสย้อนกลับ (ถ้ามี) ต้องไม่เกิน 30 % ของค่ายอด

9.19.2.2 ผลทดสอบสำหรับ RCBO แบบ S

ในระหว่างการทดสอบ RCBO ต้องไม่ทริป

ภายหลังการทดสอบด้วยกระแสเสิร์จ ให้ทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCBO ตามข้อ 9.9.1.2 ค) โดยให้วัดเวลาตัดวงจรที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

9.19.2.3 ผลการทดสอบสำหรับ RCBO แบบทั่วไป

ในระหว่างการทดสอบ RCBO อาจจะทริป ภายหลังการทริปใด ๆ ต้องต่อวงจรกลับเข้าไปใหม่

ภายหลังการทดสอบด้วยกระแสเสิร์จ ให้ทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCBO ตามข้อ 9.9.1.2 ค) โดยให้วัดเวลาตัดวงจรที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

9.20 ว่าง

9.21 ว่าง

9.22 การทวนสอบความเชื่อถือได้

การตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อ 9.22.1 และข้อ 9.22.2

สำหรับ RCBO ที่มีการตั้งค่าได้หลายค่า ให้ทดสอบที่การตั้งค่าต่ำสุด

9.22.1 การทดสอบความทนสภาพอากาศ

การทดสอบให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-30 และ IEC 60068-3-4

9.22.1.1 ตู้อบทดสอบ

ตู้อบต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน IEC 60068-2-30:2005 ข้อ 4 น้ำที่เกิดจากการควบแน่นต้องปล่อยออกจากตู้อบอย่างต่อเนื่อง และต้องไม่นำมาใช้อีกจนกว่าจะทำให้บริสุทธิ์ก่อน ให้ใช้เฉพาะน้ำกลั่นเท่านั้นสำหรับการบำรุงรักษาตู้อบความชื้น

ก่อนนำเข้าไปในตู้อบ น้ำกลั่นต้องมีค่าความต้านทานจำเพาะไม่น้อยกว่า 500 Ωm และค่าความเป็นกรด-เบส (pH) เท่ากับ 7.0 ± 0.2 ในระหว่างและภายหลังการทดสอบ ค่าความต้านทานจำเพาะต้องไม่น้อยกว่า 100 Ωm และค่า pH ยังคงอยู่ภายใน 7.0 ± 1.0

9.22.1.2 ภาวะรุนแรง

วัฏจักรที่ให้ผลตามภาวะต่อไปนี้

- อุณหภูมิด้านสูง : 55 °C ± 2 °C
- จำนวนวัฏจักร : 28

9.22.1.3 วิธีทดสอบ

วิธีทดสอบให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-30:2005 ข้อ 4 และ IEC 60068-3-4

ก) การทวนสอบเบื้องต้น

ให้ทวนสอบเบื้องต้น โดยการทดสอบ RCBO ตามข้อ 9.9.1.2 ค) ที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

ข) การปรับภาวะ

1) ติดตั้ง RCBO และต่อสายเหมือนการใช้งานตามปกติ และนำไปไว้ในตู้อบโดยให้อยู่ในตำแหน่งปิด

2) คาบเวลาคงตัว (ดูรูปที่ 23)

อุณหภูมิของ RCBO ต้องคงตัวที่ 25 °C ± 3 °C

ก) โดยการวาง RCBO ไว้ในตู้อบที่แยกต่างหากก่อนนำไปไว้ในตู้อบทดสอบ หรือ

ข) โดยการปรับอุณหภูมิของตู้อบทดสอบให้เท่ากับ 25 °C ± 3 °C ภายหลังนำ RCBO ไปไว้ในตู้อบทดสอบ และรักษาอุณหภูมิไว้ที่ระดับนี้จนอุณหภูมิคงตัว

ห้ามใช้สำหรับร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ในระหว่างการทำอุณหภูมิให้คงตัวทั้ง 2 วิธี ความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าอยู่ภายในขีดจำกัดที่กำหนดของภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบ (ดูตารางที่ 6)

ในระหว่างชั่วโมงสุดท้าย ขณะที่ RCBO อยู่ในตู้อบทดสอบ ความชื้นสัมพัทธ์ต้องเพิ่มขึ้นจนมีค่าไม่น้อยกว่า 95 % ที่อุณหภูมิโดยรอบเท่ากับ 25 °C ± 3 °C

3) ข้อกำหนดของวัฏจักร 24 h (ดูรูปที่ 24)

ก) อุณหภูมิของตู้อบ ต้องเพิ่มขึ้นจนถึงค่าอุณหภูมิด้านสูงสุดตามที่กำหนดในข้อ 9.22.1.2 ภายในช่วงเวลา 3 h ± 30 min ด้วยอัตราภายในขีดจำกัดที่กำหนดโดยพื้นที่แรเงา ในรูปที่ 24

ในระหว่างคาบเวลานี้ ความชื้นสัมพัทธ์ต้องไม่น้อยกว่า 95 % การควบแน่นต้องเกิดขึ้นบน RCBO

หมายเหตุ ภาวะที่ต้องเกิดการควบแน่นแสดงว่าอุณหภูมิที่ผิวหน้าของ RCBO ต่ำกว่าจุดน้ำค้างของบรรยากาศ หมายความว่าความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าสูงกว่า 95 % ถ้าค่าคงตัวเวลาของความร้อน (thermal time-constant) มีค่าต่ำ ต้องระวังไม่ให้มีหยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นตกลงบนตัวอย่าง

ข) ต้องรักษาอุณหภูมิไว้ให้คงที่ภายในขีดจำกัดที่กำหนด ±2 °C สำหรับค่าอุณหภูมิด้านสูงเป็นเวลา 12 h ± 30 min จากจุดเริ่มต้นของวัฏจักร

ในระหว่างคาบเวลานี้ ความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าเท่ากับ 93 % ± 3 % ยกเว้นสำหรับ 15 min แรก และ 15 min สุดท้าย ซึ่งอาจจะมีค่าอยู่ระหว่าง 90 % กับ 100 %

ต้องไม่มีการควบแน่นเกิดขึ้นบน RCBO ในระหว่างช่วงเวลา 15 min สุดท้าย

ค) ลดอุณหภูมิลงจนถึง 25 °C ± 3 °C ภายในเวลา 3 h ถึง 6 h อัตราการลดลงสำหรับ 1 h 30 min แรก ต้องมีอัตราในลักษณะที่หากรักษาไว้ ดังแสดงในรูปที่ 24 จะถึงอุณหภูมิที่ 25 °C ± 3 °C ภายในเวลา 3 h ± 15 min

ในระหว่างคาบเวลาที่อุณหภูมิลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 95 % ยกเว้นสำหรับ 15 min แรกต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 90 %

ง) ต้องรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 25 °C ± 3 °C ที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าไม่น้อยกว่า 95 % จนกระทั่งครบวัฏจักร 24 h

9.22.1.4 การคืนตัว

เมื่อสิ้นสุดวัฏจักรสุดท้าย ไม่ต้องนำ RCBO ออกจากตู้อบทดสอบ

ให้เปิดประตูของตู้อบทดสอบ และหยุดการปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ปล่อยให้อุณหภูมิและความชื้นคืนสู่ภาวะโดยรอบ เป็นเวลา 4 h ถึง 6 h ก่อนวัดครั้งสุดท้าย

ในระหว่าง 28 วัฏจักร RCBO ต้องไม่ทริป

ห้ามใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาต สำนักมาตรฐานฯ

9.22.1.5 การทวนสอบครั้งสุดท้าย

ในภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) 1) RCBO ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่มและไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

9.22.2 การทดสอบที่อุณหภูมิ 40 °C

ติดตั้ง RCBO เหมือนการใช้งานตามปกติกับผนังไม้อัดทาสีดำด้าน ที่มีความหนาประมาณ 20 mm

ใช้สายไฟฟ้าแกนเดี่ยวยาว 1 m และมีพื้นที่หน้าตัดระบุตามที่กำหนดในตารางที่ 13 ต่อเข้ากับแต่ละขั้วของ RCBO ทั้ง 2 ด้าน ขันหมุดเกลียวขั้วต่อสายหรือแป้นเกลียวให้แน่นด้วยแรงบิดเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 14 หลังจากนั้นให้นำไปวางไว้ในตู้อบความร้อน

ให้ป้อนโหลดที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่แรงดันไฟฟ้าใด ๆ ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 40 °C ± 2 °C จำนวน 28 วัฏจักร แต่ละวัฏจักรประกอบด้วยช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 21 h และช่วงเวลาที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3 h ให้ใช้สวิตช์ช่วยตัดกระแสไฟฟ้าทดสอบโดย RCBO ต้องไม่ทำงาน

RCBO แบบ 4 ขั้วที่มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 3 ขั้ว ให้ป้อนโหลดเฉพาะขั้วป้องกันกระแสเกิน 3 ขั้วเท่านั้น

RCBO แบบ 4 ขั้วที่มีขั้วป้องกันกระแสเกิน 4 ขั้ว ให้ป้อนโหลดเฉพาะ 3 ขั้วเท่านั้น

เมื่อสิ้นสุดคาบเวลาสุดท้ายของ 21 h ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ขั้วต่อสายซึ่งวัดด้วยเทอร์มอคับเปิลชนิดลวดละเอียด ต้องไม่เกิน 65 K

ภายหลังการทดสอบตามข้อนี้ ปล่อยให้ RCBO ที่อยู่ในตู้อบเย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องโดยไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ในภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) 1) RCBO ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่มและไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

9.23 การทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

ให้วาง RCBO ในที่ที่มีอุณหภูมิโดยรอบ อุณหภูมิ 40 °C ± 2 °C เป็นเวลา 168 h และป้อนโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าที่กำหนด แรงดันไฟฟ้าของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องเท่ากับ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ภายหลังการทดสอบตามข้อนี้ ปล่อยให้ RCBO ที่อยู่ในตู้อบเย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง โดยไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องไม่เสียหาย

ในภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.1.2 ค) RCBO ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่ม และไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

หมายเหตุ ตัวอย่างของวงจรทดสอบสำหรับการทวนสอบนี้ ดังแสดงในรูปที่ 25

9.24 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)

9.24.1 การทดสอบที่ครอบคลุมโดยมาตรฐานปัจจุบัน

การทดสอบที่ระบุไว้ในตารางที่ 27 ครอบคลุมโดยมาตรฐานปัจจุบันและไม่จำเป็นต้องทำซ้ำ

ตารางที่ 27 การทดสอบที่ครอบคลุมโดยมาตรฐานนี้

อ้างอิงถึงตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 ของ IEC 61543:1995 และ Amendment 1:2004 + Amendment 2:2005	ปรากฏการณ์ของแม่เหล็กไฟฟ้า	การทดสอบตาม IEC 61009-1
T 1.3	การแปรผันขนาดแรงดันไฟฟ้า (voltage amplitude variation)	ข้อ 9.9.1.4 และข้อ 9.17
T 1.4	แรงดันไฟฟ้าไม่ได้ดุล (voltage unbalance)	ข้อ 9.9.1.4 และข้อ 9.17
T 1.5	การแปรผันความถี่กำลังไฟฟ้า (power frequency variation)	ข้อ 9.2
T 1.8	สนามแม่เหล็ก (magnetic field)	ข้อ 9.12
T 2.4	กระแสทรานเซียนต์แบบออสซิลเลต (current oscillatory transient)	ข้อ 9.19

9.24.2 การทดสอบเพิ่มเติม

การทดสอบที่ระบุไว้ในตารางที่ 29 จะต้องดำเนินการตามลำดับการทดสอบ H, I และ J ที่ระบุไว้ในภาคผนวก ก. ของมาตรฐานปัจจุบัน

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างมาตรฐาน

ตารางที่ 29 การทดสอบที่ดำเนินการตาม IEC 61543

อ้างอิงถึงตารางที่ 4 ตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ของ IEC 61543:1995 และ Amendment 1:2004 + Amendment 2:2005	ปรากฏการณ์ของแม่เหล็กไฟฟ้า
T 1.1	ฮาร์มอนิกส์ (harmonics) อินเตอร์ฮาร์มอนิกส์ (interharmonics)
T 1.2	แรงดันสัญญาณ (signaling voltage)
T 2.3	เสิร์จ (surges)
T 2.1	แรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าแบบคลื่นรูปไซน์ที่นำมาตามสาย (Conducted sine-wave form voltages or currents)
T 2.5	สนามแม่เหล็กที่แผ่กระจายทางอากาศ (Radiated electromagnetic field)
T 2.2	ฟาสต์ทรานเซียนต์ (Fast transients (burst))
T 2.6	การรบกวนโหมดทั่วไปในช่วงความถี่ต่ำกว่า 150 kHz ที่นำมาตามสาย (Conducted common mode disturbances in the frequency range lower than 150 kHz)
T 3.1	การปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic discharges)

สำหรับอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยออสซิลเลเตอร์แบบทำงานต่อเนื่อง ต้องทดสอบตาม CISPR 14-1 กับตัวอย่างก่อนการทดสอบตาม IEC 61543

9.25 การทดสอบความทนทานต่อการเกิดสนิม

จาระบีทั้งหมดจะถูกลบออกจากชิ้นส่วนที่จะทดสอบโดยการแช่ในน้ำยาขจัดคราบเคมีเย็น เช่น เมทิล-คลอโรฟอร์ม หรือปิโตรเลียมบริสุทธิ์ เป็นเวลา 10 min จากนั้นนำชิ้นส่วนไปแช่ในสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 10 % ในน้ำที่อุณหภูมิ (20 ± 5) °C เป็นเวลา 10 min

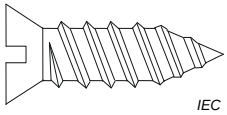
โดยไม่ต้องทำให้แห้ง แต่หลังจากกำจัดหยดของเหลวหมดแล้ว ชิ้นส่วนจะถูกวางไว้ในกล่องที่มีอากาศอิ่มตัวด้วยความชื้นเป็นเวลา 10 min ที่อุณหภูมิ (20 ± 5) °C

หลังจากที่ชิ้นส่วนถูกทำให้แห้งเป็นเวลา 10 min ในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ (100 ± 5) °C พื้นผิวต้องไม่มีร่องรอยของสนิม

หมายเหตุ 1 รอยสนิมบนขอบคมและฟิล์มสีเหลืองใด ๆ ที่ขจัดออกได้ด้วยการถู จะไม่พิจารณา

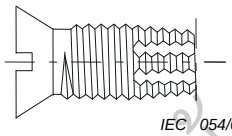
สำหรับสปริงขนาดเล็กและสิ่งที่คล้ายกัน และสำหรับชิ้นส่วนที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ซึ่งเผยตัวให้มีการเกิดรอยขีดข่วน ชั้นของจาระบีอาจป้องกันสนิมได้เพียงพอ ชิ้นส่วนดังกล่าวจะต้องผ่านการทดสอบหากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของฟิล์มจาระบีเท่านั้น และในกรณีดังกล่าว ให้ทำการทดสอบโดยไม่ต้องทำความสะอาดจาระบีออกก่อน

หมายเหตุ 2 เมื่อใช้ของเหลวที่ระบุสำหรับการทดสอบ ควรใช้มาตรการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการสูดดมไอระเหย



รูปที่ 1 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็ม

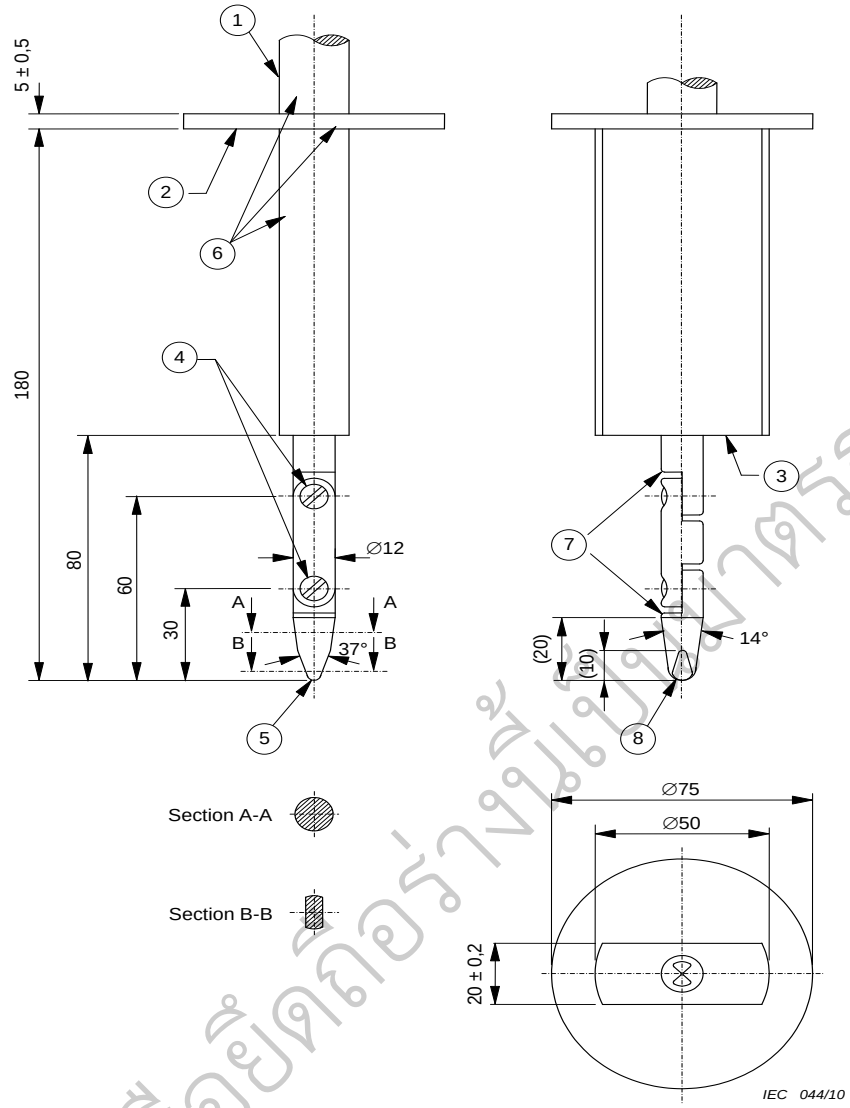
(ข้อ 3.6.10)



รูปที่ 2 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด

(ข้อ 3.6.11)

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1) ที่จับ
2) แผ่นกั้น
3) พื้นผิวหยุด
4) ข้อต่อ
5) ทรงกระบอก R2 ± 0.05
6) วัสดุฉนวน
7) มุมมนทั้งหมด
8) ทรงกลม R4 ± 0.05

วัสดุ : เป็นโลหะ ยกเว้นส่วนที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติ

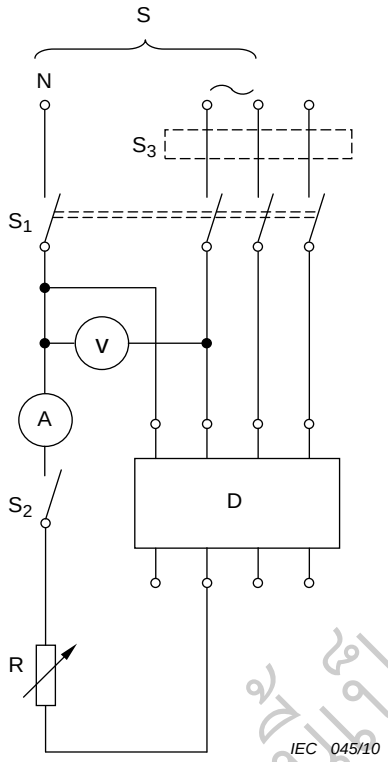
- ของมุม : $^{0}_{-10}$
- ของมิติเชิงเส้น : ≤ 25 mm : $^{0}_{-0.05}$ mm
  > 25 mm : ± 0.2 mm

ข้อต่อทั้งสองต้องสามารถปรับได้ในระนาบและทิศทางเดียวกันเป็นมุม 90° โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 0° ถึง + 10°

รูปที่ 3 นิ้วทดสอบแบบมีข้อต่อ

(ข้อ 9.6)

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ห้ามนำไปใช้หรือยึดถือ



S = แหล่งจ่าย S_1 = สวิตช์ตัดต่อทุกขั้ว

V = โวลต์มิเตอร์ S_2 = สวิตช์ตัดต่อขั้วเดี่ยว

A = แอมป์มิเตอร์ S_3 = สวิตช์ทำงานทุกเฟสยกเว้น 1 เฟส

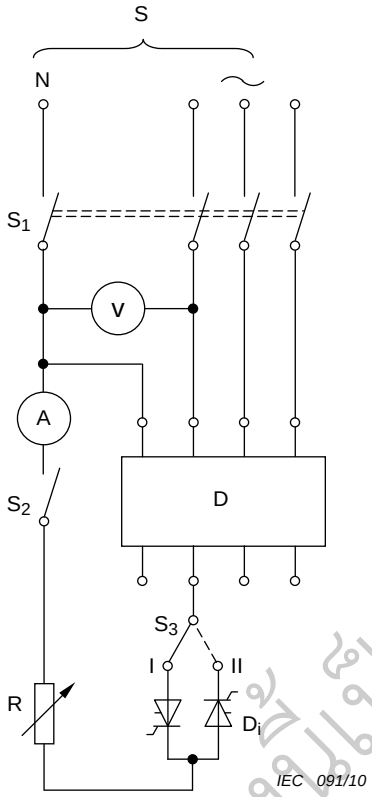
R = ตัวต้านทานปรับค่าได้ D = RCBO ที่ทดสอบ

หมายเหตุ S_3 ยังคงอยู่ในตำแหน่งปิด ยกเว้นการทดสอบตามข้อ 9.17.3

รูปที่ 4 วงจรทดสอบการทวนสอบ

- ลักษณะเฉพาะการทำงานในภาวะกระแสเหลือ (ข้อ 9.9.1)
- กลไกทริปอิสระ (ข้อ 9.11)
- พฤติกรรมในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว (ข้อ 9.17.3 และข้อ 9.17.4) สำหรับ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า

ห้ามใช้หรือดัดแปลงมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน



S = แหล่งจ่าย

V = โวลต์มิเตอร์

A = แอมมิเตอร์ (วัดเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย)

D = RCBO ที่ทดสอบ

D_i = ไทริสเตอร์

R = ตัวต้านทานปรับค่าได้

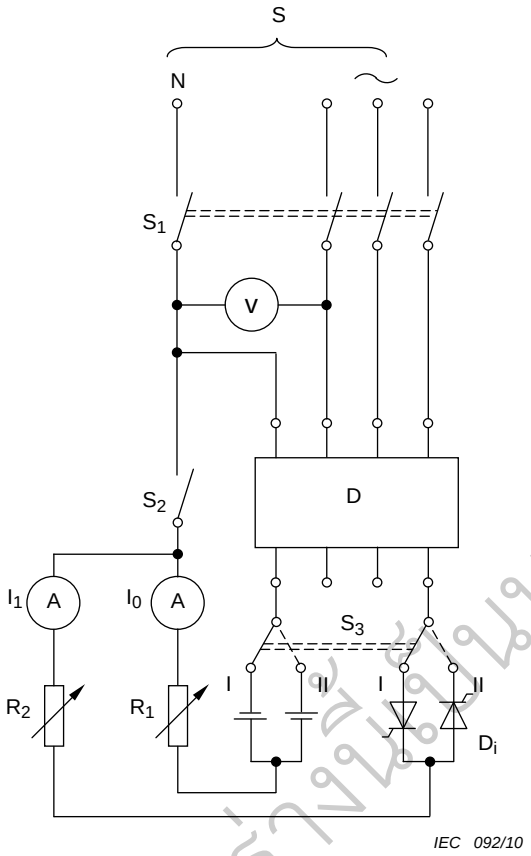
S_1 = สวิตช์ตัดต่อทุกขั้ว

S_2 = สวิตช์ตัดต่อขั้วเดียว

S_3 = สวิตช์สองทาง

รูปที่ 5 วงจรทดสอบการทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCBO ในกรณีของกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเหลือ

ห้ามใช้หรือดัดแปลงร่างนี้เป็นมาตรฐาน



S = แหล่งจ่าย

V = โวลต์มิเตอร์

A = แอมมิเตอร์ (วัดเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย)

D = RCBO ที่ทดสอบ

D_i = ไทริสเตอร์

R_1, R_2 = ตัวต้านทานปรับค่าได้

S_1 = สวิตช์ตัดต่อทุกขั้ว

S_2 = สวิตช์ตัดต่อขั้วเดียว

S_3 = สวิตช์ขั้วคู่สองทาง

รูปที่ 6 วงจรทดสอบการทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน
ในกรณีของกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเหลือเมื่อมีกระแสตรงเรียบนิ่งอยู่ที่ 0.006 A

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

คำอธิบายสัญลักษณ์พยัญชนะที่ใช้ในรูปที่ 7 ถึง 9

N = ตัวนำนิวทรัล

S = แหล่งจ่าย

R = ตัวต้านทานปรับค่าได้

Z = อิมพีแดนซ์ในแต่ละเฟสสำหรับการสอบเทียบด้วยกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดตามแต่ละเงื่อนไข รีแอกเตอร์ควรเป็นแบบแกนอากาศและเชื่อมต่อแบบอนุกรมกับตัวต้านทานเพื่อให้ได้ค่าตัวประกอบกำลังที่ต้องการ

Z_1 = อิมพีแดนซ์ปรับค่าได้เพื่อให้กระแสไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่าค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดตามแต่ละเงื่อนไข

Z_2 = อิมพีแดนซ์ปรับค่าได้สำหรับสอบเทียบ I_Δ

D = อุปกรณ์ที่ทดสอบ

โครง = ส่วนที่นำไฟฟ้าทั้งหมดที่ปกติต่อสายดินในการใช้งาน รวมถึง FE (ถ้ามี)

G_1 = การต่อชั่วคราวสำหรับการสอบเทียบ

G_2 = การต่อสำหรับการทดสอบด้วยกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดตามแต่ละเงื่อนไข

T = สวิตช์สำหรับการลัดวงจร

I_1, I_2, I_3 = เซ็นเซอร์ตรวจจับกระแสไฟฟ้า อาจอยู่ที่ด้านแหล่งจ่ายหรือด้านโหลดของอุปกรณ์ที่ทดสอบ แต่จะอยู่ที่ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงเสมอ

I_4 = เซ็นเซอร์ตรวจจับกระแสเหลือเพิ่มเติม (หากมีความจำเป็น)

Ur_1, Ur_2, Ur_3 = เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงดันไฟฟ้า

F = อุปกรณ์สำหรับตรวจจับกระแสไฟฟ้าผิดพร่อง

R_1 = ความต้านทานดึงกระแสประมาณ 10 A

R_2 = ตัวต้านทานสำหรับจำกัดกระแสในอุปกรณ์ F

r = ตัวต้านทานรองรับกระแสโดยประมาณ 0.6 % (ดูข้อ 9.12.2)

S_1 = สวิตช์ช่วย

B และ C = จุดสำหรับการต่อกับกริดที่แสดงในภาคผนวก ค.

L = ความเหนี่ยวนำแกนอากาศปรับค่าได้

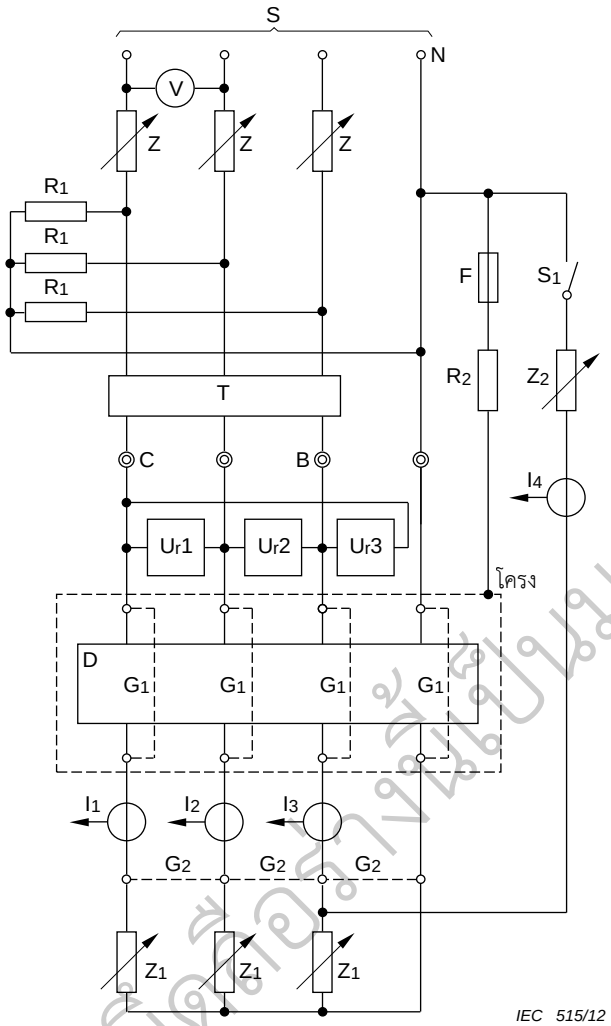
หมายเหตุ 1 อุปกรณ์ปิด T อาจตั้งอยู่ระหว่างขั้วต่อสายด้านโหลดของอุปกรณ์ที่ทดสอบและเซ็นเซอร์ตรวจจับกระแสไฟฟ้า I_1, I_2 และ I_3 ตามความเหมาะสม

หมายเหตุ 2 เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงดันไฟฟ้า Ur_1, Ur_2 และ Ur_3 เชื่อมต่อระหว่างเฟสและนิวทรัล ตามความจำเป็น

หมายเหตุ 3 โหลดปรับค่าได้ Z อาจอยู่ที่ด้านไฟฟ้าแรงสูงของวงจรจ่ายไฟฟ้า

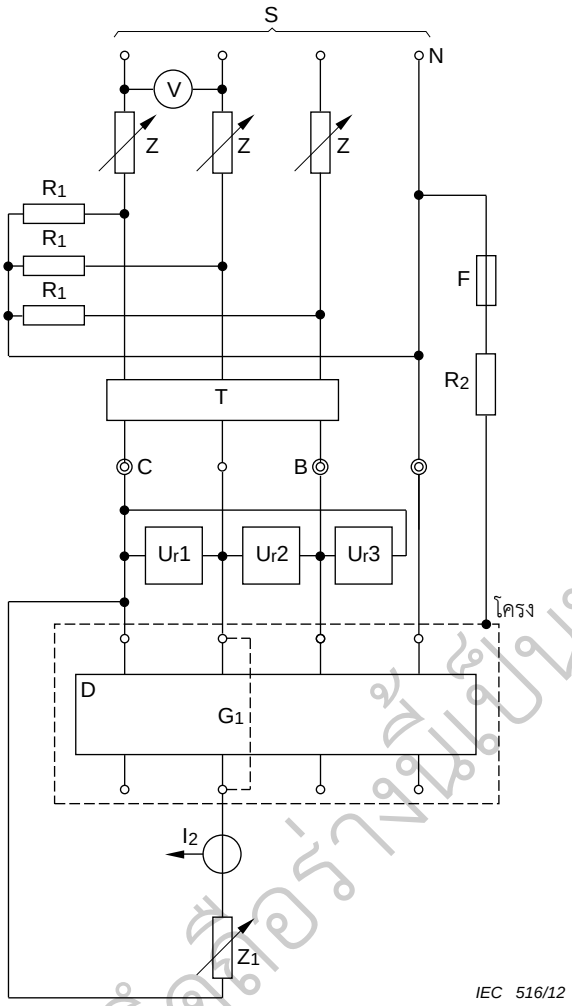
หมายเหตุ 4 ความต้านทาน R_1 อาจได้รับการละเว้นหากมีการตกลงกับผู้ทำ

ห้ามใช้งานอย่างอื่นนอกเหนือจากมาตรฐาน

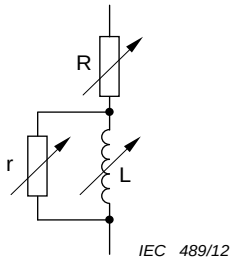


รูปที่ 7 แผนภาพทั่วไปสำหรับการทดสอบการลัดวงจรทั้งหมด ยกเว้นสำหรับข้อ 9.12.11.2.2

ห้ามใช้หรือสำเนาโดยไม่ได้รับอนุญาต สำนักงานมาตรฐาน



รูปที่ 8 แผนภาพทั่วไปสำหรับการทดสอบการลัดวงจร ตามข้อ 9.12.11.2.2



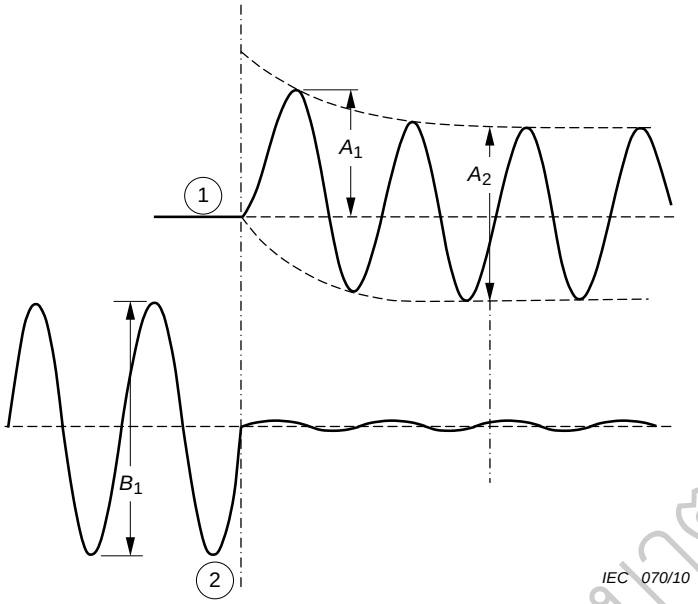
รูปที่ 9 รายละเอียดสำหรับอิมพีแดนซ์ Z, Z_1 และ Z_2

รูปที่ 10 ว่าง

รูปที่ 11 ว่าง

รูปที่ 12 ว่าง

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ร่างมาตรฐาน

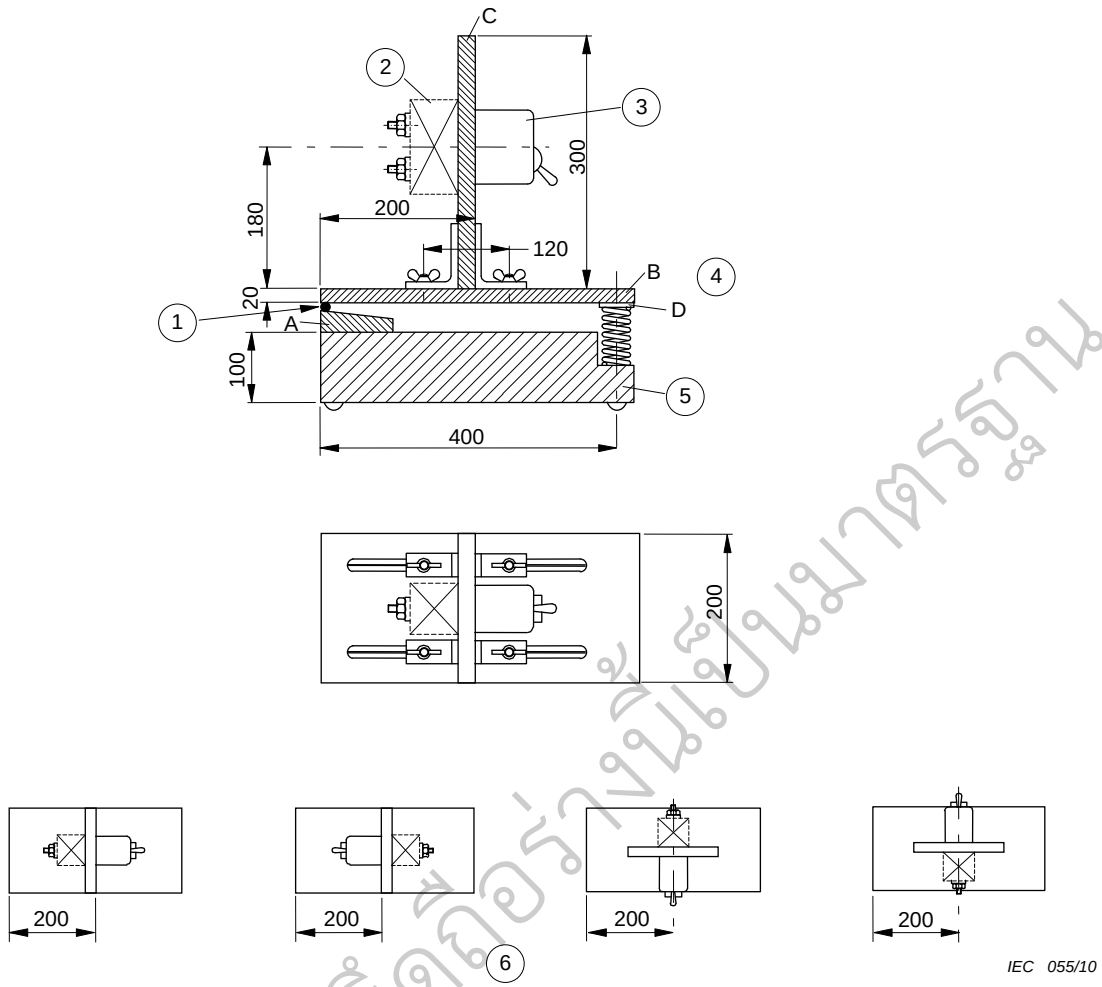


1) กระแสไฟฟ้า

2) แรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 13 ตัวอย่างบันทึกผลการสอบเทียบการทดสอบการลัดวงจร

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน



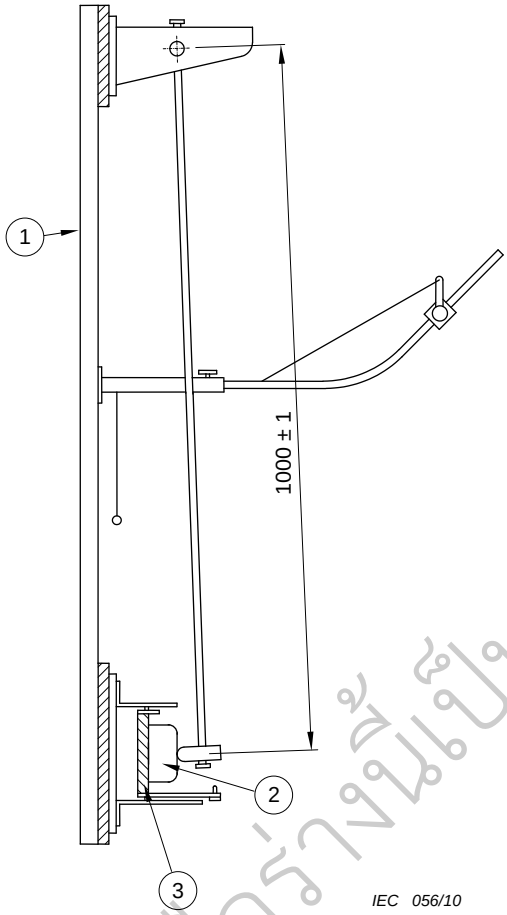
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1) บานพับ
2) มวลที่เพิ่ม
3) ตัวอย่าง
4) แผ่นหยุดทำด้วยโลหะ
5) แท่นคอนกรีต
6) ตำแหน่งในการทดสอบที่ต่อเนื่องกัน

รูปที่ 14 เครื่องทดสอบการช็อกทางกล

(ข้อ 9.13.1)

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1) โครง

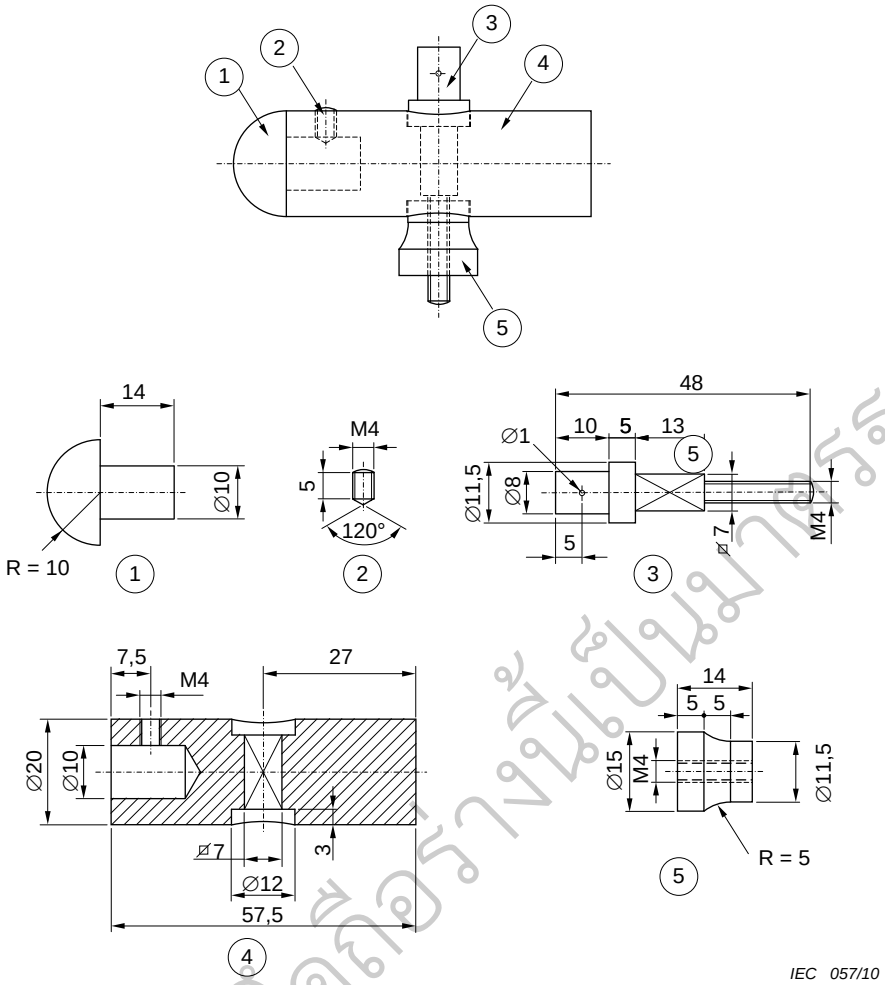
2) ตัวอย่าง

3) ฐานติดตั้ง

รูปที่ 15 เครื่องทดสอบแรงกระแทกทางกล

(ข้อ 9.13.2.1)

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

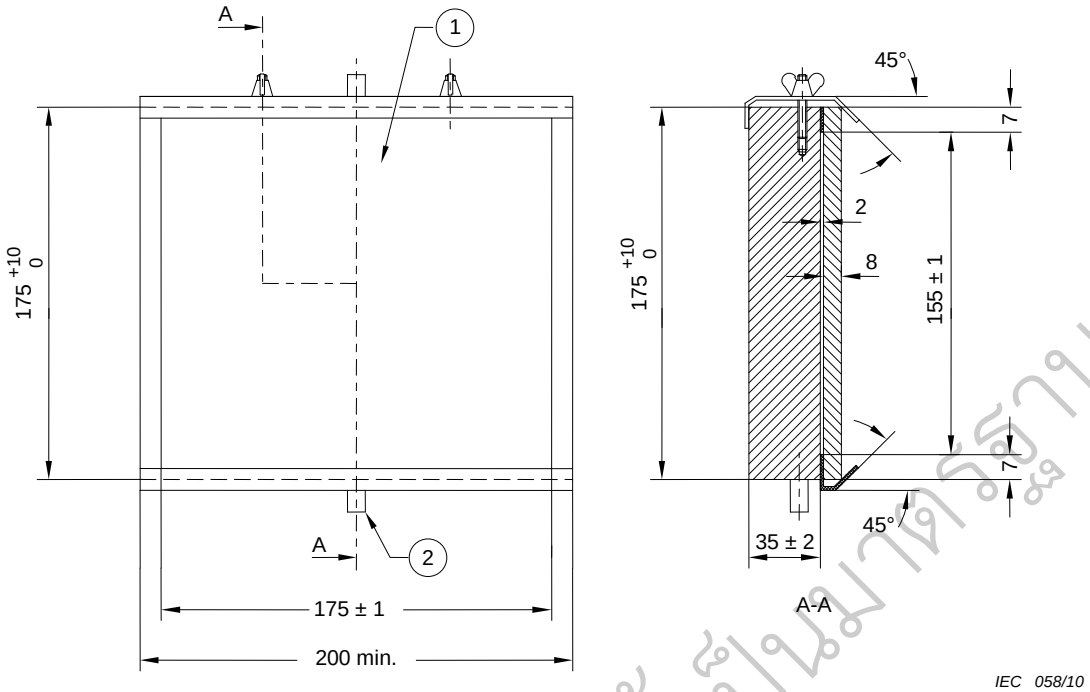
1) พอลิแอไมด์ (Polyamide)

2, 3, 4, 5) เหล็ก Fe 360

รูปที่ 16 หัวกระแทกเครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบเหวี่ยง

(ข้อ 9.13.2.1)

ห้ามใช้หรือดัดแปลงร่างนี้เป็นมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

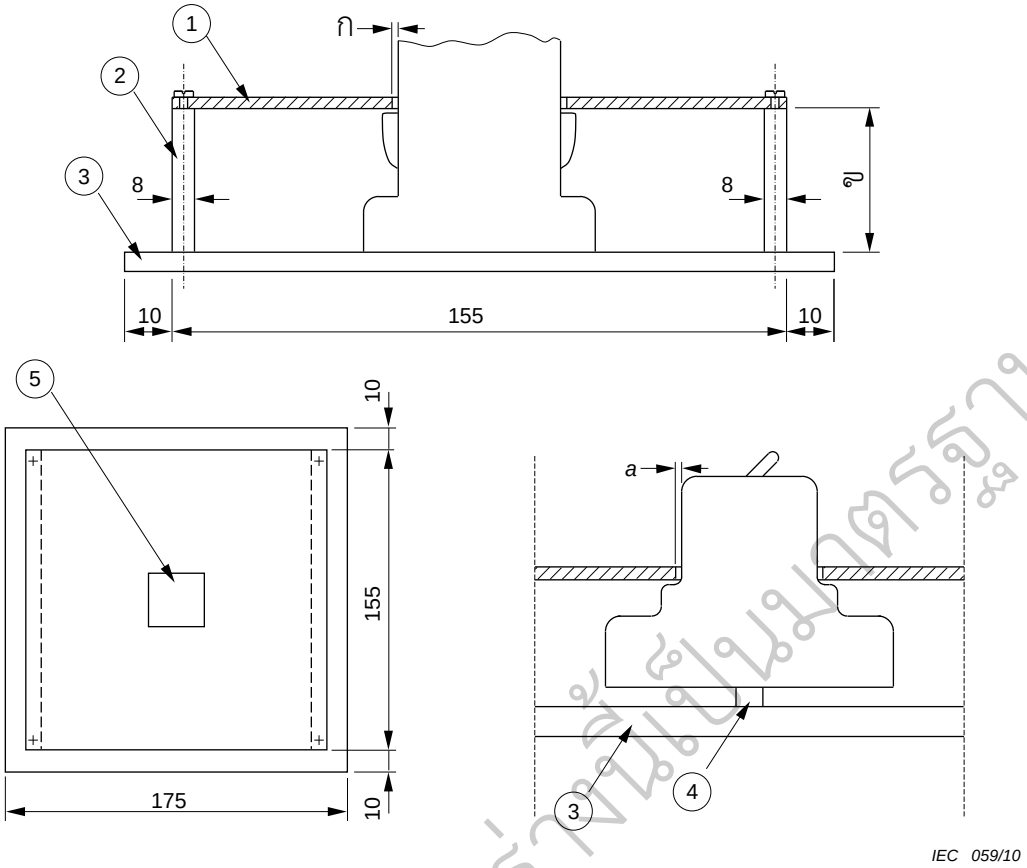
1) แผ่นไม้อัด

2) เดือยหมุน

รูปที่ 17 ฐานยึดติดตัวอย่างเพื่อทดสอบแรงกระแทกทางกล

(ข้อ 9.13.2.1)

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1) แผ่นเหล็กปรับเปลี่ยนได้ หนา 1 mm

2) แผ่นอะลูมิเนียม หนา 8 mm

3) แผ่นติดตั้ง

4) รางที่ออกแบบสำหรับติดตั้ง RCBO

5) ช่องแผ่นเหล็กสำหรับ RCBO

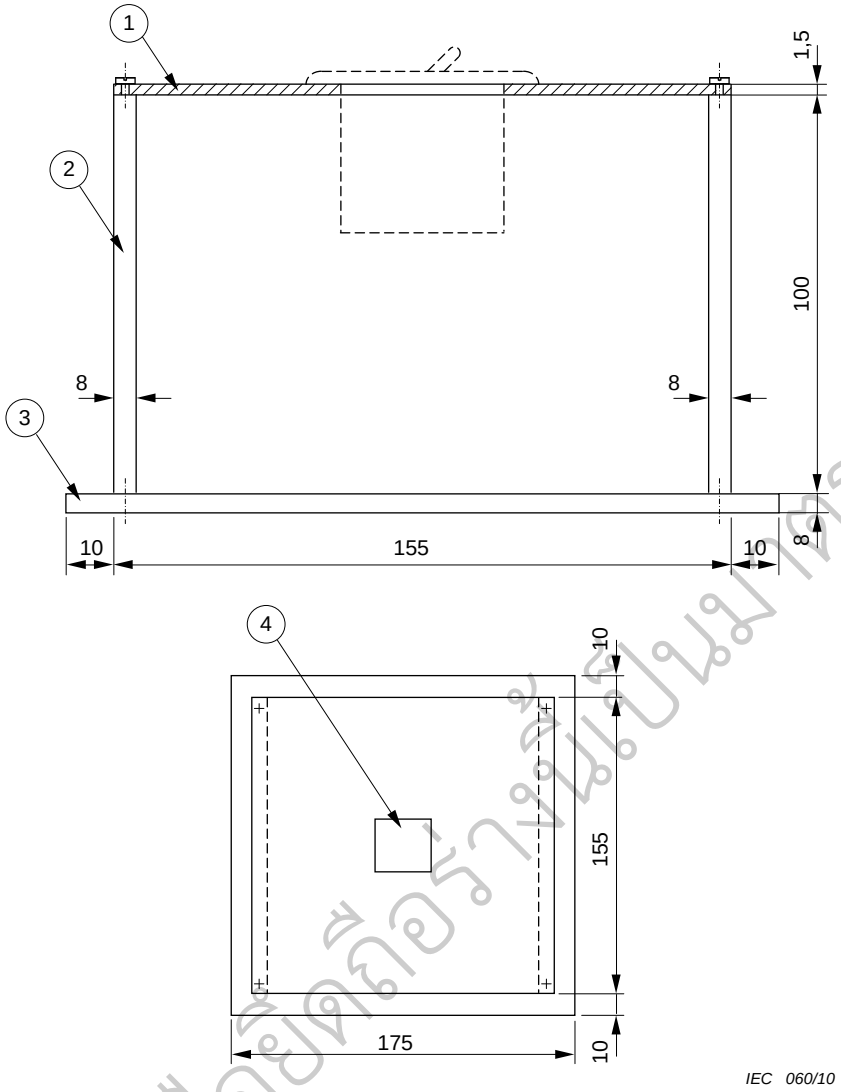
ก) ระยะระหว่างขอบของช่องกับผิวนอกของ RCBO ต้องมีค่าระหว่าง 1 mm กับ 2 mm

ข) ความสูงของแผ่นอะลูมิเนียมต้องทำให้แผ่นเหล็กวางอยู่บนฐานรองรับของ RCBO หรือถ้า RCBO ไม่มีฐานรองรับ ระยะจากส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งต้องป้องกันด้วยแผ่นฝาครอบเพิ่มเติมกับด้านล่างของแผ่นเหล็กเท่ากับ 8 mm

รูปที่ 18 ตัวอย่างของการยึดติด RCBO แบบไม่มีเปลือกหุ้มสำหรับการทดสอบแรงกระแทกทางกล

(ข้อ 9.13.2.1)

ห้ามใช้หรือคัดลอกสำหรับมาตรฐาน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

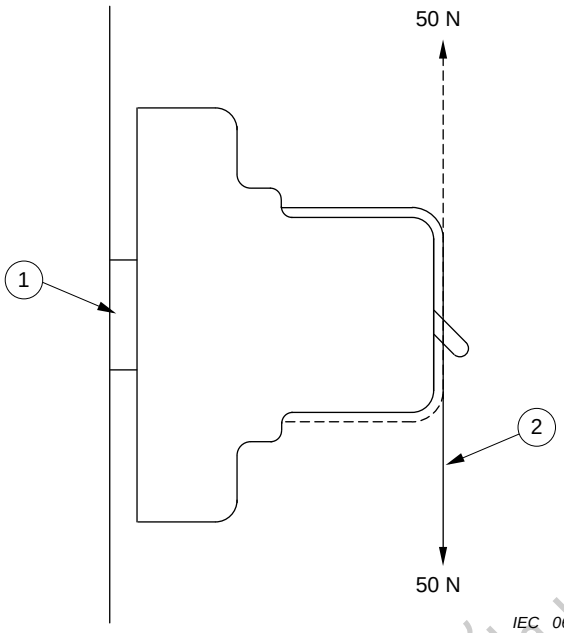
1) แผ่นเหล็กปรับเปลี่ยนได้ หนา 1.5 mm
2) แผ่นอะลูมิเนียม หนา 8 mm
3) แผ่นติดตั้ง
4) ช่องแผ่นเหล็กสำหรับ RCBO

หมายเหตุ ในกรณีพิเศษ อาจเพิ่มมิติได้ตามความเหมาะสม

รูปที่ 19 ตัวอย่างของการยึดติด RCBO แบบยึดติดในแผงสวิตช์สำหรับการทดสอบแรงกระแทกทางกล

(ข้อ 9.13.2.1)

ห้ามใช้หรือจำหน่ายมาตรฐาน ยกเลิกอ้างอิงได้

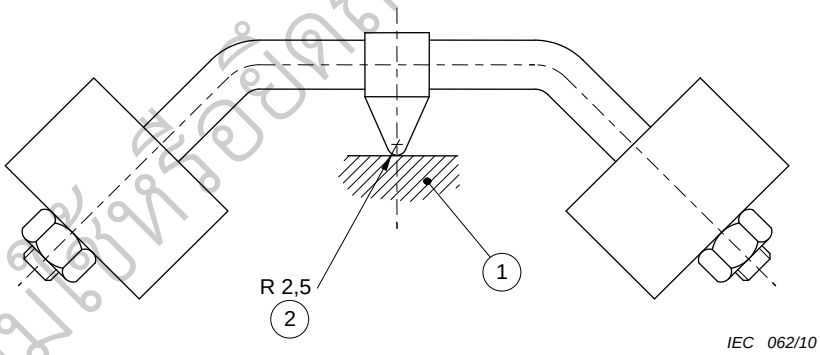


1) ราง

2) สายอ่อน

รูปที่ 20 แรงที่กระทำของการทดสอบแรงกระแทกทางกลของ RCBO แบบยึดติดกับราง

(ข้อ 9.13.2.2)



1) ตัวอย่าง

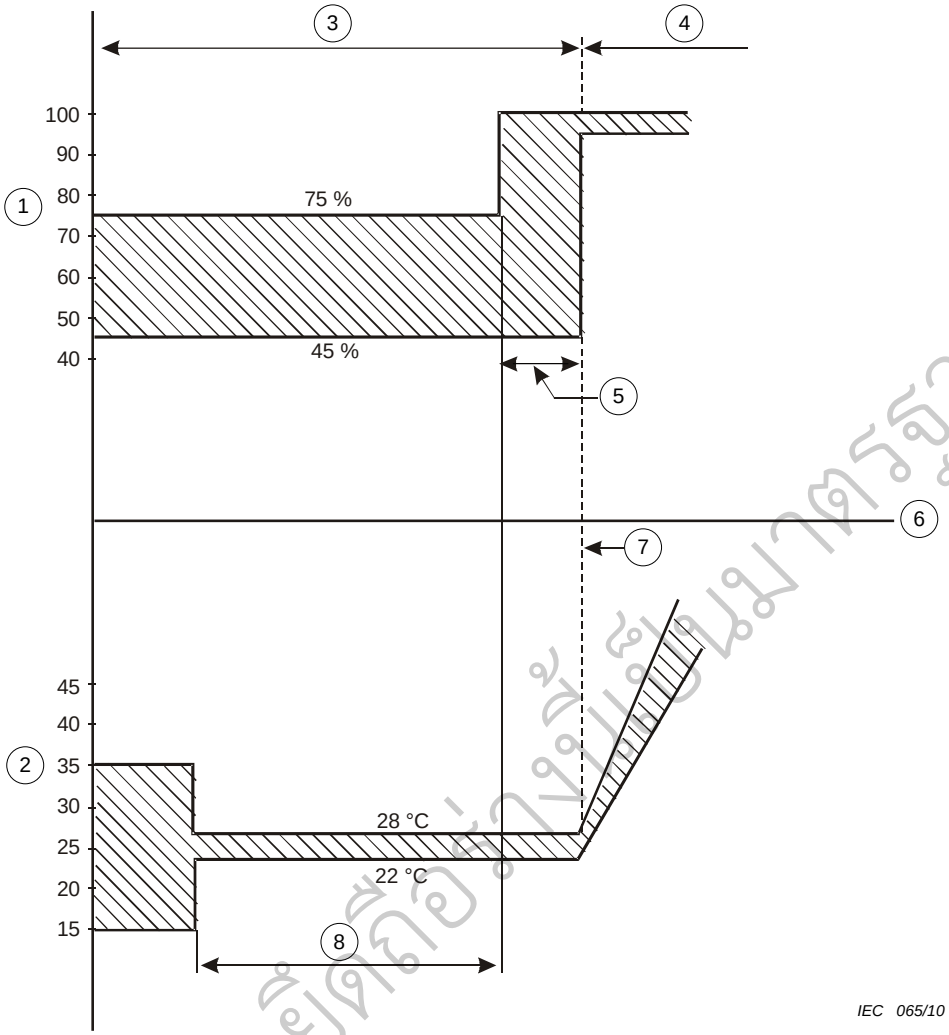
2) ทรงกลม

รูปที่ 21 เครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกกลมเหล็ก

(ข้อ 9.14.2)

รูปที่ 22 ว่าง

ห้ามใช้หรือดัดแปลงมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

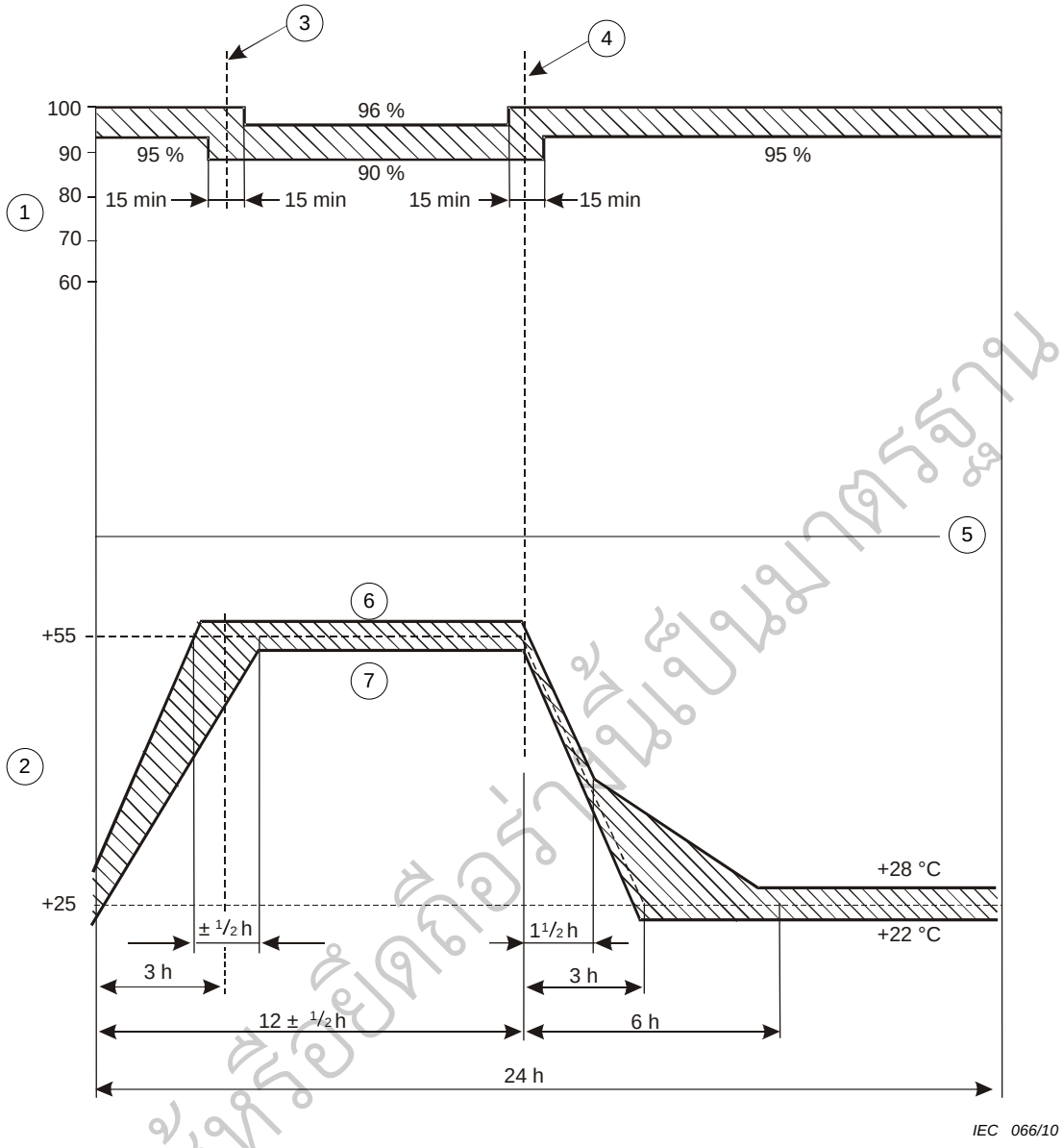


1) ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
2) อุณหภูมิโดยรอบ (°C)
3) คาบเวลาคงตัว
4) วัฏจักรแรก
5) ช่วงเวลาให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 95% ถึง 100% (ไม่เกิน 1h)
6) เวลา
7) จุดเริ่มต้นวัฏจักรแรก
8) ช่วงเวลาให้ตัวอย่างถึงอุณหภูมิคงตัว

รูปที่ 23 คาบเวลาคงตัวสำหรับการทดสอบความเชื่อถือได้

(ข้อ 9.22.1.3)

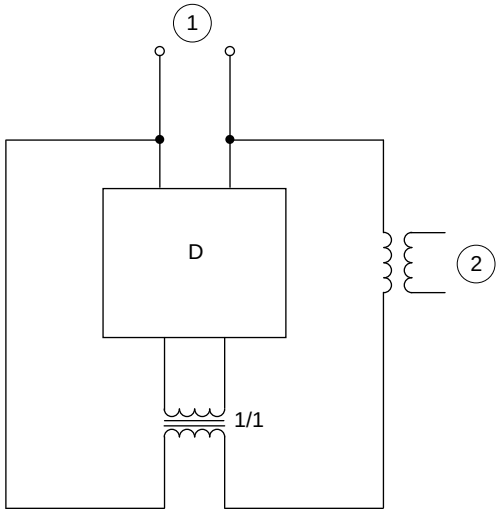
ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน



1) ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
2) อุณหภูมิโดยรอบ (°C)
3) จุดสิ้นสุดการเพิ่มอุณหภูมิ
4) จุดเริ่มต้นการลดอุณหภูมิ
5) เวลา
6) ค่าอุณหภูมิด้านสูง +57 °C
7) ค่าอุณหภูมิด้านต่ำ +53 °C

รูปที่ 24 วัฏจักรการทดสอบความเชื่อถือได้

(ข้อ 9.22.1.3)



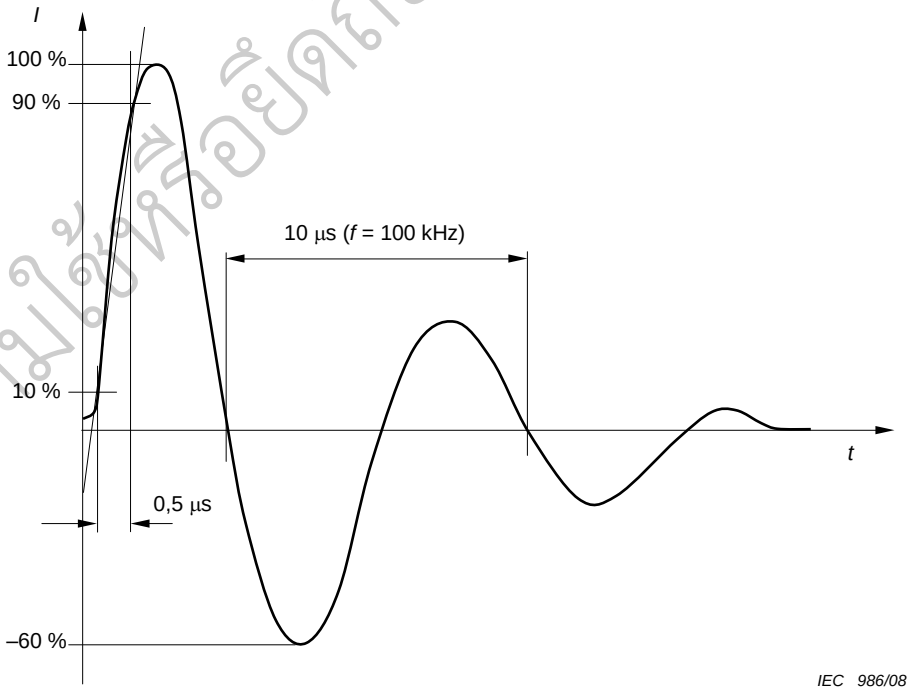
D RCBO ที่ทดสอบ

1) แหล่งจ่ายที่ 1.1 เท่าของ U_n

2) แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 25 ตัวอย่างของวงจรทดสอบการทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

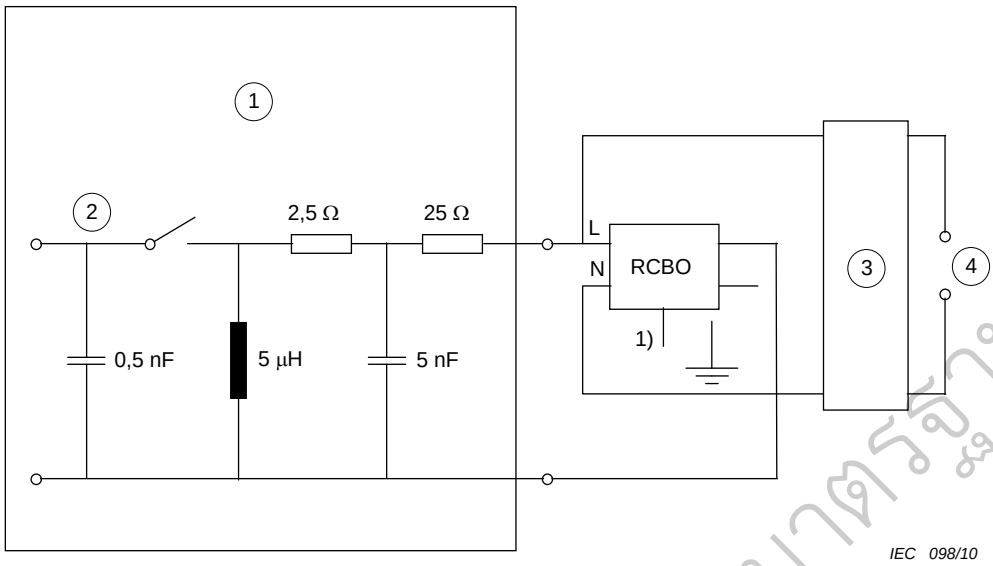
(ข้อ 9.23)



หมายเหตุ ควรใช้ความระมัดระวังเพื่อให้มั่นใจว่าคลื่นออสซิลเลตหน่วงจนถึง 5 คาบเต็มเป็นอย่างน้อย (50 µS)

รูปที่ 26 คลื่นกระแสไฟฟ้าออสซิลเลเตอร์แบบหน่วง 0.5 µS / 100 kHz

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน



1) เครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งหน่วง 0.5 μs /100 kHz

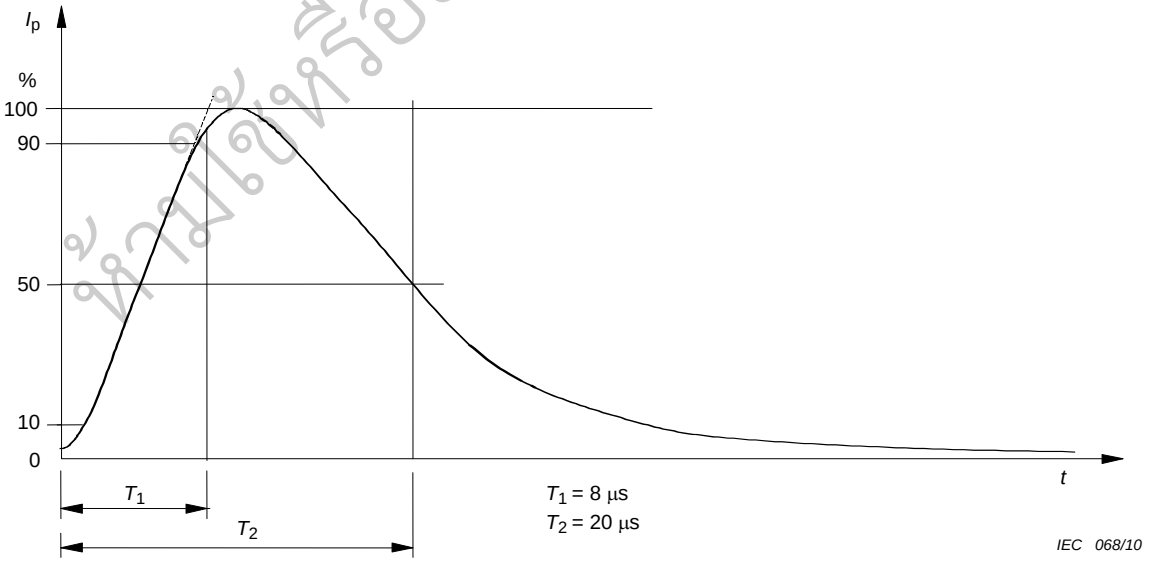
2) ตัวจุดชนวน

3) ตัวกรอง

4) แหล่งจ่าย

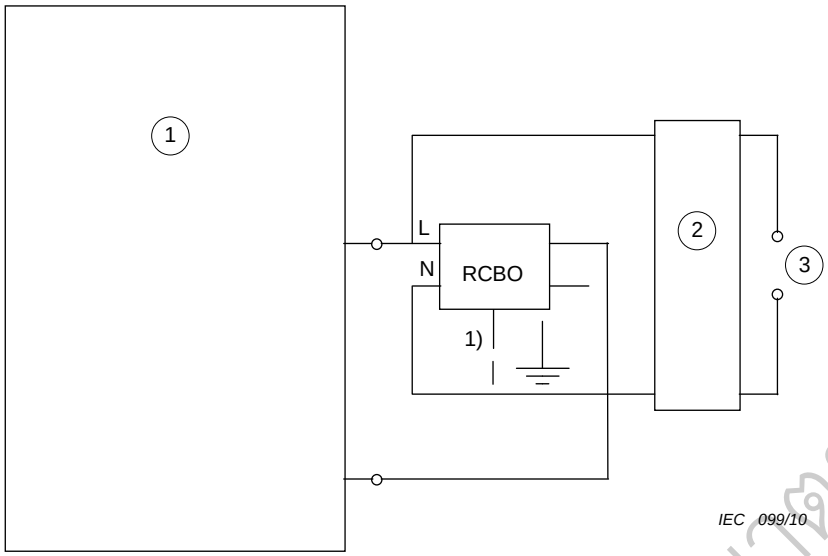
ถ้า RCBO มีขั้วต่อสายดิน ให้ต่อเข้ากับขั้วต่อนิวทรัล (ถ้ามี) และถ้ามีการทำเครื่องหมายบน RCBO หรือไม่มีการทำเครื่องหมาย ให้ต่อเข้ากับขั้วต่อสายเฟสใดเฟสนึง

รูปที่ 27 วงจรทดสอบการทดสอบด้วยคลื่นแกว่งหน่วงที่ RCBO



รูปที่ 28 อิมพัลส์กระแสเสิร์จ 8/20 μs

ห้ามใช้หรือจำหน่ายต่อร่างนี้เป็นมาตรฐาน



1) เครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งหน่วง 8/20 μs

2) ตัวกรอง

3) แหล่งจ่าย

ถ้า RCBO มีขั้วต่อสายดิน ให้ต่อเข้ากับขั้วต่อนิวทรัล (ถ้ามี) และถ้ามีการทำเครื่องหมายบน RCBO หรือ ไม่มีการทำเครื่องหมาย ให้ต่อเข้ากับขั้วต่อสายเฟสใดเฟสหนึ่ง

รูปที่ 29 วงจรทดสอบการทดสอบกระแสเสิร์จที่ RCBO

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

ลำดับการทดสอบและจำนวนของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบสำหรับจุดประสงค์การรับรอง

ก.1 ลำดับการทดสอบ

ให้ทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ ก.1 การทดสอบในแต่ละลำดับให้เป็นไปตามที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 ลำดับการทดสอบ

ลำดับการทดสอบ	หัวข้อ	การทดสอบ (หรือการตรวจพินิจ)
A_1	6	เครื่องหมาย
	8.1.1	ทั่วไป
	8.1.2	กลไก
	9.3	ความคงทนของเครื่องหมาย
	8.1.3	ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (เฉพาะชิ้นส่วนภายนอก)
	8.1.6	การสับเปลี่ยนกันไม่ได้
	9.11	กลไกทริปอิสระ
	9.4	ความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ
	9.5	ความเชื่อถือได้ของขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก
	9.6	การป้องกันช็อกไฟฟ้า
	9.14	ความทนความร้อน
	8.1.3	ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (เฉพาะชิ้นส่วนภายใน)
	9.25	ความทนทานต่อการเกิดสนิม
A_2	9.15	ความทนความร้อนผิดปกติและไฟ
B	9.7.7.4	ความต้านทานของฉนวนของหน้าสัมผัสเปิดและฉนวนพื้นฐานต่อแรงดันอิมพัลส์ในสภาวะปกติ
	9.7.7.5[ก)]	การทวนสอบพฤติกรรมของส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกับฉนวนพื้นฐาน
	9.7.1	ความทนความชื้น
	9.7.2	ความต้านทานของฉนวนของวงจรประธาน

ห้ามใช้หรือคัดลอกส่วนใดเป็นมาตรฐาน

ลำดับการทดสอบ		หัวข้อ	การทดสอบ (หรือการตรวจพินิจ)
B (ต่อ)		9.7.3	ความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรประธาน
		9.7.4	ความต้านทานของฉนวน และความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรช่วย
		9.7.7.2	การตรวจสอบระยะห่างในอากาศด้วยแรงดันคงทนอิมพัลส์
		9.7.5	วงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าตรวจจับ
		9.7.6	ขีดความสามารถของวงจรควบคุมที่ต่อกับวงจรประธาน
		9.8	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
		9.22.2	ความเชื่อถือได้ที่อุณหภูมิ 40 °C
		9.23	การเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์
C	C_1	9.10	ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า
		9.12.11.2.1	สมรรถนะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรลดลง
		(และ 9.12.12)	(การทวนสอบ RCBO ภายหลังการทดสอบการลัดวงจร)
	C_2	9.12.11.2.2	การทดสอบการลัดวงจรของ RCBO เพื่อทวนสอบความเหมาะสมสำหรับใช้ในระบบต่อลงดินแบบ IT
		(และ 9.12.12)	(การทวนสอบ RCBO ภายหลังการทดสอบการลัดวงจร)
D_0		9.9.1	ลักษณะเฉพาะการทำงานในภาวะกระแสเหลือ
D_1		9.17	พฤติกรรมในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าล้มเหลว
		9.19	พฤติกรรมในกรณีของกระแสเสิร์จ
		9.12.13	สมรรถนะที่ $I_{\Delta m}$
		9.16	อุปกรณ์ทดสอบ
E_0		9.9.2	ลักษณะเฉพาะการทำงานในภาวะกระแสเกิน
E_1		9.13	การทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล
		9.12.11.3	สมรรถนะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจร 1 500 A
		(และ 9.12.12)	
F_0		9.12.11.4 ข)	สมรรถนะที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรใช้งาน
		(และ 9.12.12)	

ห้ามใช้หรือสำเนาส่วนใดๆ โดยมิได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐาน

ลำดับการทดสอบ	หัวข้อ	การทดสอบ (หรือการตรวจพินิจ)
F_1	9.12.11.4 ค) (และ 9.12.12.2)	สมรรถนะที่ความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนด
G	9.22.1	ความเชื่อถือได้ (การทดสอบความทนสภาพอากาศ)
H[ก) ข)]	IEC 61543[2] ตารางที่ 4-T 1.1 IEC 61543 ตารางที่ 4-T 1.2 IEC 61543 ตารางที่ 5-T 2.3	ฮาร์มอนิกส์ อินเตอร์ฮาร์มอนิกส์ แรงดันสัญญาณ ภาวะทรานเซียนต์ทิศทางเดียวที่นำมาตามสายในช่วงเวลา ms และ µs (Conducted unidirectional transients of the ms and µs time scale)
I	IEC 61543 ตารางที่ 5-T 2.1 IEC 61543 ตารางที่ 5-T 2.5 IEC 61543 ตารางที่ 5-T 2.2	แรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าแบบคลื่นรูปไซน์ที่นำมาตามสาย สนามแม่เหล็กที่แผ่กระจายเป็นคลื่น ฟาสต์ทรานเซียนต์
J	IEC 61543 ตารางที่ 5-T 2.6 IEC 61543 ตารางที่ 6-3.1	การรบกวนโหมดทั่วไปในช่วงความถี่ต่ำกว่า 150 kHz ที่นำมาตามสาย การปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต
ก) อาจทดสอบโดยตัวอย่างแยกต่างหาก ข) สำหรับอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยออสซิลเลเตอร์แบบทำงานแบบต่อเนื่อง ต้องทดสอบตาม CISPR 14-1 กับตัวอย่างก่อนการทดสอบตาม IEC 61543		

ก.2 จำนวนตัวอย่างสำหรับทดสอบครบทุกรายการ

ถ้า RCBO แต่ละแบบ (จำนวนขั้ว การทริปทันที) ที่ส่งทดสอบ มีพิกัดกระแสไฟฟ้าพิกัดเดียว และพิกัดกระแสเหลือที่ทำงานพิกัดเดียว จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบตามอนุกรมที่แตกต่างกันให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ ก.2 ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์สมรรถนะต่ำสุดไว้เช่นกัน

[2] อ้างอิง IEC 61543:1995, Amendment 1:2004 and Amendment 2:2005

ถ้าตัวอย่างทดสอบทั้งหมดตามที่กำหนดในสดมภ์ที่ 2 ของตารางที่ ก.2 เป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ ให้ถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้ ถ้าตัวอย่างทดสอบจำนวนต่ำสุดตามสดมภ์ที่ 3 ของตารางที่ ก.2 เป็นไปตามที่กำหนด ให้ใช้ตัวอย่างทดสอบเพิ่มเติมตามที่กำหนดในสดมภ์ที่ 4 มาทดสอบเพิ่มเติม และตัวอย่างทดสอบเพิ่มเติมทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ จึงถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้

สำหรับ RCBO ที่มีพิกัดกระแสไฟฟ้าพิกัดเดียว แต่มีพิกัดกระแสเหลือที่ทำงานมากกว่า 1 พิกัด ให้ใช้ตัวอย่างทดสอบ 2 ชุด สำหรับแต่ละลำดับการทดสอบ ตัวอย่างทดสอบชุดแรกให้ตั้งที่กระแสเหลือที่ทำงานสูงสุด และตัวอย่างทดสอบชุดที่สองให้ตั้งที่กระแสเหลือที่ทำงานต่ำสุด

ตารางที่ ก.2 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบครบทุกรายการ

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างต่ำสุดที่ยอมรับ[ก) ข)]	จำนวนตัวอย่างที่นำมาทดสอบซ้ำ[ค)]
A_1	1	1	-
A_2	3	2	3
B	3	2	3
C_1	3	2[ง)]	3
C_2	3	2[ง)]	3
D	3	2[ง)]	3
E	3	2[ง)]	3
F_0	3	2[ง)]	3
F_1	3	2[ง)]	3
G	3	2	3
H[จ)]	3	2	3
I[จ)]	3	2	3
J[จ)]	3	2	3

ก) โดยรวมแล้ว อาจทดสอบซ้ำได้ไม่เกิน 3 ลำดับการทดสอบ

ข) ให้สันนิษฐานว่าตัวอย่างทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องจากความบกพร่องในการประกอบหรือความชำนาญ ไม่ใช่เป็นความบกพร่องในการออกแบบ

ค) ในกรณีของการทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

ง) ยกเว้นการทดสอบตามข้อ 9.12.10 ข้อ 9.12.11.2 ข้อ 9.12.11.3 ข้อ 9.12.11.4 และข้อ 9.12.13 ตามความเหมาะสม ซึ่งตัวอย่างทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

จ) ตามคำขอของผู้ทำ ตัวอย่างชุดเดียวกันอาจต้องได้รับการทดสอบมากกว่าหนึ่งลำดับการทดสอบ

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ก.3 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิธีทดสอบอย่างง่าย ในกรณีที่ RCBO มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันและพิสัยเดียวกันส่งทดสอบพร้อมกัน

ก.3.1 ถ้า RCBO มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันและมีพิสัยเดียวกัน หรือมีการส่งเพิ่ม RCBO ที่มีพิสัยดังกล่าวมาให้การรับรอง จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบอาจลดลงได้ตามที่กำหนดในตารางที่ ก.3 ตารางที่ ก.4 และตารางที่ ก.5

หมายเหตุ สำหรับจุดประสงค์ของภาคผนวกนี้ คำว่า “พื้นฐานการออกแบบเดียวกัน” ครอบคลุมถึงพิสัยของ RCBO ที่มีอนุกรมของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด (I_n) อนุกรมของกระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta n}$) และจำนวนขั้วที่แตกต่างกัน

ให้ถือว่า RCBO มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกัน ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดต่อไปนี้

1) มีพื้นฐานการออกแบบเหมือนกัน ได้แก่ แบบขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า และแบบไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ต้องไม่อยู่ด้วยกันในพิสัยเดียวกัน

2) อุปกรณ์บังคับกลไกของกระแสเหลือมีกลไกทริปเหมือนกัน และมีรีเลย์หรือโซเลนอยด์เหมือนกัน ยกเว้นการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ ค) และ ง) ตามข้างล่าง

3) ใช้วัสดุ การตกแต่งและมิติของชิ้นส่วนที่นำไฟฟ้าภายในเหมือนกัน นอกเหนือจากรายละเอียดการแปรผันที่กำหนดในข้อ ก)

4) ขั้วต่อสาย มีการออกแบบเหมือนกัน (ดูข้อ ข) ข้างล่าง)

5) มีขนาดหน้าสัมผัส วัสดุ โครงร่าง และวิธีการประกอบเหมือนกัน

6) มีกลไกทำงานด้วยมือ วัสดุ และลักษณะเฉพาะทางกายภาพเหมือนกัน

7) การขึ้นรูป และวัสดุฉนวนเหมือนกัน

8) วิธี วัสดุ และโครงสร้างของอุปกรณ์ดับอาร์กเหมือนกัน

9) มีพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์รับรู้กระแสเหลือเหมือนกัน สำหรับลักษณะเฉพาะของแต่ละแบบที่กำหนด นอกเหนือจากการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ ค)

10) มีพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์ทริปกระแสเหลือเหมือนกัน ยกเว้นสำหรับการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ ง)

11) มีพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์ทดสอบเหมือนกัน ยกเว้นสำหรับการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ จ)

ยอมให้มีการแปรผันดังต่อไปนี้ ถ้า RCBO เป็นไปตามข้อกำหนดอื่น ๆ ทั้งหมดดังรายละเอียดข้างต้น

ก) พื้นที่หน้าตัดของการต่อที่นำกระแสไฟฟ้าภายใน และความยาวของการต่อทอรอยด์

ข) ขนาดของขั้วต่อสาย

ค) จำนวนรอบและพื้นที่หน้าตัดของขดลวด และขนาดและวัสดุของแกนของหม้อแปลงไฟฟ้าผลต่าง (differential transformer)

ง) ความไวของรีเลย์และ/หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวเนื่อง (ถ้ามี)

จ) ค่าความต้านทาน (โอห์ม) ของอุปกรณ์ที่ให้จำนวนแอมแปร์-รอบสูงสุด ที่จำเป็นสำหรับการทดสอบตามข้อ 9.16 วงจรอาจต่อระหว่างเฟส หรือเฟสกับนิวทรัล

ก.3.2 RCBO ที่เป็นประเภทเดียวกันตามวิธีการทำงาน (ข้อ 4.1) พฤติกรรมเกี่ยวกับองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง (ข้อ 4.6) และเป็นประเภทเดียวกันตามหน่วงเวลา (ข้อ 4.7) ที่มีพิกัดกระแสไฟฟ้าและกระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนดต่างกัน จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบอาจลดลงได้ตามที่กำหนดในตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.3 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิธีทดสอบอย่างง่าย

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างตามจำนวนขั้ว[ก) ช)]		
	2 ขั้ว[ข) ค)]	3 ขั้ว[ง) ฉ) ญ)]	4 ขั้ว[จ)]
A_1	1 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	1 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	1 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
A_2	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
B	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
C	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
D_0+D_1	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
D_0	1 ตัวอย่างสำหรับพิกัด $I_{\Delta n}$ อื่น ทั้งหมดที่มี I_n สูงสุด		
E_0+E_1	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
E_0	1[ฌ)] ตัวอย่างสำหรับพิกัด I_n อื่น ทั้งหมดที่มี $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด		

ห้ามใช้สำเนาเพื่อการค้า ที่ไม่ได้มาตรฐาน

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างตามจำนวนขั้ว[ก) ข)]		
	2 ขั้ว[ข) ค)]	3 ขั้ว[ง) ฉ) ญ)]	4 ขั้ว[จ)]
F_0	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด
F_1	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด
G	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 ตัวอย่างที่พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
H[ฌ)]			3[ช)] ตัวอย่างที่พิกัด I_n เท่ากัน เลือกโดยการสุ่ม พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
I			3[ช)] ตัวอย่างที่พิกัด I_n เท่ากัน เลือกโดยการสุ่ม พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
J			3[ช)] ตัวอย่างที่พิกัด I_n เท่ากัน เลือกโดยการสุ่ม พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด

ก) ถ้าต้องการทดสอบซ้ำตามเกณฑ์สมรรถนะต่ำสุดที่กำหนดในข้อ ก.2 ให้ใช้ชุดตัวอย่างใหม่สำหรับการทดสอบที่เกี่ยวเนื่อง ในการทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

ข) ถ้ามีเพียง RCBO แบบ 3 ขั้วหรือแบบ 4 ขั้ว ที่ใช้ทดสอบ ให้ใช้สดมภ์นี้กับชุดตัวอย่างที่มีจำนวนขั้วน้อยที่สุด

ค) ใช้ได้กับ RCBO แบบ 1 ขั้วที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ และ RCBO แบบ 2 ขั้วที่มีขั้วป้องกัน 1 ขั้ว

ง) ใช้ได้กับ RCBO แบบ 3 ขั้ว ที่มีขั้วป้องกัน 2 ขั้ว

ห้ามใช้หรือยึดถืออย่างเป็นมาตรฐาน

จ) ใช้ได้กับ RCBO แบบ 3 ขั้ว ที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ และ RCBO แบบ 4 ขั้วที่มีขั้วป้องกัน 3 ขั้ว

ฉ) เมื่อทดสอบกับ RCBO แบบ 4 ขั้ว สดมภ์นี้สามารถตัดทิ้งได้

ช) ถ้ามีค่า $I_{\Delta n}$ เพียงค่าเดียวที่ใช้ทดสอบ พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด และพิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด แทนที่โดย $I_{\Delta n}$

ช) เฉพาะจำนวนสูงสุดของทางเดินกระแสไฟฟ้า

ฌ) สำหรับลำดับนี้ จำเป็นต้องทดสอบตามข้อ 9.9.2 เท่านั้น

ญ) ถ้ามี RCBO แบบ 3 ขั้ว มีทางเดินไฟฟ้า 4 ทาง และ RCBO แบบ 4 ขั้ว ที่ใช้ทดสอบ ให้ทดสอบ RCBO แบบ 4 ขั้ว เท่านั้น ยกเว้นการทดสอบตามข้อ 9.8 ของลำดับการทดสอบ B ซึ่งทั้งสองประเภทถูกนำไปทดสอบ

ฎ) ถ้าข้อกำหนดในการทดสอบ พิกัด I_n สูงสุด และพิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด ไม่ครอบคลุมพิสัยที่เป็นไปได้ทั้งหมดของ RCBO จะต้องเลือก $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด สำหรับการทดสอบในทุกกรณี

ก.3.3 RCBO พิสัยย่อยที่มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันตามที่กำหนดในข้อ ก.3.1 และทดสอบตามข้อ ก.3.2 แต่มีประเภทของการทริปทันทีตามที่กำหนดในข้อ 4.11 ที่แตกต่างกัน ลำดับทดสอบที่เพิ่มเติมอาจลดลงได้ตามที่กำหนดในตารางที่ ก.4 จำนวนตัวอย่างให้เป็นไปตามตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.4 ลำดับการทดสอบสำหรับ RCBO ที่มีกระแสไฟฟ้าทริปทันทีแตกต่างกัน

แบบ RCBO ที่ทดสอบครั้งแรก	ลำดับการทดสอบสำหรับ RCBO แบบอื่น		
	แบบ B	แบบ C	แบบ D
แบบ B	-	$(E_0+E_1)+F$	$(E_0+E_1)+F$
แบบ C	E_0 ก) +B ก)	-	$(E_0+E_1)+F$
แบบ D	E_0 ก) +B ก)	E_0 ก) +B ก) ข)	-

ก) สำหรับลำดับการทดสอบนี้ ให้ทดสอบเฉพาะข้อ 9.8 และข้อ 9.9.2.2 เท่านั้น

ข) เมื่อมีการขอการรับรองพร้อมกันสำหรับ RCBO แบบ B แบบ C และแบบ D ที่มีความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดเท่ากัน จะต้องใช้ลำดับการทดสอบ E_0 เท่านั้น ถ้าตัวอย่างแบบ B และแบบ D ได้รับการทดสอบแล้ว

ก.3.4 RCBO พิสัยย่อยที่มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันตามที่กำหนดในข้อ ก.3.1 และทดสอบตามข้อ ก.3.2 แต่มีประเภทของเวลาหน่วงตามที่กำหนดในข้อ 4.7 ที่แตกต่างกัน จำนวนตัวอย่างเพิ่มเติมและลำดับการทดสอบให้เป็นไปตามตารางที่ ก.3 ยกเว้นลำดับการทดสอบ A B และ E_0 อาจตัดทิ้งได้

ก.3.5 RCBO พิสัยย่อยที่มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันตามที่กำหนดในข้อ ก.3.1 และทดสอบตามข้อ ก.3.2 แต่มีประเภทของพฤติกรรมเนื่องจากองค์ประกอบของไฟฟ้ากระแสตรง (ตามข้อ 4.6) ที่แตกต่างกัน จำนวนตัวอย่างเพิ่มเติมและลำดับการทดสอบอาจลดลงได้ตามที่กำหนดในตารางที่ ก.5

ตารางที่ ก.5 ลำดับการทดสอบสำหรับ RCBO ที่มีประเภทตามข้อ 4.6 ที่แตกต่างกัน

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างที่เป็นไปตามจำนวนขั้ว[ก]		
	2 ขั้ว[ข] [ค]	3 ขั้ว[ง] [ฉ]	4 ขั้ว[จ]
D_0+D_1	1 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	1 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	1 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
D_0	1 สำหรับพิกัด $I_{\Delta n}$ อื่นทั้งหมดที่มี I_n สูงสุด		

[ก] ถ้าต้องการทดสอบซ้ำตามเกณฑ์สมรรถนะต่ำสุดที่กำหนดในข้อ ก.2 ให้ใช้ชุดตัวอย่างใหม่สำหรับการทดสอบที่เกี่ยวเนื่อง ในการทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

[ข] ถ้ามีเพียง RCBO แบบ 3 ขั้วหรือแบบ 4 ขั้ว ที่ใช้ทดสอบ ให้ใช้สดมภ์นี้กับชุดตัวอย่างที่มีจำนวนขั้วน้อยที่สุด

[ค] ใช้ได้กับ RCBO แบบ 1 ขั้วที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ และ RCBO แบบ 2 ขั้วที่มีขั้วป้องกัน 1 ขั้ว

[ง] ใช้ได้กับ RCBO แบบ 3 ขั้ว ที่มีขั้วป้องกัน 2 ขั้ว

[จ] ใช้ได้กับ RCBO แบบ 3 ขั้ว ที่มีนิวทรัลที่ไม่มีการตัดต่อ และ RCBO แบบ 4 ขั้วที่มีขั้วป้องกัน 3 ขั้ว

[ฉ] เมื่อทดสอบกับ RCBO แบบ 4 ขั้ว สดมภ์นี้สามารถตัดทิ้งได้

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

การวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน

ข.1 ทั่วไป

ในการวัดระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน แนะนำให้พิจารณาจุดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ข.2 ลักษณะรูปแบบและการวางตำแหน่งของระยะห่างตามผิวฉนวน

ถ้าจำเป็น ผู้ทำต้องแสดงลักษณะรูปแบบการวางบริภัณฑ์หรือส่วนประกอบ เพื่อไม่ให้ระยะห่างตามผิวฉนวนได้รับผลกระทบในทางลบจากการสะสมของมลภาวะที่ไม่ได้ออกแบบไว้

ข.3 ระยะห่างตามผิวฉนวนเมื่อใช้วัสดุมากกว่าหนึ่งชนิด

ระยะห่างตามผิวฉนวนอาจแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ของวัสดุที่แตกต่างกัน และ/หรือมีระดับมลภาวะที่ต่างกัน ถ้าระยะห่างตามผิวฉนวนส่วนใดส่วนหนึ่งถูกกำหนดขนาดให้ทนต่อแรงดันไฟฟ้ารวม หรือถ้าระยะทั้งหมดกำหนดขนาดตามวัสดุที่มีดัชนีการเกิดรอยเปรียบเทียบต่ำสุด

ข.4 ระยะห่างตามผิวฉนวนที่ถูกกั้นโดยวัสดุนำไฟฟ้าลอยตัว

ระยะห่างตามผิวฉนวนอาจแบ่งออกเป็นหลายส่วน ทำด้วยวัสดุฉนวนที่มีดัชนีการเกิดรอยเปรียบเทียบเหมือนกัน รวมทั้งหรือแยกจากกันโดยตัวนำลอยตัว ตราบใดที่ผลรวมของระยะระหว่างแต่ละส่วนเท่ากันหรือมากกว่าระยะห่างตามผิวฉนวนที่กำหนด หากส่วนลอยตัวไม่มีอยู่

ระยะ X ต่ำสุด สำหรับแต่ละส่วนของระยะห่างตามผิวฉนวนกำหนดไว้ใน IEC 60664-1:2007 ข้อ 6.2 (ดูตัวอย่างที่ 11 รูปที่ ข.1)

ข.5 การวัดระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ

ในการวัดระยะห่างในอากาศตาม IEC 60664-1 ระยะ *X* ที่ระบุในตัวอย่างต่อไปนี้ มีค่าต่ำสุดที่ 1.0 mm สำหรับระดับมลภาวะ 2

หากระยะห่างในอากาศที่เกี่ยวข้องน้อยกว่า 3 mm ระยะ *X* ต่ำสุดอาจลดลงเหลือหนึ่งในสามของระยะห่างในอากาศนี้

วิธีการวัดระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศได้แสดงไว้ในรูปที่ ข.1 กรณีนี้ไม่ได้แยกความแตกต่างระหว่างช่องว่างและร่องหรือระหว่างประเภทของฉนวน

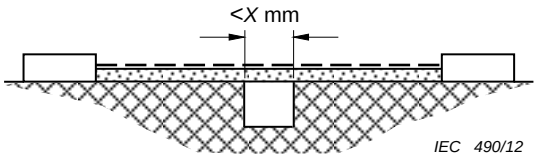
ตั้งข้อสมมุติดังต่อไปนี้

- ช่องใด ๆ ให้ถือว่าเชื่อมต่อด้วยตัวเชื่อมฉนวนที่มีความยาวเท่ากับความกว้าง *X* ที่ระบุ และวางในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด (ดูตัวอย่างที่ 3)
- เมื่อระยะห่างระหว่างร่องเท่ากับหรือใหญ่กว่าความกว้าง *X* ที่ระบุ ระยะห่างตามผิวฉนวนจะถูกวัดตามเส้นขอบเขตของร่อง (ดูตัวอย่างที่ 2)

ห้ามใช้หรือดัดแปลงมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

- ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศวัดระหว่างส่วนต่าง ๆ ซึ่งสามารถกำหนดตำแหน่งที่แตกต่างกันโดยสัมพันธ์กัน จะถูกวัดเมื่อชิ้นส่วนเหล่านี้อยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด

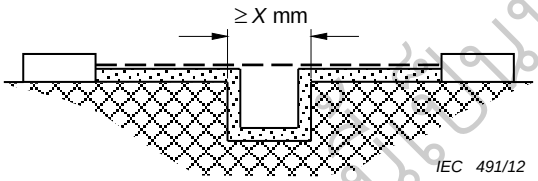
ตัวอย่างที่ 1



เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงร่องขนานหรือด้านบรรจบกันของความลึกใด ๆ ที่มีความกว้างน้อยกว่า *X* mm

ข้อกำหนด: ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศจะวัดโดยตรงผ่านร่องตามที่แสดง

ตัวอย่างที่ 2



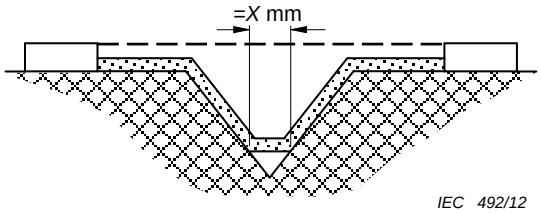
เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงร่องด้านขนานที่มีความลึกเท่าใดก็ได้และมีความกว้างเท่ากับหรือมากกว่า *X* mm

ข้อกำหนด: ระยะห่างในอากาศคือระยะทาง "แนวสายตา" ระยะห่างตามผิวฉนวนคือระยะตามเส้นขอบเขตของร่อง

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

— — — ระยะห่างในอากาศ ▭ ระยะห่างตามผิวฉนวน

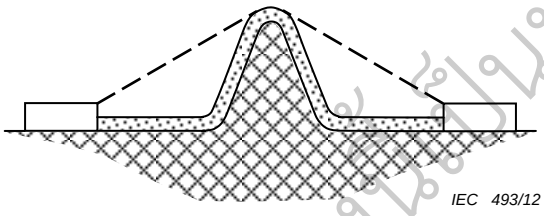
ตัวอย่างที่ 3



เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงร่องรูปอักษรวี (V) ที่มีความกว้างมากกว่า *X* mm

ข้อกำหนด: ระยะห่างในอากาศคือระยะทาง "แนวสายตา" ระยะห่างตามผิวฉนวนคือระยะตามเส้นขอบเขตของร่อง แต่ไม่นับที่ด้านล่างของร่องโดยใช้ตัวเชื่อม *X* mm

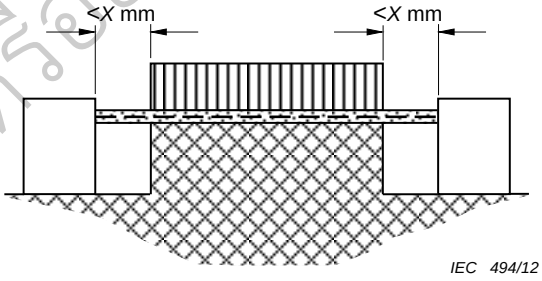
ตัวอย่างที่ 4



เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงสัน

ข้อกำหนด: ระยะห่างในอากาศคือระยะห่างที่ผ่านเส้นตรงในอากาศที่สั้นที่สุดเหนือส่วนบนของสัน ระยะห่างตามผิวฉนวนคือระยะตามเส้นขอบของสัน

ตัวอย่างที่ 5



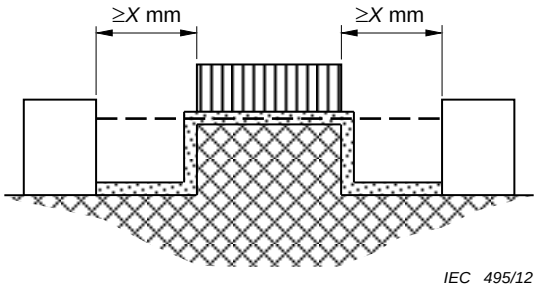
เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงส่วนที่ไม่มีการจับยึดโดยมีร่องกว้างน้อยกว่า *X* mm ในแต่ละด้าน

ข้อกำหนด: ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศคือระยะทาง "แนวสายตา" ที่แสดง

— — — ระยะห่างในอากาศ ▭ ระยะห่างตามผิวฉนวน

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

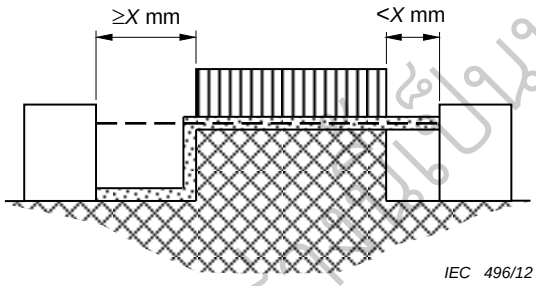
ตัวอย่างที่ 6



เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงส่วนที่ไม่มีการจับยึดโดยมีร่องกว้างแต่ละด้านเท่ากับหรือมากกว่า *X* mm

ข้อกำหนด: ระยะห่างในอากาศคือระยะทาง "แนวสายตา" ระยะห่างตามผิวฉนวนคือระยะตามเส้นขอบของร่อง

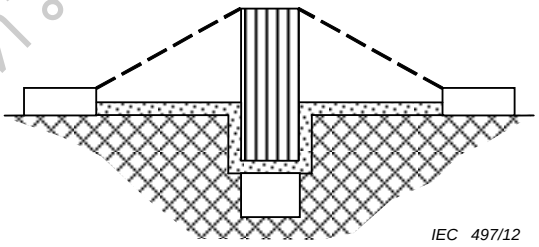
ตัวอย่างที่ 7



เงื่อนไข: เส้นทางที่พิจารณารวมถึงส่วนที่ไม่มีการจับยึดโดยที่มีร่องด้านหนึ่งกว้างน้อยกว่า *X* mm และร่องที่อยู่อีกด้านหนึ่งกว้างกว่า *X* mm ขึ้นไป

ข้อกำหนด: ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศตามที่แสดง

ตัวอย่างที่ 8



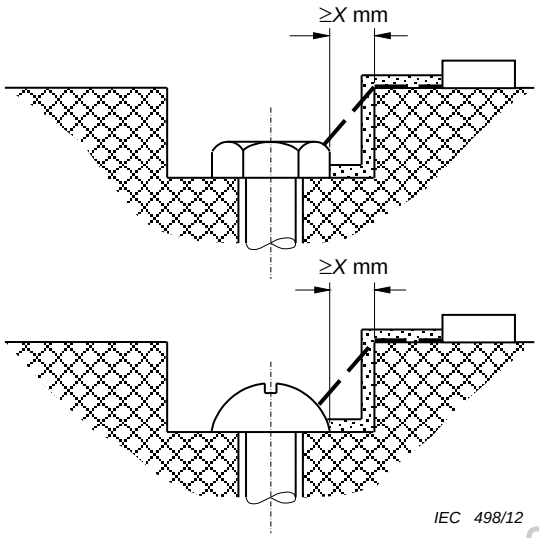
เงื่อนไข: ระยะห่างตามผิวฉนวนผ่านส่วนที่ไม่มีการจับยึดมีค่าน้อยกว่าระยะห่างตามผิวฉนวนเหนือแผ่นกั้น

ข้อกำหนด: ระยะห่างในอากาศคือระยะที่ผ่านเส้นตรงในอากาศที่สั้นที่สุดเหนือด้านบนของแผ่นกั้น

— — — ระยะห่างในอากาศ ▭ ระยะห่างตามผิวฉนวน

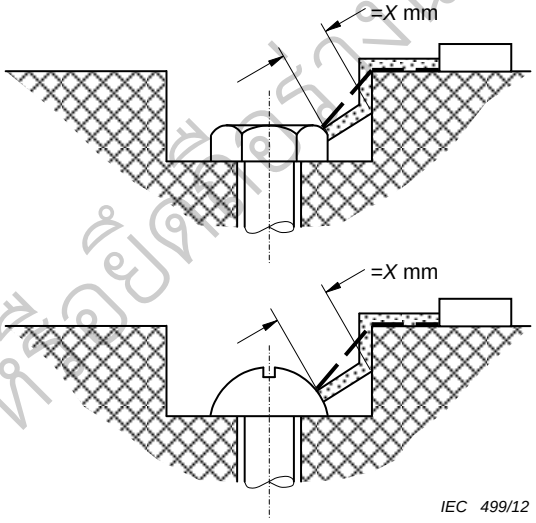
ห้ามใช้หรือคัดลอกเพื่อเป็นมาตรฐาน

ตัวอย่างที่ 9



ช่องว่างระหว่างหัวหมุดเกลียวและผนังของช่องที่กว้างพอที่จะนำมาพิจารณา

ตัวอย่างที่ 10



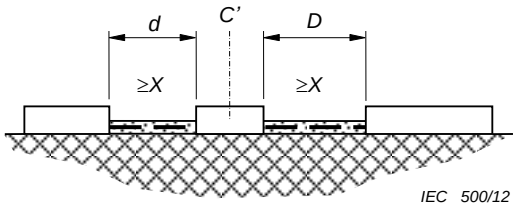
ช่องว่างระหว่างหัวหมุดเกลียวและผนังของช่องที่แคบเกินไปที่จะนำมาพิจารณา

การวัดระยะห่างตามผิวฉนวนจากหมุดเกลียวถึงผนังเมื่อระยะเท่ากับ *X* mm

— — — ระยะห่างในอากาศ ▭ ระยะห่างตามผิวฉนวน

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ตัวอย่างที่ 11



C' คือ ส่วนตัวนำลอยตัว

ระยะห่างในอากาศ = $d + D$

ระยะห่างตามผิวฉนวน = $d + D$

— — — ระยะห่างในอากาศ ▭ ระยะห่างตามผิวฉนวน

รูปที่ ข.1 ตัวอย่างวิธีการวัดระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ค.

(ข้อกำหนด)

การเตรียมการสำหรับการตรวจจับการแพร่กระจายของแก๊สที่แตกตัวเป็นไอออนระหว่างการทดสอบการลัดวงจร

ให้ติดตั้งอุปกรณ์ที่ทดสอบ (RCBO) ดังแสดงในรูปที่ ค.1 ซึ่งอาจมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการออกแบบเฉพาะของ RCBO และเพื่อให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำ

เมื่อต้องใช้แผ่นพอลิเอทิลีนระหว่างการทำงาน “O” ให้ยึดติดแผ่นพอลิเอทิลีนใสหนา (0.05 ± 0.01) mm ที่มีขนาดใหญ่กว่ามิติทั้งหมดของพื้นผิวด้านหน้าของ RCBO ในทุกทิศทางไม่น้อยกว่า 50 mm (แต่ต้องไม่เล็กกว่า 200 mm × 200 mm) ไว้ในโครงให้ตึงพอสมควร โดยให้วางที่ระยะห่าง 10 mm จาก

- ส่วนที่ยื่นสูงสุดของอุปกรณ์บังคับกลไกของ RCBO ที่ไม่มีช่องฝังอุปกรณ์บังคับกลไก หรือ
- ขอบของช่องฝังอุปกรณ์บังคับกลไกของ RCBO ที่มีช่องฝังอุปกรณ์บังคับกลไก

แผ่นพอลิเอทิลีนต้องมีสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส : 0.92 g/cm^3 ± 0.05 g/cm^3

จุดหลอมเหลว : 110 ℃ - 120 ℃

เมื่อต้องใช้แผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ให้วางแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่มีความหนาต่ำสุด 2 mm ไว้ดังแสดงในรูปที่ ค.1 ระหว่างช่องระบายอาร์ก (arc vent) กับแผ่นพอลิเอทิลีน เพื่อป้องกันแผ่นพอลิเอทิลีนเสียหายอันเนื่องมาจากอนุภาคความร้อนที่แพร่กระจายออกมาจากช่องระบายอาร์ก

เมื่อต้องใช้กริด ให้วางกริดตามที่กำหนดในรูปที่ ค.2 ไว้ที่ระยะห่าง “a” mm จากแต่ละด้านข้างของช่องระบายอาร์กของ RCBO ตามรูปที่ ค.1

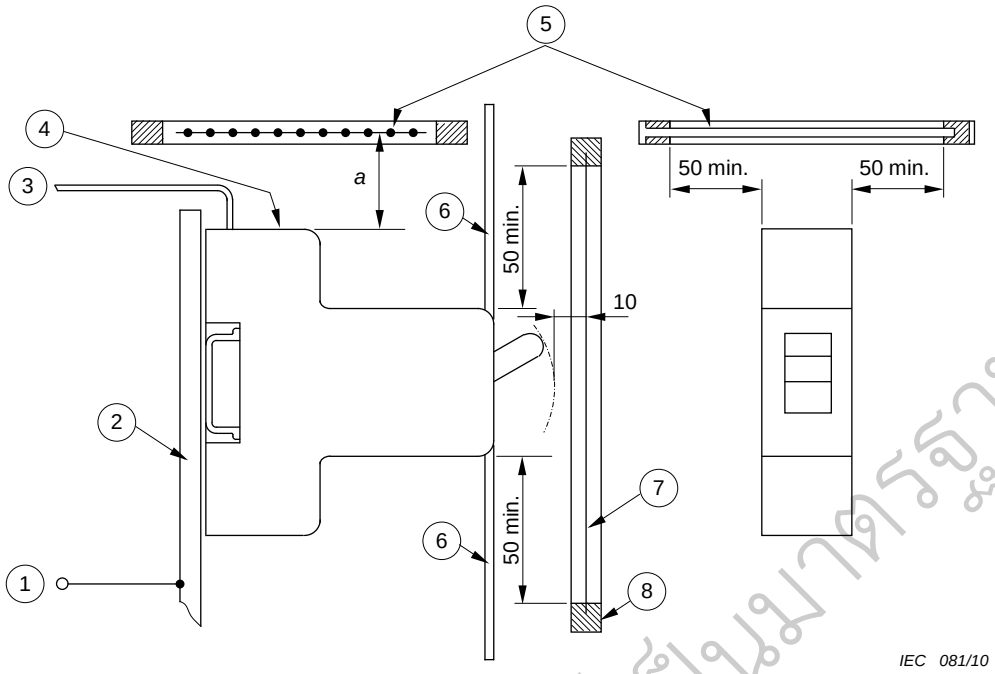
เมื่อต้องใช้กริด (ดูรูปที่ ค.3) ต้องต่อเข้ากับจุด B และจุด C (ดูรูปที่ 7 หรือ 8 ตามความเหมาะสม)

พารามิเตอร์สำหรับวงจรกริด ให้เป็นดังนี้

ตัวต้านทาน R′ : 1.5 Ω

ลวดทองแดง F′ : ยาว 50 mm และเส้นผ่านศูนย์กลางให้เป็นไปตามข้อ 9.12.9.1

ห้ามใช้หรือคัดลอกส่วนใดส่วนหนึ่งของมาตรฐานนี้

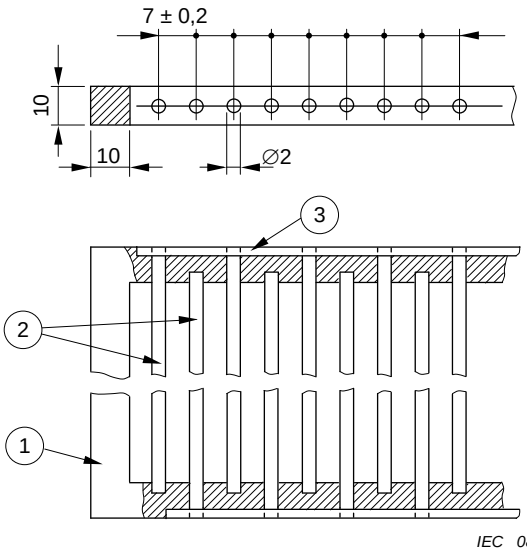


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1) ไปยังฟิวส์ F
2) แผ่นโลหะ
3) สายไฟฟ้า
4) ช่องระบายอาร์ก
5) กริด
6) แผ่นกั้น
7) แผ่นพอลิเอทิลีน
8) โครง

รูปที่ ค.1 การเตรียมการทดสอบ

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน



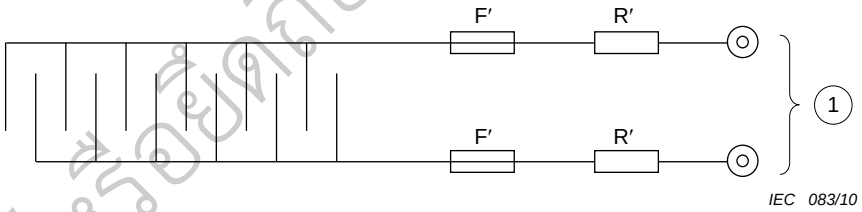
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1) โครงของวัสดุฉนวน

2) ลวดทองแดง

3) โลหะสำหรับต่อระหว่างลวดทองแดง

รูปที่ ค.2 กริด



1) จุด B และ C (ดูรูปที่ 7 หรือ 8 ตามความเหมาะสม)

รูปที่ ค.3 วงจรกริด

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ง.

(ข้อกำหนด)

การทดสอบประจำ

ง.1 ทั่วไป

การทดสอบตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบถึงการแปรผันที่ยอมรับไม่ได้ของวัสดุหรือการผลิตเกี่ยวเนื่องกับความปลอดภัย

โดยทั่วไป เพื่อให้มั่นใจว่า RCBO ทุกตัวเป็นไปตามตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานนี้ ต้องมีการทดสอบรายการอื่น ๆ อีกตามประสบการณ์ของผู้ทำ

ง.2 การทดสอบการทริป

ป้อนกระแสเหลือไหลผ่านแต่ละขั้วของ RCBO หมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว RCBO ต้องไม่ทริปที่กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 $I_{\Delta n}$ แต่ต้องทริปที่ $I_{\Delta n}$ ภายในเวลาที่กำหนด (ดูตารางที่ 2)

ให้ป้อนกระแสไฟฟ้าทดสอบกับ RCBO แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 5 ครั้ง และต้องป้อนเข้าแต่ละขั้วไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง

ง.3 การทดสอบความทนทางไฟฟ้า

ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มีรูปคลื่นใกล้ไซน์ 1 500 V ความถี่ 50 Hz เป็นเวลา 1 s ดังนี้

ก) ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งเปิด ให้ป้อนระหว่างขั้วต่อสายที่มีการต่อทางไฟฟ้าเมื่อ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด

ข) RCBO ที่ไม่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่ออยู่ ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด ให้ป้อนระหว่างขั้วต่อสายขั้วใดขั้วหนึ่งกับขั้วอื่น ๆ ที่ต่อเข้าด้วยกัน หมุนเวียนกันไป

ค) RCBO ที่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่ออยู่ ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งเปิด ให้ป้อนระหว่างขั้วต่อสายด้านเข้าทั้งหมดหมุนเวียนกันไป หรือระหว่างขั้วต่อสายด้านออกทั้งหมดหมุนเวียนกันไป (ให้ทดสอบเฉพาะด้านที่ไม่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่ออยู่)

ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน

ง.4 สมรรถนะของอุปกรณ์ทดสอบของ RCBO

ขณะที่ RCBO อยู่ในตำแหน่งปิด และต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม เมื่ออุปกรณ์ทดสอบของ RCBO ทำงาน RCBO ต้องเปิดวงจร

เมื่ออุปกรณ์ดสอบของ RCBO มีจุดประสงค์ให้ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 1 ค่า การทดสอบให้ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดต่ำสุด

ห้ามมิให้ผู้ใดดัดแปลงมาตรฐานนี้

ภาคผนวก จ.

(ข้อกำหนด)

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับวงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำพิเศษขั้นปลอดภัย

ข้อ 8.1.3 ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน

ให้เพิ่มหมายเหตุต่อไปนี้สำหรับตารางที่ 7

หมายเหตุ ส่วนที่มีไฟฟ้าของวงจรช่วยที่มีจุดประสงค์ให้ต่อกับแรงดันไฟฟ้าต่ำพิเศษขั้นปลอดภัย ต้องแยกจากวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าตามที่กำหนดใน IEC 60364-4-41:2005 ข้อ 414.4.3

ข้อ 9.7.4 ความต้านทานของฉนวนและความคงทนไดอิเล็กทริกของวงจรช่วย

ให้เพิ่มข้อความต่อไปนี้ท้ายข้อ ข)

หมายเหตุ การทดสอบสำหรับวงจรที่มีจุดประสงค์ให้ต่อกับแรงดันไฟฟ้าต่ำพิเศษขั้นปลอดภัย อยู่ระหว่างการพิจารณา

ให้เพิ่มเติมข้อความต่อไปนี้เป็นหมายเหตุท้ายข้อ ค)

หมายเหตุ 5 ค่าของแรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับวงจรที่มีจุดประสงค์ให้ต่อกับแรงดันไฟฟ้าต่ำพิเศษขั้นปลอดภัย อยู่ระหว่างการพิจารณา

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ฉ.

(ข้อกำหนด)

การประสานสัมพันธ์ระหว่าง RCBO กับฟิวส์ที่แยกต่างหากในวงจรเดียวกัน

ข้อมูลที่กำหนดใน IEC 60898-1:2002 ภาคผนวก D เพื่อให้มั่นใจในการประสานสัมพันธ์ระหว่างเครื่องตัดวงจรกับฟิวส์ที่แยกต่างหากในวงจรเดียวกัน อาจสามารถใช้เพื่อให้มั่นใจในการประสานสัมพันธ์ระหว่าง RCBO กับฟิวส์ที่แยกต่างหากในวงจรเดียวกัน

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ช.

(ข้อกำหนด)

ข้อกำหนดและการทดสอบเพิ่มเติมสำหรับ RCBO ที่ประกอบด้วยเครื่องตัดวงจรและหน่วยกระแสเหลือที่ออกแบบให้ประกอบ ณ สถานที่ใช้งาน

ช.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดหลักของมาตรฐานนี้สามารถใช้กับอุปกรณ์ทั้งหมดที่ครอบคลุมโดยภาคผนวกนี้ นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

ช.2 ขอบข่าย

ภาคผนวกนี้ครอบคลุมถึง RCBO ที่ประกอบด้วยเครื่องตัดวงจรที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60898-1 และหน่วยกระแสเหลือที่เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวเนื่องของมาตรฐานนี้ ซึ่งออกแบบให้ประกอบ ณ สถานที่ใช้งาน ที่เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำ

ช.3 บทนิยาม

ให้เพิ่มข้อความต่อไปนี้ไว้ในข้อ 3. ของมาตรฐานนี้

3.3.23 หน่วยกระแสเหลือ (residual current unit) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในเวลาเดียวกัน ทั้งหน้าที่การตรวจจับกระแสเหลือและการเปรียบเทียบค่าของกระแสไฟฟ้านี้กับค่ากระแสเหลือที่ทำงาน และรวมเข้าด้วยกันกับวิธีการทำงานของกลไกทริปของเครื่องตัดวงจร ซึ่งออกแบบไว้ให้ประกอบเข้าด้วยกัน

ช.4 การทำเครื่องหมายและฉลาก

ช.4.1 ชื่อผู้ทำหรือเครื่องหมายการค้า

อ้างอิงตามข้อ 6 (1) ของมาตรฐานนี้ เครื่องตัดวงจรและหน่วยกระแสเหลือซึ่งต้องประกอบเข้าด้วยกันต้องมีชื่อผู้ทำหรือเครื่องหมายการค้าเดียวกัน

ช.4.2 เครื่องหมาย

ช.4.2.1 เครื่องหมายของเครื่องตัดวงจร

เครื่องหมายของเครื่องตัดวงจร ให้เป็นไปตาม IEC 60898-1

ช.4.2.2 เครื่องหมายของหน่วยกระแสเหลือ

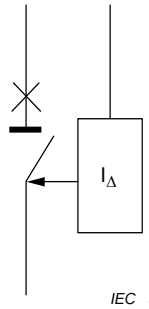
หน่วยกระแสเหลือ ต้องทำเครื่องหมายดังข้อต่อไปนี้ อ้างอิงตามข้อ 6. ของมาตรฐานนี้

1) 2) 3) 5) 6) 7) 10) 12) 13) 15) และถ้าจำเป็น 11)

นอกจากนี้ หน่วยกระแสเหลือ ต้องทำเครื่องหมายดังต่อไปนี้

- กระแสไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดของเครื่องตัดวงจรที่ประกอบเข้าด้วยกัน (เช่น 63 A max.)
- สัญลักษณ์

ห้ามใช้หรือดัดแปลงนี้เป็นมาตรฐาน



IEC 517/12

ช.4.2.3 เครื่องหมายของเครื่องตัดวงจรและหน่วยกระแสเหลือที่ประกอบแล้ว (RCBO)

หลังจากประกอบแล้ว ต้องไม่สามารถเห็นเครื่องหมายบนหน่วยกระแสเหลือตามข้อ ช.4.2.2 ดังนี้

- ข้อ 3)
- กระแสไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดของเครื่องตัดวงจร ซึ่งหน่วยกระแสเหลือสามารถประกอบเข้าด้วยกัน

หลังจากประกอบแล้ว เครื่องหมายตามข้อ 11) ของหน่วยกระแสเหลือ ต้องยังคงเห็นได้ง่าย

ช.4.3 คำแนะนำสำหรับการประกอบและใช้งาน

ผู้ทำต้องจัดเตรียมคำแนะนำสำหรับหน่วยกระแสเหลืออย่างเพียงพอ

คำแนะนำต้องมีข้อมูลอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- อ้างอิงแบบและหมายเลขแค็ตตาล็อก ครอบคลุมถึงพิกัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า จำนวนขั้วของเครื่องตัดวงจรซึ่งหน่วยกระแสเหลือถูกออกแบบให้ประกอบเข้าด้วยกัน

  หมายเหตุ จำนวนทางเดินไฟฟ้าของ RCBO สมนัยกับจำนวนทางเดินไฟฟ้า ขั้วนิวทรัลหรือการเชื่อมต่อขั้วนิวทรัลของหน่วยกระแสเหลือ อาจใช้เป็นขั้วนิวทรัลของเครื่องตัดวงจร

- ตัวคูณลดพิกัด (derating factor) (ถ้ามี)
- ความจำเป็นในการตรวจสอบการทำงานภายหลังการประกอบเพื่อทวนสอบการทำงานทางกล
- การทวนสอบการทำงานทริป โดยใช้ปุ่มกดทดสอบ

ช.5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการสร้าง

ช.5.1 ทั่วไป

การออกแบบต้องสามารถประกอบ RCBO ณ สถานที่ใช้งานได้

การออกแบบอาจให้อุปกรณ์สามารถถอดออกได้ ณ สถานที่ใช้งานตามคำแนะนำของผู้ทำ

สำหรับอุปกรณ์ที่แจ้งว่าไม่เหมาะสำหรับการถอดออก การถอดออกจะทำให้เกิดความเสียหายถาวรที่มองเห็นได้

การตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อ ช.6.4

ห้ามใช้ทรัพย์สินร่วมนี้เป็นประโยชน์ส่วนตัว

ช.5.2 ระดับชั้นการป้องกัน

ระดับชั้นการป้องกันของหน่วยกระแสเหลือต้องไม่ต่ำกว่าระดับชั้นการป้องกันของเครื่องตัดวงจรที่ประกอบเข้าด้วยกัน

ช.5.3 ข้อกำหนดทางกล

เครื่องตัดวงจรและหน่วยกระแสเหลือต้องประกอบด้วยกันได้ง่ายในลักษณะที่ถูกต้อง และการออกแบบต้องมีการป้องกันการประกอบที่ไม่ถูกต้อง

ต้องไม่มีชิ้นส่วนที่หลุดหลวมสำหรับการต่อเข้าด้วยกันของกลไกทริป

อุปกรณ์ยึดสำหรับการประกอบ ต้องเป็นแบบที่ยึดมั่นคง

หมายเหตุ ข้อกำหนดนี้ไม่ครอบคลุมฝาครอบขั้วต่อสาย (ถ้ามี)

ช.5.4 ความเข้ากันได้ทางไฟฟ้า

ต้องไม่สามารถประกอบเครื่องตัดวงจรที่กำหนดแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้กับหน่วยกระแสเหลือที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดต่ำกว่าได้

ต้องไม่สามารถประกอบเครื่องตัดวงจรที่กำหนดกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้กับหน่วยกระแสเหลือที่มีกระแสไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่าได้ (ดู ช.4.2.2)

ขั้วต่อสายของหน่วยกระแสเหลือต้องสามารถยึดกับตัวนำที่มีพิสัยของพื้นที่หน้าตัดระบุตามที่กำหนดใน IEC 60898-1:2002 ตารางที่ 5 สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องตัดวงจรที่ถูกออกแบบให้ประกอบเข้าด้วยกัน

การต่อกันทางไฟฟ้าระหว่างหน่วยกระแสเหลือกับเครื่องตัดวงจรที่ประกอบเข้าด้วยกัน ต้องเป็นส่วนของหน่วยกระแสเหลือ

ต้องไม่สามารถประกอบเครื่องตัดวงจรที่กำหนดความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดไว้กับหน่วยกระแสเหลือที่มีสมรรถนะลัดวงจรต่ำกว่าได้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบด้วยมือ

ช.6 การทดสอบเฉพาะแบบและการทวนสอบ

ช.6.1 การทดสอบกับเครื่องตัดวงจร

เครื่องตัดวงจร ต้องเป็นไปตามการทดสอบเฉพาะแบบของ IEC 60898-1

ช.6.2 การทดสอบกับหน่วยกระแสเหลือ

หน่วยกระแสเหลือ ต้องเป็นไปตามการทดสอบเฉพาะแบบที่กำหนดในตารางที่ 12 ของมาตรฐานนี้

การทดสอบตามข้อ 9.3 ข้อ 9.4 ข้อ 9.5 ข้อ 9.11 (ถ้าเกี่ยวเนื่อง) ข้อ 9.14 และข้อ 9.15

ห้ามใช้หรือดัดแปลงนี้เป็นมาตรฐาน

ช.6.3 การทดสอบกับเครื่องตัดวงจรและหน่วยกระแสเหลือที่ประกอบแล้ว

การทดสอบเฉพาะแบบที่กำหนดในตารางที่ 12 ของมาตรฐานนี้ ให้ใช้กับ RCBO ที่ครอบคลุมโดยภาคผนวกนี้ นอกจากรายการดังนี้

- ไม่ต้องใช้ข้อ 9.3 ข้อ 9.5 ข้อ 9.9.2.3 ข้อ 9.14 และข้อ 9.15
- ข้อ 9.4 ต้องทดสอบการต่อกันระหว่างเครื่องตัดวงจรกับหน่วยกระแสเหลือ
- ใช้ข้อ 9.12 ยกเว้นข้อ 9.12.11.3 ถ้า I_{cn} ไม่เท่ากับ 1 500 A และยกเว้นข้อ 9.12.11.4 ข)
- กระแสไฟฟ้าไม่ทริปที่ใช้ทั่วไป 1.13 I_n จะถูกแทนที่ทุกที่ด้วย I_n

ช.6.4 การทวนสอบเครื่องหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับโครงสร้างของ RCBO

การเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ ช.4.1 ข้อ ช.4.2 ข้อ ช.4.3 ข้อ ช.5.1 ข้อ ช.5.2 ข้อ ช.5.3 และข้อ ช.5.4 ต้องตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและทดสอบด้วยมือตามความเหมาะสม

สำหรับอุปกรณ์ที่ระบุว่าเหมาะสมที่จะถอดออกได้ การเป็นไปตามข้อกำหนดข้อ ช.5.1 ให้ตรวจสอบโดยการทดสอบต่อไปนี้เพื่อดำเนินการที่จุดเริ่มต้นของลำดับการทดสอบ D_0 ในตารางที่ ก.1

จำนวนตัวอย่างต้องเป็นไปตามลำดับการทดสอบ $D_0 + D_1$ ในตารางที่ ก.3

หน่วยกระแสเหลือและเครื่องตัดวงจรที่เข้ากันได้ตามที่ผู้ทำระบุจะต้องสามารถประกอบและถอดออก 5 ครั้ง จากนั้นถอดออกหน่วยกระแสเหลือและเครื่องตัดวงจรที่เข้ากันได้ และทำการทดสอบตามลำดับการทดสอบ D_0 หลังจากการประกอบแต่ละครั้ง ต้องตรวจสอบการทำงานที่ถูกต้องของการรวมกันโดยใช้ปุ่มทดสอบ RCBO ต้องทริปในแต่ละครั้ง

ช.7 การทดสอบประจำกับหน่วยกระแสเหลือ

ใช้ภาคผนวก ง. แต่ให้ทดสอบกับหน่วยกระแสเหลือที่ใช้งานร่วมกับเครื่องตัดวงจรทดสอบที่ปรับให้อยู่ในภาวะที่หนักที่สุด

ห้ามใช้หรือสำเนาโดยไม่ได้รับอนุญาต มอก.

ภาคผนวก ซ.

(ข้อแนะนำ)

ว่าง

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ฌก.

(ข้อแนะนำ)

วิธีการหาตัวประกอบกำลังของการลัดวงจร

การหาตัวประกอบกำลังของการลัดวงจรไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่สามารถหาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ตัวอย่างที่เป็นที่ยอมรับได้สองวิธีได้กำหนดไว้ในภาคผนวกนี้

วิธีที่ 1 การหาจากองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

ให้หามุม φ จากเส้นโค้งขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีคลื่นกระแสไฟฟ้าไม่สมมาตรระหว่างขณะลัดวงจรกับขณะหน้าสัมผัสแยกออกจากกัน ดังนี้

สูตรสำหรับองค์ประกอบทางไฟฟ้ากระแสตรง ได้แก่

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

เมื่อ i_d คือ ค่าขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง ที่เวลา t

i_{do} คือ ค่าขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง ที่เวลาเริ่มต้น

L/R คือ ค่าคงตัวเวลา (time-constant) ของวงจร เป็นวินาที

t คือ เวลา เป็นวินาที ให้นับตั้งแต่ขณะเริ่มต้น

e คือ ฐานของลอการิทึมแบบเนเปียร์ (Nepieriant logarithm)

ค่าคงตัวเวลาสามารถคำนวณหาได้จากสูตรข้างต้น ดังนี้

ก) วัดค่าของ i_{do} ที่ขณะลัดวงจร และวัดค่าของ i_d ที่ขณะเวลา t ก่อนที่หน้าสัมผัสจะแยกออกจากกัน

ข) หาค่าของ $e^{-Rt/L}$ โดยหาร i_d ด้วย i_{do}

ค) จากตารางแสดงค่าของ e^{-x} สามารถหาค่าของ $-x$ ที่สมนัยกับอัตราส่วนของ i_d / i_{do}

ง) จากค่า x หรือ Rt/L สามารถหาค่า L/R ได้

การหาค่ามุม φ จาก

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

เมื่อ ω คือ $2\pi \times$ ความถี่จริง

ไม่ควรใช้วิธีนี้เมื่อวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้หม้อแปลงกระแส (current transformer)

วิธีที่ 2 การหาด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอ้างอิง (pilot generator)

ให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอ้างอิงอยู่บนเพลาเดียวกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบ ให้เปรียบเทียบมุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอ้างอิงที่เกิดบนออสซิลโลแกรมกับมุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบมุมกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบต่อไป

ห้ามใช้หรือเผยแพร่ก่อนประกาศเป็นมาตรฐาน

ความแตกต่างระหว่างมุมเฟสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอ้างอิงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบในด้านหนึ่ง และเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง และเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าทดสอบ ในอีกด้านหนึ่ง สามารถให้ค่ามุมเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบ จากนั้นสามารถหาตัวประกอบกำลัง

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ฌข.

(ข้อแนะนำ)

สัญลักษณ์

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด	I_n
กระแสเหลือ	I_Δ
กระแสเหลือที่ทำงานที่กำหนด	$I_{\Delta n}$
กระแสเหลือไม่ทำงานที่กำหนด	$I_{\Delta no}$
แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	U_n
แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด	U_e
แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด	U_i
วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนด	I_m
วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด	$I_{\Delta m}$
กระแสไฟฟ้าลัดวงจรภาวะที่กำหนด	I_{nc}
กระแสไฟฟ้าลัดวงจรเหลือภาวะที่กำหนด	$I_{\Delta c}$
ค่าขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าซึ่ง RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้ายังคงทำงานได้	U_x
ค่าขีดจำกัดที่แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าค่านี้ RCBO ที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าจะเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ	U_y

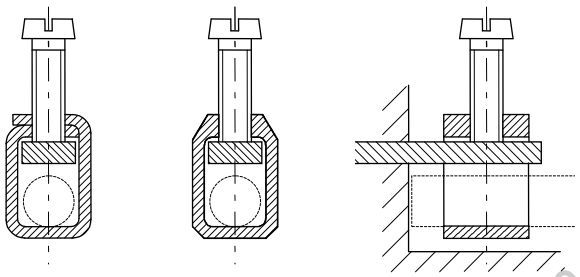
ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ณค.

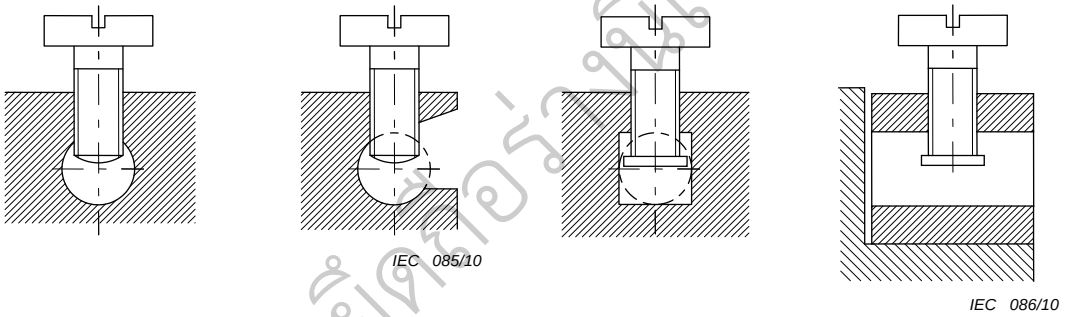
(ข้อแนะนำ)

ตัวอย่างของขั้วต่อสาย

ภาคผนวกนี้แสดงตัวอย่างการออกแบบขั้วต่อสาย ตำแหน่งที่ใส่ตัวนำต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสมสำหรับรองรับตัวนำเส้นเดี่ยวแข็ง และมีพื้นที่หน้าตัดที่เหมาะสำหรับรองรับตัวนำตีเกลียวแข็ง (ดูข้อ 8.1.5)



รูปที่ ณค.1.ก ขั้วต่อสายมีแผ่นยึด

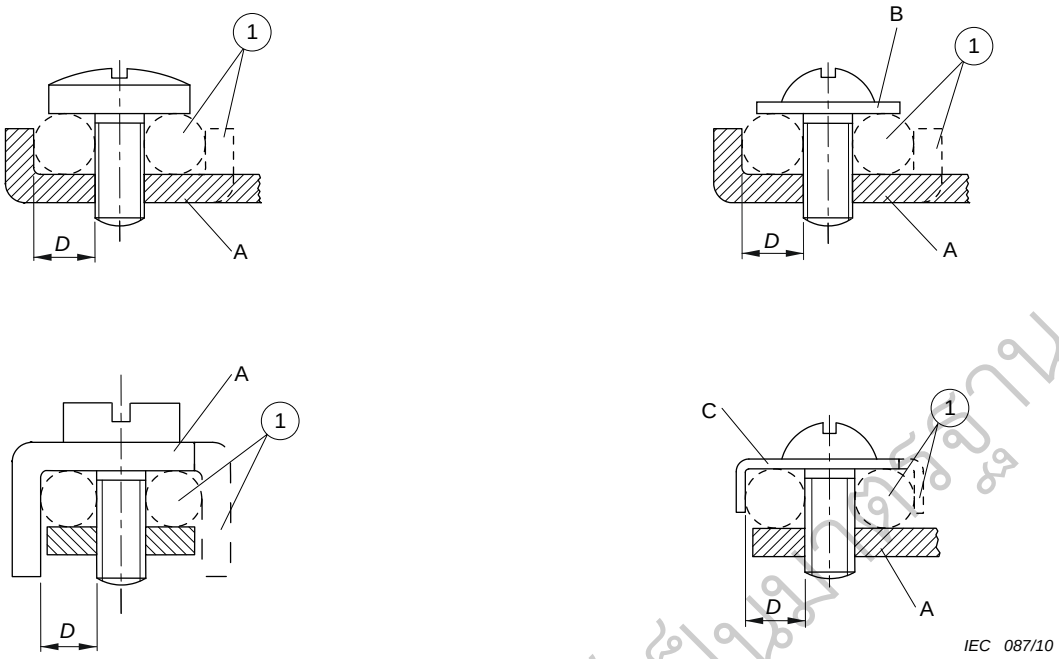


รูปที่ ณค.1.ข ขั้วต่อสายชนิดไม่มีแผ่นอัด **รูปที่ ณค.1.ค ขั้วต่อสายชนิดมีแผ่นอัด**

หมายเหตุ ส่วนของขั้วต่อสายที่ประกอบด้วยรูเกลียวและส่วนของขั้วต่อสายที่ตัวนำจับยึดด้วยหมุดเกลียว อาจเป็นส่วนแยกกัน 2 ส่วน เช่น ขั้วต่อสายที่มีแผ่นยึด

รูปที่ ณค.1 ตัวอย่างของขั้วต่อสายปลายหมุดเกลียว

ห้ามใช้เพื่อการค้า ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



รูปที่ ณค.2.ก ขั้วต่อหัวหมุดเกลียว

หมุดเกลียวที่ไม่ต้องใช้แหวนรองหรือแผ่นจับยึด

หมุดเกลียวที่ใช้แหวนรอง แผ่นจับยึด หรืออุปกรณ์ป้องกันการเคลื่อนตัว

รูปที่ ณค.2.ข ขั้วต่อเดือยเกลียว

1 เผื่อเลือก

A ส่วนอยู่กับที่

B แหวนรองหรือแผ่นจับยึด

C อุปกรณ์ป้องกันการเคลื่อนตัว

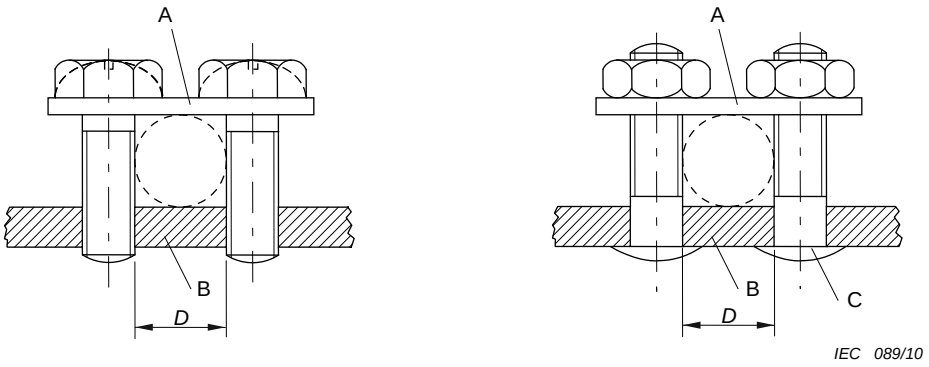
D ช่องสอดตัวนำ

E เดือยเกลียว

ส่วนที่ยึดตัวนำให้อยู่ในตำแหน่ง อาจทำจากวัสดุฉนวนถ้าแรงกดยึดตัวนำไม่ต้องส่งผ่านวัสดุฉนวนนั้น

รูปที่ ณค.2 ตัวอย่างของขั้วต่อหมุดเกลียวและขั้วต่อเดือยเกลียว

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน



A ประกับ

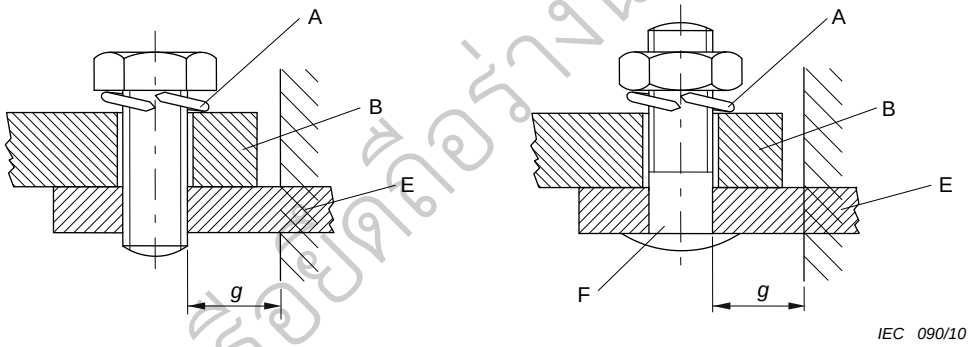
B ส่วนที่อยู่กับที่

C เดือยเกลียว

D ช่องสอดตัวนำ

ผิวหน้าทั้งสองด้านของแผ่นประกับ อาจมีรูปร่างที่แตกต่างกันเพื่อให้เข้ากับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กสุดหรือใหญ่สุดได้โดยการกลับหน้าประกับขั้วต่อสาย อาจมีหมุดเกลียวหรือเดือยเกลียวมากกว่า 2 ตัวได้

รูปที่ ฌค.3 ตัวอย่างของขั้วต่อประกับ



A อุปกรณ์ล็อก

B หูสายหรือแท่งตัวนำ

E ส่วนอยู่กับที่

F เดือยเกลียว

สำหรับขั้วต่อสายแบบนี้ ต้องจัดเตรียมแหวนรองสปริง หรืออุปกรณ์ล็อกอื่นที่ให้ประสิทธิผลเทียบเท่ากัน และผิวหน้าบริเวณพื้นที่ยึดต้องเรียบ สำหรับบริภัณฑ์บางประเภท ยอมให้ใช้ขั้วหูต่อสายขนาดเล็กกว่าที่กำหนดได้

รูปที่ ฌค.4 ตัวอย่างของขั้วต่อหูสาย

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ฌง.

(ข้อแนะนำ)

ความสอดคล้องระหว่างตัวนำทองแดง ISO กับ AWG

ขนาด ISO mm^2	AWG	
	ขนาด	พื้นที่หน้าตัด mm^2
1.0	18	0.82
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4.0	12	3.3
6.0	10	5.3
10.0	8	8.4
16.0	6	13.3
25.0	3	26.7
35.0	2	33.6
50.0	0	53.5

โดยทั่วไป จะใช้ขนาด ISO

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ฌจ.

(ข้อแนะนำ)

โปรแกรมการทดสอบติดตามผลสำหรับ RCBO

ฌจ.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เพื่อเป็นการรับประกันว่ามีการรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผู้ทำต้องจัดทำวิธีการตรวจสอบติดตามผลไว้ในกระบวนการผลิตด้วย

ภาคผนวกนี้แสดงตัวอย่างวิธีการติดตามผลสำหรับการผลิต RCBO

ผู้ทำอาจจะใช้เป็นแนวทางสำหรับนำไปดัดแปลงวิธีการเฉพาะและองค์กรที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการติดตามผลการจำหน่ายและการติดตามผลการผลิต อาจใช้เพื่อการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ตัดวงจรเมื่อมีกระแสเหลืออย่างปลอดภัย

ฌจ.2 โปรแกรมการทดสอบติดตามผล

โปรแกรมการทดสอบติดตามผล ครอบคลุมอนุกรมของการทดสอบ 2 ชุด

ฌจ.2.1 โปรแกรมการทดสอบติดตามผลรายไตรมาส

ดูตารางที่ ฌจ.1 ลำดับการทดสอบ Q

ฌจ.2.2 โปรแกรมการทดสอบติดตามผลประจำปี

ดูตารางที่ ฌจ.1 ลำดับการทดสอบ Y1 ถึง Y3

หมายเหตุ การทดสอบติดตามผลประจำปี อาจทำร่วมกับการทดสอบติดตามผลรายไตรมาส

ห้ามใช้หรือคัดลอกร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ฌจ.1 ลำดับการทดสอบระหว่างการตรวจสอบติดตามผล

ลำดับการทดสอบ	ข้อ	การทดสอบ	ข้อแนะนำ
Q	9.16	อุปกรณ์ทดสอบ	ข้อ ข) และ ค) เท่านั้น ยกเว้นกรณีการทวนสอบแอมแปร์-รอบของวงจรทดสอบ
	9.9.1.2 ก)	ลักษณะเฉพาะการทำงานเมื่อมีกระแสเหลือ	
	9.9.1.2 ค)	ลักษณะเฉพาะการทำงานเมื่อมีกระแสเหลือ	
Y1	9.9.1.2 ฉ)	ลักษณะเฉพาะการทำงานเมื่อมีกระแสเหลือ	
	9.7	การทดสอบสมบัติไดอิเล็กทริก	
	9.10	ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า	
Y2	9.22.1	ความเชื่อถือได้ (ความทนสภาพอากาศ)	
Y3	9.23	ความทนต่อการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน	

ฌจ.2.3 วิธีการชักตัวอย่าง

ฌจ.2.3.1 โปรแกรมการทดสอบรายไตรมาส

สำหรับจุดประสงค์ของโปรแกรมการทดสอบรายไตรมาส ให้ใช้ระดับการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบแบบปกติ
- การตรวจสอบแบบเข็มงวด

สำหรับการตรวจสอบติดตามผลครั้งแรก ให้ใช้การตรวจสอบแบบปกติ

สำหรับการตรวจสอบที่ต่อเนื่อง จะใช้การตรวจสอบแบบปกติ หรือแบบเข็มงวด หรือการหยุดการผลิต ให้พิจารณาจากผลการทดสอบที่ดำเนินการอยู่

ให้ใช้หลักเกณฑ์ต่อไปนี้ในการปรับการตรวจสอบจากระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่ง

- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบปกติ

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ให้คงระดับการตรวจสอบไว้ที่ระดับปกติถ้าตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 6 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ (ดูตารางที่ ฌจ.2 ลำดับ Q) ถ้าตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ตรวจสอบครั้งต่อไป 1 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

ห้ามใช้ในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากมาตรฐาน

- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบเข้มงวด

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างเท่านั้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ปรับระดับการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวด

- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นให้หยุดการผลิต

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ และมีตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า 4 ตัวอย่าง ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

- ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นแบบปกติ

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบเข้มงวด ถ้ามีตัวอย่างจำนวนไม่น้อยกว่า 12 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ดูตารางที่ ฌจ.2) ให้ปรับระดับการตรวจสอบเป็นแบบปกติ

- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด

  เมื่ออยู่ในระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 10 หรือ 11 ตัวอย่างเท่านั้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามลำดับการทดสอบ ให้คงระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด และให้ตรวจสอบครั้งต่อไป 1 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

- ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นให้หยุดการผลิต

  ในกรณีที่การตรวจสอบทั้ง 4 ครั้งติดต่อกันยังคงเป็นการตรวจสอบแบบเข้มงวด หรือมีตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า 10 ตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

- เริ่มการผลิตใหม่

  การผลิตสามารถเริ่มต้นใหม่ได้หลังจากมีการยืนยันการแก้ไขที่เหมาะสม การเริ่มการผลิตใหม่ให้อยู่ในภาวะการตรวจสอบแบบเข้มงวด

ฌจ.2.3.2 โปรแกรมการทดสอบประจำปี

สำหรับจุดประสงค์ของโปรแกรมการทดสอบประจำปี ให้ใช้ระดับการตรวจสอบดังนี้

- การตรวจสอบแบบปกติ
- การตรวจสอบแบบเข้มงวด

สำหรับการตรวจสอบติดตามผลครั้งแรก ให้ใช้การตรวจสอบแบบปกติ

สำหรับการตรวจสอบที่ต่อเนื่อง จะใช้การตรวจสอบแบบปกติ หรือแบบเข้มงวด หรือการหยุดการผลิต ให้พิจารณาจากผลการทดสอบที่ดำเนินการอยู่

- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบปกติ

ห้ามใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักมาตรฐาน

เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ถ้าตัวอย่างทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ ให้คงระดับการตรวจสอบไว้ที่ระดับปกติ ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 และไม่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 และ Y3 ให้ตรวจสอบครั้งต่อไป 3 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบเข้มงวด

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ให้เปลี่ยนระดับการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวด เมื่อ

  - มีเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 หรือ
  - มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3

  ต้องตรวจสอบครั้งต่อไปภายใน 3 เดือนหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนที่ระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวดสำหรับลำดับการทดสอบใด ๆ ที่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และที่ระดับแบบปกติสำหรับลำดับการทดสอบอื่น

- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นให้หยุดการผลิต

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ และไม่มีตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 หรือมีตัวอย่างจำนวนมากกว่า 1 ตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3 ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

- ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นแบบปกติ

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบเข้มงวด ให้เปลี่ยนระดับการตรวจสอบเป็นแบบปกติ เมื่อ

  - มีตัวอย่างไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 และ
  - ไม่มีตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3

- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด

  เมื่ออยู่ในระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างเท่านั้น ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 และไม่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3 ให้คงระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด และให้มีการตรวจสอบติดตามผลครั้งต่อไป 3 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

- ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นให้หยุดการผลิต

  ในกรณีที่การตรวจสอบทั้ง 4 ครั้งติดต่อกันยังคงเป็นการตรวจสอบแบบเข้มงวด หรือเกิดข้อผิดพร่องข้อใดข้อหนึ่งระหว่างการตรวจสอบประจำปี ดังนี้

  - มีตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า 4 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1

ห้ามใช้หรือคัดลอกเป็นมาตรฐาน

- มีตัวอย่างจำนวนมากกว่า 1 ตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3

ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

- เริ่มการผลิตใหม่

การผลิตสามารถเริ่มต้นใหม่ได้หลังจากมีการยืนยันการแก้ไขที่เหมาะสม การเริ่มการผลิตใหม่ให้อยู่ในภาวะการตรวจสอบแบบเข้มงวด

ฌจ.2.4 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

จำนวนตัวอย่างสำหรับแต่ละระดับการตรวจสอบ ให้เป็นไปตามตารางที่ ฌจ.2

ตารางที่ ฌจ.2 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ	จำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบแบบเข้มงวด
Q	6	13
Y1, Y2, Y3	3 สำหรับแต่ละลำดับการทดสอบ	6 สำหรับแต่ละลำดับการทดสอบ

แต่ละอนุกรมของ RCBO มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกัน ให้ใช้ตัวอย่างเพียงชุดตัวอย่างเดียวสำหรับการทดสอบโดยไม่คำนึงถึงพิกัด

สำหรับจุดประสงค์ของโปรแกรมการทดสอบติดตามผล ให้พิจารณาว่า RCBO มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกัน ถ้ามีประเภทตามที่กำหนดในข้อ 4.1 และ

- อุปกรณ์บังคับกลไกเนื่องจากกระแสเหลือ มีกลไกทริปเหมือนกันและมีรีเลย์หรือโซเลนอยด์เหมือนกัน ยกเว้นสำหรับ
  - จำนวนรอบ และพื้นที่หน้าตัดของขดลวด
  - ขนาดและวัสดุของแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าผลต่าง
  - กระแสเหลือที่กำหนด และ
- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (ถ้ามี) มีการออกแบบเหมือนกันและใช้ส่วนประกอบเหมือนกัน ยกเว้นสำหรับการแปรผันเพื่อให้ได้ $I_{\Delta n}$ ที่แตกต่างกัน

ห้ามใช้ในเชิงพาณิชย์ ที่ยังไม่เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ญ.

(ข้อกำหนด)

ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวสำหรับตัวนำทองแดงภายนอก

ญ.1 ขอบข่าย

ภาคผนวกนี้ใช้กับ RCBO ตามขอบข่ายข้อ 1 ซึ่งมีขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว สำหรับกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 20 A เหมาะสำหรับการต่อตัวนำทองแดงที่ไม่ได้เตรียมไว้ (ดูข้อ ญ.3.6) ที่มีพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 4 mm^2

ในภาคผนวกนี้ ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวเรียกว่าขั้วต่อ และตัวนำทองแดงเรียกว่าตัวนำ

หมายเหตุ 1 การลำดับในภาคผนวกนี้เป็นไปตามตัวบทหลักของมาตรฐานนี้ ดังนั้น ลำดับไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องกัน เนื้อหาใด ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน นำไปใช้โดยไม่มีการแก้ไข

ญ.2 เอกสารอ้างอิง

ให้เป็นไปตามข้อ 2

ญ.3 บทนิยาม

ส่วนเพิ่มของข้อ 3 ให้มีการใช้คำนิยามต่อไปนี้

ญ.3.1 อุปกรณ์บีบรัด (clamping units)

ส่วนของขั้วต่อที่จำเป็นสำหรับการบีบรัดทางกลและการต่อทางไฟฟ้าของตัวนำ รวมทั้งชิ้นส่วนที่จำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่ามีแรงกดสัมผัสที่ถูกต้อง

ญ.3.2 ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว (screwless-type terminal)

ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดในภายหลังทำได้ด้วยขดสปริง ลิ่ม หรือสิ่งที่คล้ายกัน ทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อม

หมายเหตุ 1 ตัวอย่างแสดงในรูปที่ ญ.2

ญ.3.3 ขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซล (universal terminal)

ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดตัวนำทุกประเภท ทั้งตัวนำแข็งและตัวนำอ่อนตัวได้

ญ.3.4 ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซล (non-universal terminal)

ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดตัวนำบางชนิดเท่านั้น เช่น เฉพาะตัวนำเส้นเดี่ยวแข็งเท่านั้น หรือเฉพาะตัวนำแข็งเส้นเดี่ยวหรือตีเกลียวเท่านั้น

ญ.3.5 ขั้วต่อดันสาย (push-wire terminal)

ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซลซึ่งต่อโดยใช้ตัวนำแข็งเส้นเดี่ยวหรือตีเกลียว ดันเข้าไป

ญ.3.6 ตัวนำที่ไม่ได้เตรียมไว้ (unprepared conductor)

ตัวนำที่ถูกตัดและฉนวนถูกถอดออกตามความยาวที่กำหนดสำหรับใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย

ข้ามใช้หรือยังเอกสารนี้เป็นมาตรฐาน

หมายเหตุ 1 ตัวนำที่มีรูปร่างซึ่งถูกจัดเรียงไว้สำหรับต่อเข้ากับขั้วต่อสายหรือซึ่งเกลียวอาจถูกบิดเพื่อทำให้ปลายตัวนำแข็งขึ้น ถือเป็นตัวนำที่ไม่ได้เตรียมไว้

หมายเหตุ 2 คำว่า "ตัวนำที่ไม่ได้เตรียมไว้" หมายถึง ตัวนำที่ไม่ได้เตรียมโดยการบัดกรีลวดของตัวนำ การใช้หูสาย การทำตาไก่ เป็นต้น แต่รวมถึงการตกแต่งรูปร่างของตัวนำก่อนต่อเข้ากับขั้วต่อสาย หรือในกรณีของขั้วต่อสายที่ระบุสำหรับ โดยการบิดเพื่อทำให้ปลายตัวนำแข็งขึ้น

ญ.4 การจำแนกประเภท

ให้เป็นไปตามข้อ 4

ญ.5 ลักษณะเฉพาะของ RCBO

ให้เป็นไปตามข้อ 5

ญ.6 การทำเครื่องหมายและฉลาก

เพิ่มเติมจากข้อ 6 ด้วยข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซล

- ไม่ต้องทำเครื่องหมาย

ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซล

- ขั้วต่อสายที่ระบุสำหรับตัวนำเส้นเดี่ยวแข็ง ต้องแสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร “sol”
- ขั้วต่อสายที่ระบุสำหรับตัวนำแข็งเส้นเดี่ยวหรือตีเกลียว ต้องแสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร “r”
- ขั้วต่อสายที่ระบุสำหรับตัวนำอ่อนตัวได้ ต้องแสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร “f”

เครื่องหมายควรแสดงบน RCBO หรือหากไม่มีพื้นที่ว่างเพียงพอให้แสดงบนบรรจุภัณฑ์หรือข้อมูลทางเทคนิค

เครื่องหมายที่เหมาะสมซึ่งระบุความยาวในการปอกฉนวนออกก่อนใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสายต้องแสดงบน RCBO

ผู้ทำต้องให้ข้อมูลในเอกสารของผู้ทำเกี่ยวกับจำนวนตัวนำสูงสุดที่อาจจับยึดได้

ญ.7 ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งานและการติดตั้ง

ให้เป็นไปตามข้อ 7

ญ.8 ข้อกำหนดสำหรับการสร้างและการทำงาน

ให้เป็นไปตามข้อ 8 โดยมีการแก้ไขดังนี้

ในข้อ 8.1.5 ใช้เฉพาะข้อ 8.1.5.1 ข้อ 8.1.5.2 ข้อ 8.1.5.3 ข้อ 8.1.5.6 และข้อ 8.1.5.7 เท่านั้น

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและทดสอบตามข้อ ญ.9.1 และข้อ ญ.9.2 ของภาคผนวกนี้ แทนข้อ 9.4 และข้อ 9.5

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ญ.8.1 การต่อและการปลดตัวนำ

การต่อและการปลดตัวนำต้องทำโดย

- การใช้เครื่องมือสำหรับงานทั่วไปหรือโดยอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่รวมเข้ากับขั้วต่อสายเพื่อเปิดและช่วยในการใส่หรือปลดตัวนำ เช่น สำหรับขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซล

หรือสำหรับตัวนำแข็ง โดย

- ใส่อย่างง่าย สำหรับการปลดการเชื่อมต่อของตัวนำ จำเป็นต้องมีการดำเนินการอื่นนอกเหนือจากการดึงตัวนำ เช่น สำหรับขั้วต่อดันสาย

ขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซลต้องยอมรับตัวนำแข็งเส้นเดี่ยวหรือตีเกลียว และตัวนำอ่อนตัวได้ ที่ไม่ได้เตรียมไว้

ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซลต้องยอมรับประเภทของตัวนำที่ระบุโดยผู้ทำ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการทดสอบข้อ ญ.9.1 และข้อ ญ.9.2

ญ.8.2 มิติของตัวนำที่ต่อได้

มิติของตัวนำที่ต่อได้แสดงไว้ในตารางที่ ญ.1

ความสามารถในการต่อตัวนำเหล่านี้ต้องตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบตามข้อ ญ.9.1 และข้อ ญ.9.2

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ญ.1 ตัวนำที่ต่อได้

ตัวนำที่ต่อได้และเส้นผ่านศูนย์กลางตามทฤษฎี									
เมตริก (Metric)					AWG				
ตัวนำแข็ง			ตัวนำอ่อนตัวได้		ตัวนำแข็ง			ตัวนำอ่อนตัวได้	
	เส้นเดี่ยว	ตีเกลียว				เส้นเดี่ยว[ก]	ตีเกลียวประเภท B[ก]		ตีเกลียวประเภท I, K, M[ข]
mm^2	∅ mm	∅ mm	mm^2	∅ mm	เกจ	∅ mm	∅ mm	เกจ	∅ mm
1.0	1.2	1.4	1.0	1.5	18	1.02	1.16	18	1.28
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	16	1.29	1.46	16	1.60
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3	14	1.63	1.84	14	2.08
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9	12	2.05	2.32	12	2.70
หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำแข็งและตัวนำอ่อนตัวได้ที่ใหญ่ที่สุดเป็นไปตาม IEC 60228 และสำหรับตัวนำ AWG ตาม ASTM B 172-71 และสิ่งพิมพ์ของ ICEA S-19-81, S-66-524 และ S-68-516									
[ก] เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ +5 % [ข] เส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุด +5 % สำหรับหนึ่งในสามประเภท คือ I, K และ M									

ญ.8.3 พื้นที่หน้าตัดที่เชื่อมต่อได้

พื้นที่หน้าตัดที่ระบุที่จะถูกจับยึดถูกกำหนดไว้ในตารางที่ ญ.2

ตารางที่ ญ.2 พื้นที่หน้าตัดของตัวนำทองแดงที่ต่อกับขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวได้

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด A	พื้นที่หน้าตัดที่ระบุที่จะถูกจับยึด mm^2
≤ 13	> 1 และ ≤ 2.5
> 13 และ ≤ 20	> 1.5 และ ≤ 4

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและทดสอบตามข้อ ญ.9.1 และข้อ ญ.9.2

ญ.8.4 การใส่และการปลดการเชื่อมต่อของตัวนำ

การใส่และปลดตัวนำต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ห้ามใช้ที่ยึดเกี่ยวก่อนประกาศใช้มาตรฐาน

ญ.8.5 การออกแบบและการสร้างของขั้วต่อสาย

ขั้วต่อสายต้องได้รับการออกแบบและการสร้างเพื่อให้

- ตัวนำแต่ละตัวถูกจับยึดแยกกัน
- ในระหว่างการทำงานเชื่อมต่อหรือปลดการเชื่อมต่อตัวนำสามารถเชื่อมต่อหรือปลดการเชื่อมต่อได้ในเวลาเดียวกันหรือแยกจากกัน
- หลีกเลี่ยงการใส่ตัวนำที่ไม่เพียงพอ

จะต้องสามารถจับยึดตัวนำจำนวนเท่าใดก็ได้อย่างปลอดภัยสูงสุดตามที่กำหนดไว้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการทดสอบตามข้อ ญ.9.1 และข้อ ญ.9.2

ญ.8.6 ความทนต่อการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

ขั้วต่อสายต้องสามารถทนต่อการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ ญ.9.3

ญ.9 การทดสอบ

ให้เป็นไปตามข้อ 9 โดยแทนข้อ 9.4 และข้อ 9.5 ด้วยการทดสอบต่อไปนี้

ญ.9.1 การทดสอบความเชื่อถือได้ของขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว

ญ.9.1.1 ความเชื่อถือได้ของระบบไร้หมุดเกลียว

การทดสอบให้ดำเนินการกับ 3 ขั้วต่อสายของขั้วของตัวอย่างใหม่ โดยมีตัวนำทองแดงของพื้นที่หน้าตัดที่กำหนดตามตารางที่ ญ.2 ประเภทของตัวนำต้องเป็นไปตามข้อ ญ.8.1

การเชื่อมต่อและการปลดการเชื่อมต่อภายหลังจะต้องทำ 5 ครั้งด้วยตัวนำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดและ 5 ครั้งด้วยตัวนำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุด

ต้องใช้ตัวนำใหม่ทุกครั้ง ยกเว้นครั้งที่ห้า เมื่อตัวนำที่ใช้สำหรับการใส่ครั้งที่สี่ถูกจับยึดไว้ที่ตำแหน่งเดียวกัน ก่อนการใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย ลวดของตัวนำตีเกลียวแข็งจะต้องถูกจัดรูปร่างใหม่ และลวดของตัวนำอ่อนตัวได้ต้องถูกบิดเพื่อรวมปลายเข้าด้วยกัน

สำหรับการใส่แต่ละครั้ง ตัวนำจะถูกดันเข้าไปในขั้วต่อสายให้ลึกที่สุดที่สามารถทำได้หรือต้องใส่เพื่อให้ได้การเชื่อมต่อที่เพียงพออย่างชัดเจน

หลังจากการใส่แต่ละครั้ง ให้หมุนตัวนำที่ใส่ไป 90° ตามแนวแกนของตัวนำที่ระดับของส่วนที่จับยึดและปลดการเชื่อมต่อในภายหลัง

หลังจากการทดสอบนี้ ขั้วต่อสายต้องไม่เสียหายในลักษณะที่ทำให้การใช้งานต่อไปเสื่อมลง

ญ.9.1.2 การทดสอบความเชื่อถือได้ของการเชื่อมต่อ

ขั้วต่อสายทั้ง 3 ขั้วของตัวอย่างใหม่ที่ติดตั้งกับตัวนำทองแดงใหม่ของประเภทและพื้นที่หน้าตัดที่กำหนดตามตารางที่ ญ.2

ห้ามเผยแพร่ก่อนประกาศเป็นมาตรฐาน

ประเภทของตัวนำต้องเป็นไปตามข้อ ญ.8.1

ก่อนใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย ลวดของตัวนำตีเกลียวแข็งและตัวนำอ่อนตัวได้จะต้องถูกจัดรูปร่างใหม่ และลวดของตัวนำอ่อนตัวได้ต้องถูกบิดเพื่อรวมปลายเข้าด้วยกัน

ต้องสามารถติดตั้งตัวนำเข้ากับขั้วต่อสายได้โดยไม่ต้องใช้แรงมากเกินไปในกรณีของขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซล และด้วยแรงที่ต้องใช้ด้วยมือในกรณีของขั้วต่อดันสาย

ตัวนำถูกดันเข้าไปในขั้วต่อสายให้ลึกที่สุดเท่าที่สามารถทำได้หรือต้องใส่เข้าไปเพื่อให้ได้การเชื่อมต่อที่เพียงพออย่างชัดเจน

หลังจากการทดสอบ จะต้องไม่มีเส้นลวดของตัวนำหลุดออกจากขั้วต่อสาย

ญ.9.2 การทดสอบความเชื่อถือได้ของขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก ความแข็งแรงทางกล

สำหรับการทดสอบการดึงออก ขั้วต่อสายทั้ง 3 ขั้วของตัวอย่างใหม่ที่ติดตั้งกับตัวนำใหม่ของประเภทและพื้นที่หน้าตัดที่ต่ำที่สุดและสูงที่สุดที่กำหนดตามตารางที่ ญ.2

ก่อนใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย ลวดของตัวนำตีเกลียวแข็งและตัวนำอ่อนตัวได้จะต้องถูกจัดรูปร่างใหม่ และลวดของตัวนำอ่อนตัวได้ต้องถูกบิดเพื่อรวมปลายเข้าด้วยกัน

จากนั้นดึงตัวนำแต่ละตัวด้วยค่าแรงดึงที่แสดงในตารางที่ ญ.3 ใช้แรงดึงโดยไม่กระตุกเป็นเวลา 1 min ในทิศทางของแกนตัวนำ

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ญ.3 แรงดึง

พื้นที่หน้าตัด mm^2	แรงดึง N
1.0	35
1.5	40
2.5	50
4.0	60

ในระหว่างการทดสอบ ตัวนำต้องไม่หลุดออกจากขั้วต่อสาย

ญ.9.3 การทดสอบวัฏจักร

ทำการทดสอบกับตัวนำทองแดงใหม่ที่มีพื้นที่หน้าตัดตามตารางที่ 13

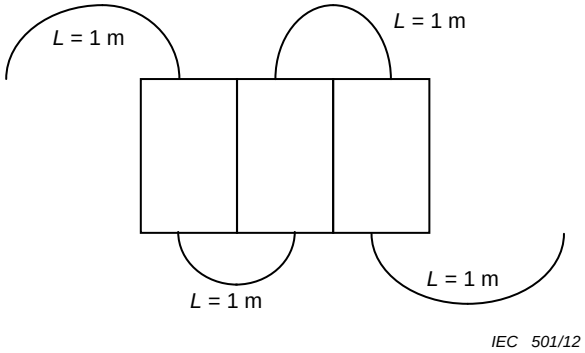
การทดสอบให้ดำเนินการกับตัวอย่างใหม่ (ตัวอย่างขั้วเดี่ยว) ซึ่งกำหนดจำนวนไว้ด้านล่างตามประเภทของขั้วต่อสาย

- ขั้วต่อแบบยูนิเวอร์แซลสำหรับตัวนำแข็งเส้นเดี่ยวและตีเกลียว และตัวนำอ่อนตัวได้ แบบละ 3 ตัวอย่าง (ทั้งหมด 6 ตัวอย่าง)
- ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซลสำหรับตัวนำเส้นเดี่ยวเท่านั้น 3 ตัวอย่าง
- ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซลสำหรับตัวนำแข็งเส้นเดี่ยวและตีเกลียว แบบละ 3 ตัวอย่าง (ทั้งหมด 6 ตัวอย่าง)

หมายเหตุ ในกรณีของตัวนำแข็ง ควรใช้ตัวนำเส้นเดี่ยว (หากไม่มีตัวนำเส้นเดี่ยวในประเทศที่กำหนด อาจใช้ตัวนำตีเกลียว)

- ขั้วต่อแบบไม่ยูนิเวอร์แซลสำหรับตัวนำอ่อนตัวได้เท่านั้น 3 ตัวอย่าง

ตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดที่กำหนดในตารางที่ 13 เชื่อมต่อแบบอนุกรมเหมือนการใช้งานตามปกติกับตัวอย่างทั้งสามตัวตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ ญ.1



รูปที่ ญ.1 การเชื่อมต่อตัวอย่าง

ตัวอย่างมีรู (หรือเทียบเท่า) เพื่อใช้วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้วต่อสาย

การเตรียมการทดสอบ ให้ใส่อุปกรณ์ทั้งหมดรวมทั้งตัวนำ ในตู้อบความร้อนซึ่งในขั้นต้นจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ (20 ± 2) °C

เพื่อหลีกเลี่ยงการเคลื่อนที่ใด ๆ ของการเตรียมการทดสอบจนกว่าการทดสอบแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้วต่อสายต่อไปนี้จะเสร็จสิ้น ขอแนะนำให้ยึดขั้วไว้บนตัวรองรับ

ยกเว้นในช่วงระยะเวลาการทำความเย็น กระแสไฟฟ้าทดสอบที่สอดคล้องกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องตัดวงจรจะถูกนำไปใช้กับวงจร

จากนั้นให้เก็บตัวอย่างที่ 192 วัฏจักรอุณหภูมิ โดยแต่ละวัฏจักรมีระยะเวลาประมาณ 1 h ดังนี้

อุณหภูมิอากาศในตู้จะเพิ่มขึ้นเป็น 40 °C ในเวลาประมาณ 20 min โดยคงไว้ภายใน ± 5 °C ของค่านี้เป็นเวลาประมาณ 10 min

จากนั้นจึงปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงในเวลาประมาณ 20 min จนถึงอุณหภูมิประมาณ 30 °C โดยสามารถใช้การระบายความร้อนได้ เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาประมาณ 10 min และหากจำเป็นสำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้วต่อสาย ปล่อยให้เย็นลงต่อไปที่อุณหภูมิ (20 ± 2) °C

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้วต่อสายสูงสุดที่วัดได้แต่ละขั้วเมื่อสิ้นสุดวัฏจักรอุณหภูมิที่ 192 โดยกระแสไฟฟ้าที่ระบุจะต้องไม่เกินค่าที่น้อยกว่าของสองค่าต่อไปนี้

- ทั้ง 22.5 mV
- หรือ 1.5 เท่าของค่าที่วัดได้หลังวัฏจักรอุณหภูมิที่ 24

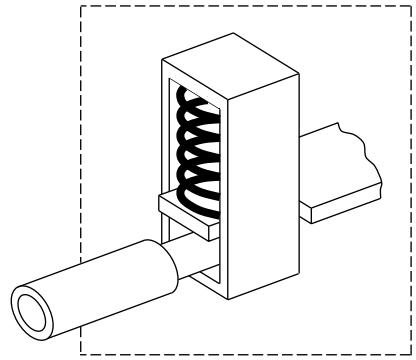
การวัดจะต้องทำใกล้ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้กับหน้าสัมผัสบนขั้วต่อสาย

ถ้าไม่สามารถวางจุดวัดได้ใกล้กับหน้าสัมผัส แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้วต่อสายภายในส่วนของตัวนำระหว่างจุดในอุดมคติกับจุดวัดจริง จะต้องหักค่าออกจากแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขั้วต่อสายที่วัดได้

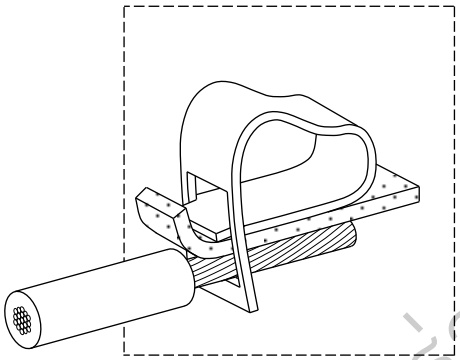
อุณหภูมิในตู้อบความร้อนต้องวัดที่ระยะห่างจากตัวอย่างอย่างน้อย 50 mm

หลังจากการทดสอบนี้การตรวจพินิจด้วยตาเปล่าโดยปกติหรือโดยมีการช่วยการมองเห็นที่ถูกต้อง โดยไม่มีการขยายเพิ่มเติม จะต้องไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เห็นได้ชัดว่าทำให้การใช้งานต่อไปเสื่อมลง เช่น รอยร้าว การผิดรูป หรือที่คล้ายกัน

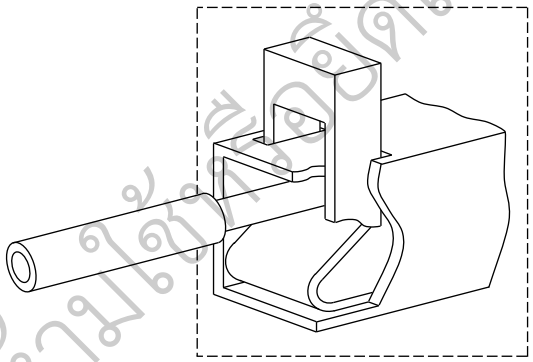
ห้ามใช้งานเพื่อการค้า ร่างนี้เป็นมาตรฐาน



ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวที่มีแรงดันทางอ้อม



ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวที่มีแรงดันทางตรง



ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียวที่มีตัวบังคับ

IEC 502/12

รูปที่ ญ.2 ตัวอย่างของขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว

ญ.10 เอกสารอ้างอิง

IEC 60228, Conductors of insulated cables

IEC 60998-1, Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements

ห้ามใช้งานฉบับร่างนี้เป็นมาตรฐาน

IEC 60998-2-2, Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units

IEC 60999 (all parts), Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units

ASTM B172-01a, Standard Specification for Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Bunch-Stranded Members, for Electrical Conductors

ICEA S-19-81 / NEMA WC3, Rubber-Insulated Wire and Cable [3]

ICEA S-66-524 / NEMA WC7, Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene Insulated Wire and Cable [1]

ICEA S-68-516 / NEMA WC8, Ethylene-Propylene-Rubber Insulated Wire and Cable [4]

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

[3] เลิกใช้

[4] เลิกใช้

ภาคผนวก ฎ.

(ข้อกำหนด)

ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อเร็วแบบแบน

ฎ.1 ขอบข่าย

ภาคผนวกนี้ใช้กับ RCBO ตามขอบข่ายข้อ 1 ซึ่งติดตั้งขั้วต่อเร็วแบบแบนประกอบด้วยตัวต่อตัวผู้ (ดูข้อ ฎ.3.2) ที่มีความกว้างที่ระบุ 6.3 mm และความหนา 0.8 mm เพื่อใช้ร่วมกับตัวต่อตัวเมียสำหรับต่อตัวนำทองแดงตามคำแนะนำของผู้ทำ สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 16 A

ตัวนำทองแดงที่เชื่อมต่อได้เป็นแบบอ่อนตัวได้ มีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 4 mm^2 หรือแบบตีเกลียวแข็ง มีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 2.5 mm^2 (AWG เท่ากับหรือมากกว่า 12)

ภาคผนวกนี้ใช้เฉพาะกับ RCBO ที่มีตัวต่อตัวผู้เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์

หมายเหตุ 1 การลำดับในภาคผนวกนี้เป็นไปตามตัวบทหลักของมาตรฐานนี้ ดังนั้น ลำดับไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องกัน เนื้อหาใด ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน นำไปใช้โดยไม่มีการแก้ไข

ฎ.2 เอกสารอ้างอิง

ส่วนเพิ่มเติมของข้อ 2 ให้มีการใช้เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้

IEC 61210, Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements

ฎ.3 บทนิยาม

ส่วนเพิ่มของข้อ 3 ให้มีการใช้คำนิยามต่อไปนี้

ฎ.3.1 ขั้วต่อเร็วแบบแบน (flat quick-connect termination)

การต่อทางไฟฟ้าประกอบด้วยตัวต่อตัวผู้และตัวต่อตัวเมีย ซึ่งสามารถดันเข้าและถอนออกได้โดยใช้หรือไม่ใช้เครื่องมือ

ฎ.3.2 ตัวต่อตัวผู้ (male tab)

ส่วนของขั้วต่อเร็วซึ่งรับตัวต่อตัวเมีย

ฎ.3.3 ตัวต่อตัวเมีย (female connector)

ส่วนของขั้วต่อเร็วซึ่งดันไปที่ตัวต่อตัวผู้

ฎ.3.4 ล็อก (detent)

หลุม (บ่อ) หรือรูในตัวต่อตัวผู้ซึ่งประกอบกับส่วนที่ยกขึ้นบนตัวต่อตัวเมียเพื่อสลักสำหรับชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกัน

ห้ามใช้หรือถือว่ามีผลบังคับเป็นมาตรฐาน

ฎ.4 การจำแนกประเภท

ให้เป็นไปตามข้อ 4

ฎ.5 ลักษณะเฉพาะของ RCBO

ให้เป็นไปตามข้อ 5

ฎ.6 การทำเครื่องหมายและฉลาก

ให้เป็นไปตามข้อ 6 โดยเพิ่มเติมหลังจากรายการ 10) ดังต่อไปนี้

ข้อมูลต่อไปนี้เกี่ยวกับตัวต่อตัวเมียตาม IEC 61210 และประเภทของตัวนำที่จะใช้ต้องระบุในคำแนะนำของผู้ทำ

11) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

12) การอ้างอิงประเภท

13) ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่หน้าตัดของตัวนำและรหัสสีของฉนวนตัวต่อตัวเมีย (ดูตารางที่ ฎ.1 ด้านล่าง)

14) การใช้โลหะผสมเงินหรือทองแดงชุบดีบุกเท่านั้น

ตารางที่ ฎ.1 ตารางข้อมูลรหัสสีของตัวต่อตัวเมียที่สัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ mm^2	รหัสสีของตัวต่อตัวเมีย
1	แดง
1.5	แดงหรือน้ำเงิน
2.5	น้ำเงินหรือเหลือง
4	เหลือง

ฎ.7 ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งานและการติดตั้ง

ให้เป็นไปตามข้อ 7

ฎ.8 ข้อกำหนดสำหรับการสร้างและการทำงาน

ให้เป็นไปตามข้อ 8 โดยมีการยกเว้นดังนี้

แทนที่เนื้อหาข้อ 8.1.3 ด้วยข้อความต่อไปนี้

ฎ.8.1 ระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน (ดูภาคผนวก ข.)

ให้เป็นไปตามข้อ 8.1.3 ตัวต่อตัวเมียที่ติดเข้ากับตัวต่อตัวผู้ของ RCBO

แทนที่เนื้อหาข้อ 8.1.5 ด้วยข้อความต่อไปนี้

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ห้ามใช้

ฎ.8.2 ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก

ฎ.8.2.1 ตัวต่อตัวผู้และตัวต่อตัวเมียต้องเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงทางกล การนำไฟฟ้า และความต้านทานการกัดกร่อนที่เพียงพอต่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์

หมายเหตุ โลหะผสมทองแดงชุบเงินหรือชุบดีบุกเป็นตัวอย่างของสารละลายที่เหมาะสม

ฎ.8.2.2 ความกว้างที่ระบุของตัวต่อตัวผู้ 6.3 mm และความหนา 0.8 mm ใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 16 A

ขนาดของตัวต่อตัวผู้ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ตามตารางที่ ฎ.3 และรูปที่ ฎ.2 รูปที่ ฎ.3 รูปที่ ฎ.4 และรูปที่ ฎ.5 โดยที่มิติ A, B, C, D, E, F, J, M, N และ Q เป็นข้อบังคับ

มิติของตัวต่อตัวเมียที่อาจติดตั้งได้แสดงไว้ตามรูปที่ ฎ.6 และตารางที่ ฎ.4

หมายเหตุ 1 รูปร่างของชิ้นส่วนต่าง ๆ อาจเบี่ยงเบนไปจากที่ระบุไว้ตามรูป โดยต้องไม่กระทบกับมิติที่ระบุและเป็นไปตามข้อกำหนดในการทดสอบ เช่น ตัวต่อลูกฟูก ตัวต่อพับ เป็นต้น

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการวัด

ฎ.8.2.3 ตัวต่อตัวผู้ต้องถูกยึดไว้อย่างมั่นคง

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบเกินพิกัดทางกลของข้อ ฎ.9.1

ฎ.9 การทดสอบ

ให้เป็นไปตามข้อ 9 โดยมีการแก้ไขดังนี้

แทนที่เนื้อหาข้อ 9.5 ด้วยข้อความต่อไปนี้

ฎ.9.1 แรงเกินพิกัดทางกล

การทดสอบนี้ดำเนินการกับขั้วต่อสายของ RCBO 10 ขั้ว ซึ่งติดตั้งตามปกติเมื่อเดินสายไฟฟ้า

แรงดันในแนวแกนและแรงดึงตามแนวแกนตามลำดับที่ระบุในตารางที่ ฎ.2 ต่อไปนี้ ค่อย ๆ นำไปใช้กับตัวต่อตัวผู้ที่รวมอยู่ใน RCBO ซึ่งใช้กับเครื่องมือทดสอบที่เหมาะสมเท่านั้น

ห้ามใช้ฉบับร่างนี้เป็นมาตรฐาน

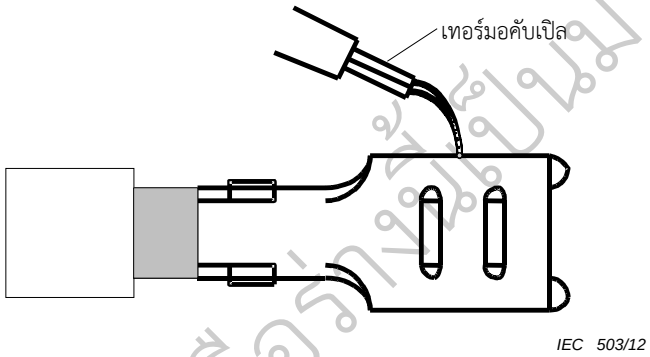
ตารางที่ ฎ.2 แรงทดสอบเกินพิกัด

แรงดัน N	แรงดึง N
96	88

จะต้องไม่มีความเสียหายที่ทำให้การใช้งานต่อไปเสื่อมลงเกิดขึ้นอยู่กับตัวต่อ (tab) หรือ RCBO ที่มีตัวต่อรวมอยู่ด้วย

เพิ่มเติมข้อความต่อไปนี้ในข้อ 9.8.3

เทอร์มอคับเปิลชนิดลวดละเอียดต้องวางในลักษณะที่ไม่ส่งผลต่อการสัมผัสหรือบริเวณที่เชื่อมต่อ ตัวอย่างการจัดวางแสดงในรูปที่ ฎ.1

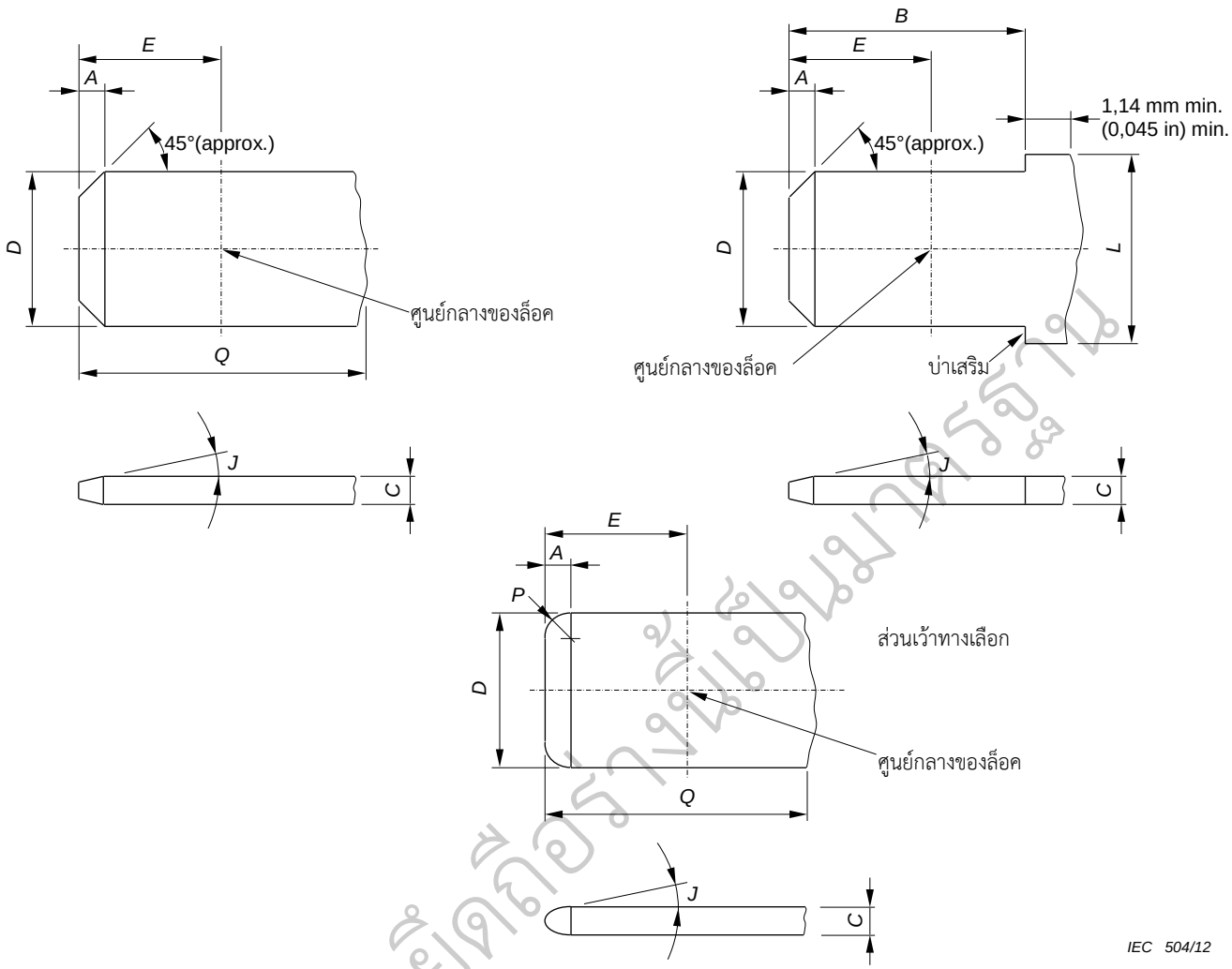


รูปที่ ฎ.1 ตัวอย่างตำแหน่งของเทอร์มอคับเปิลสำหรับการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ ฎ.3 มิติของตัวต่อ

ขนาดที่กำหนด mm		A	B min	C	D	E	F	J	M	N	P	Q min
6.3 × 0.8	หลุม	1.0		0.84	6.40	4.1	2.0	12°	2.5	2.0	1.8	
		0.7	7.8	0.77	6.20	3.6	1.6	8°	2.2	1.8	0.7	8.9
	รู	1.0		0.84	6.40	4.7	2.0	12°			1.8	
		0.5	7.8	0.77	6.20	4.3	1.6	8°			0.7	8.9
หมายเหตุ 1 สำหรับมิติ A ถึง Q อ้างอิงตามรูปที่ ฎ.2 ถึง ฎ.5 **หมายเหตุ 2** โดยที่ค่าสองค่าแสดงในสดมภ์เดียว ค่าเหล่านี้กำหนดมิติสูงสุดและต่ำสุด												

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน



หมายเหตุ 1 มุมเอียง A ที่ 45° ไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นตรงหากอยู่ภายในขอบเขตที่แสดง

หมายเหตุ 2 มิติ L ไม่ได้ระบุและอาจแตกต่างไปตามการใช้งาน (เช่น การติดตั้ง)

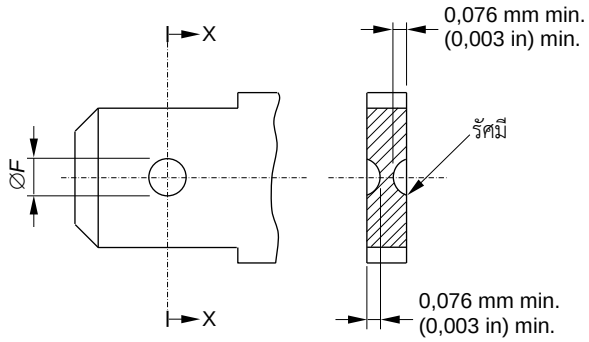
หมายเหตุ 3 มิติ C ของตัวต่อสามารถผลิตจากวัสดุมากกว่าหนึ่งชั้น หากผลลัพธ์ของตัวต่อเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้ทุกประการ อนุญาตให้ใช้รัศมีที่ขอบตามยาวของตัวต่อ

หมายเหตุ 4 ภาพร่างไม่ประสงค์เพื่อควบคุมการออกแบบ ยกเว้นตามมิติที่แสดง

หมายเหตุ 5 ความหนา C ของตัวต่อตัวผู้อาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ Q หรือ B + 1.14 mm (0.045 in)

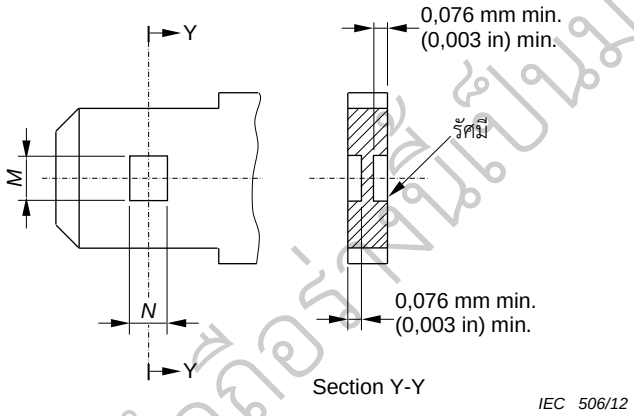
หมายเหตุ 6 ส่วนต่าง ๆ ของตัวต่อเป็นแนวราบและไม่มีเสี้ยนหรือรอยนูน ยกเว้นว่าอาจมีรอยนูนเหนือความหนาที่ 0.025 mm (0.001 in) ต่อด้าน ในพื้นที่ระบุโดยเส้นรอบ ๆ ล็อกและห่างจากล็อก 1.3 mm (0.051 in)

รูปที่ ฎ.2 มิติของตัวต่อตัวผู้



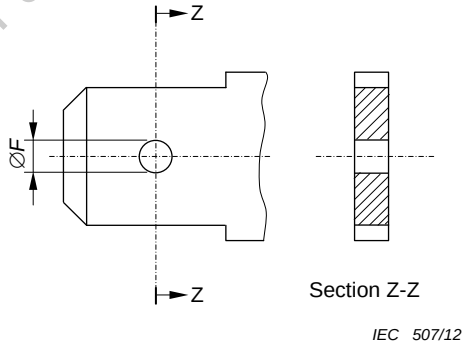
ระยะล็อกต้องอยู่ภายใน 0.076 mm (0.003 in) ของเส้นศูนย์กลางของตัวต่อ

รูปที่ ฎ.3 มิติของล็อกหลุมกลม (ดูรูปที่ ฎ.2)



ระยะล็อกต้องอยู่ภายใน 0.13 mm (0.005 in) ของเส้นศูนย์กลางของตัวต่อ

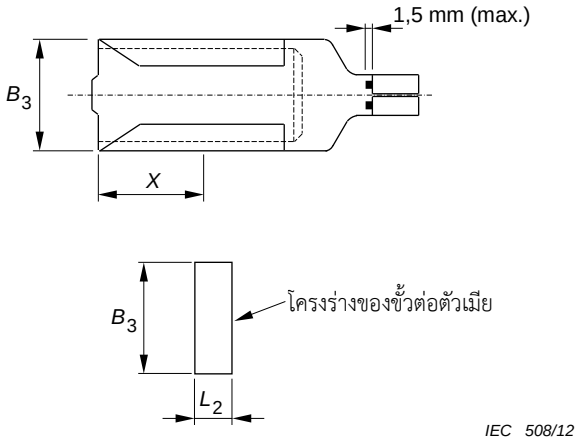
รูปที่ ฎ.4 มิติของล็อกหลุมสี่เหลี่ยม (ดูรูปที่ ฎ.2)



ระยะล็อกต้องอยู่ภายใน 0.076 mm (0.003 in) ของเส้นศูนย์กลางของตัวต่อ

รูปที่ ฎ.5 มิติล็อกรู

ห้ามใช้หรือดัดแปลงโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นมาตรฐาน



มิติ B_3 และ L_2 เป็นข้อบังคับ

หมายเหตุ 1 สำหรับการกำหนดมิติของตัวต่อตัวเมียที่แตกต่างจาก B_3 และ L_2 จำเป็นต้องอ้างอิงถึงมิติของตัวต่อเพื่อให้แน่ใจว่าในสภาวะที่เลวที่สุดการประกอบ (และล็อก ถ้าติดตั้งไว้) ระหว่างตัวต่อและตัวต่อตัวเมียนั้นถูกต้อง

หมายเหตุ 2 หากมีการล็อก มิติ *X* ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ทำเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของข้อสมรรถนะ

หมายเหตุ 3 ตัวต่อตัวเมียควรได้รับการออกแบบให้สามารถมองเห็นการใส่ตัวนำเข้าไปในรอยหยักอย่างไม่เหมาะสมหรือป้องกันโดยการหยุดเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนใด ๆ ระหว่างตัวนำกับตัวต่อที่ใส่เข้าไปจนสุด

หมายเหตุ 4 ภาพร่างไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมการออกแบบ ยกเว้นตามมิติที่ระบุ

รูปที่ ฎ.6 มิติของตัวต่อตัวเมีย

ตารางที่ ฎ.4 มิติของตัวต่อตัวเมีย

ขนาดตัวต่อ mm	มิติของตัวต่อตัวเมีย mm	
	B_3 สูงสุด	L_2 สูงสุด
6.3 × 0.8	7.8	3.5

ฎ.10 เอกสารอ้างอิง

IEC 61210, Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก ฐ.

(ข้อกำหนด)

ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ RCBO ที่มีขั้วต่อแบบหมุดเกลียวสำหรับตัวนำอะลูมิเนียมที่ไม่มีการเตรียมผิวภายนอก และขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวอะลูมิเนียมสำหรับใช้กับตัวนำทองแดงหรืออะลูมิเนียม

ฐ.1 ขอบข่าย

ภาคผนวกนี้ใช้กับ RCBO ตามขอบข่ายของมาตรฐานนี้ ซึ่งติดตั้งขั้วต่อแบบหมุดเกลียวทองแดงหรือโลหะผสมที่มีทองแดงอย่างน้อย 58 % (หากใช้งานที่ความเย็น) หรือมีทองแดงอย่างน้อย 50 % (หากใช้งานเป็นอย่างอื่น) หรือทำด้วยโลหะอื่นหรือโลหะเคลือบอย่างเหมาะสมที่มีความต้านทานการกัดกร่อนไม่น้อยไปกว่าทองแดง และมีสมบัติทางกลไม่ด้อยเกินไปสำหรับการใช้งานกับตัวนำอะลูมิเนียมที่ไม่มีการเตรียมผิว หรือกับขั้วต่อแบบหมุดเกลียวของวัสดุอะลูมิเนียมสำหรับใช้กับตัวนำทองแดงหรืออะลูมิเนียม

ในภาคผนวกนี้ ตัวนำอะลูมิเนียมหุ้มทองแดงและหุ้มนิกเกิลถือเป็นตัวนำอะลูมิเนียม

หมายเหตุ 1 การลำดับในภาคผนวกนี้เป็นไปตามตัวบทหลักของมาตรฐานนี้ ดังนั้น ลำดับไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องกัน เนื้อหาใด ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน นำไปใช้โดยไม่มีการแก้ไข

ฐ.2 เอกสารอ้างอิง

ให้เป็นไปตามข้อ 2 โดยเพิ่มเติมดังนี้

IEC 61545:1996, Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units

ฐ.3 บทนิยาม

ส่วนเพิ่มของข้อ 3 ให้มีการใช้คำนิยามเพิ่มเติมต่อไปนี้สำหรับจุดประสงค์ของภาคผนวกนี้

ฐ.3.1 ตัวนำที่มีการเตรียมผิว (treated conductor)

พื้นที่สัมผัสของตัวนำที่มีชั้นออกไซด์บนเกลียวด้านนอกถูกถูออก และ/หรือมีสารประกอบเพิ่มเพื่อเพิ่มความสามารถในการเชื่อมต่อและ/หรือป้องกันการกัดกร่อน

ฐ.3.2 ตัวนำที่ไม่มีการเตรียมผิว/ไม่ได้เตรียมไว้ (untreated/unprepared conductor)

ตัวนำที่ถูกตัดและฉนวนถูกถอดออกเพื่อใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย

หมายเหตุ 1 ตัวนำที่มีรูปร่างซึ่งถูกจัดเตรียมไว้สำหรับต่อเข้ากับขั้วต่อสายหรือซึ่งเกลียวอาจถูกบิดเพื่อทำให้ปลายตัวนำแข็งขึ้น ถือเป็นตัวนำที่ไม่ได้เตรียมไว้

ฐ.3.3 ตัวปรับเท่า (equalizer)

การจัดเตรียมที่ใช้ในวงจรทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่ามีจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอในตัวนำตีเกลียว โดยไม่ส่งผลเสียต่ออุณหภูมิของตัวนำ

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ห้ามใช้ตัวอย่างนี้เป็นมาตรฐาน

ฐ.3.4 ตัวนำอ้างอิง (reference conductor)

ความยาวต่อเนื่องของตัวนำประเภทและขนาดเดียวกันกับที่ใช้ในหน่วยขั้วต่อสายที่ทดสอบและต่อในวงจรอนุกรมเดียวกัน ช่วยให้สามารถระบุอุณหภูมิอ้างอิงและหาค่าความต้านทานอ้างอิงได้หากจำเป็น

ฐ.3.5 ตัวประกอบเสถียรภาพ (stability factor Sf)

การวัดเสถียรภาพของอุณหภูมิของหน่วยขั้วต่อสายระหว่างการทดสอบวัฏจักรกระแส

ฐ.4 การจำแนกประเภท

ให้เป็นไปตามข้อ 4

ฐ.5 ลักษณะเฉพาะของ RCBO

ให้เป็นไปตามข้อ 5

ฐ.6 การทำเครื่องหมายและฉลาก

เพิ่มเติมจากข้อ 6 ด้วยข้อกำหนดดังต่อไปนี้

การทำเครื่องหมายขั้วต่อสายที่กำหนดไว้ในตารางที่ ฐ.1 ต้องทำเครื่องหมายบน RCBO ใกล้กับขั้วต่อสาย

ข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับจำนวนตัวนำ ค่าแรงบิดของหมุดเกลียว (หากแตกต่างจากตารางที่ 14) และพื้นที่หน้าตัดต้องระบุไว้บน RCBO

ตารางที่ ฐ.1 การทำเครื่องหมายสำหรับขั้วต่อสาย

ประเภทตัวนำที่ยอมรับ	การทำเครื่องหมาย
ทองแดงเท่านั้น	ไม่มี
อะลูมิเนียมเท่านั้น	Al
อะลูมิเนียมและทองแดง	Al/Cu

ผู้ทำต้องระบุในแค็ตตาล็อกว่าสำหรับการบีบรัดตัวนำอะลูมิเนียมต้องใช้แรงบิดกระชับด้วยวิธีที่เหมาะสม

ฐ.7 ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้งานและการติดตั้ง

ให้เป็นไปตามข้อ 7

ฐ.8 ข้อกำหนดสำหรับการสร้างและการทำงาน

ให้เป็นไปตามข้อ 8 โดยมีการยกเว้นดังนี้

เพิ่มข้อความต่อไปนี้ที่ส่วนท้ายของข้อ 8.1.5.2

สำหรับการต่อตัวนำอะลูมิเนียม RCBO ต้องมีขั้วต่อแบบหมุดเกลียวเพื่อให้ต่อตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตามที่ระบุในตารางที่ ฐ.2

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ยังไม่ประกาศเป็นมาตรฐาน

ขั้วต่อสายสำหรับต่อตัวนำอะลูมิเนียมและขั้วต่ออะลูมิเนียมสำหรับต่อกับตัวนำทองแดงหรืออะลูมิเนียม ต้องมีความแข็งแรงทางกลเพียงพอที่จะทนต่อการทดสอบตามข้อ 9.4 โดยให้ตัวนำทดสอบยึดให้แน่นด้วยแรงบิดที่ระบุไว้ในตารางที่ 14 หรือด้วยแรงบิดที่กำหนดโดยผู้ทำซึ่งต้องไม่ต่ำกว่าที่ระบุในตารางที่ 14

ตารางที่ ฐ.2 พื้นที่หน้าตัดที่สามารถต่อได้ของตัวนำอะลูมิเนียมสำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด[ก)] A	พิสัยของพื้นที่หน้าตัดที่ระบุ[ข)] ที่จะจับยึด mm^2
≤ 13	1 ถึง 4
> 13 ≤ 16	1 ถึง 6
> 16 ≤ 25	1.5 ถึง 10
> 25 ≤ 32	2.5 ถึง 16
> 32 ≤ 50	4 ถึง 25
> 50 ≤ 80	10 ถึง 35
> 80 ≤ 100	16 ถึง 50
> 100 ≤ 125	25 ถึง 70

ก) สำหรับพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 50 A ขั้วต่อสายต้องได้รับการออกแบบเพื่อจับยึดตัวนำเส้นเดี่ยวและตัวนำตีเกลียวแข็ง อนุญาตให้ใช้ตัวนำอ่อนตัวได้ อย่างไรก็ตาม อนุญาตให้ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 1 mm^2 ถึง 10 mm^2 เพื่อจับยึดตัวนำเส้นเดี่ยวเท่านั้น

ข) ขนาดลวดสูงสุดของตารางที่ 5 เพิ่มขึ้นตามตารางที่ D.2 ของ IEC 61545:1996

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ การวัด และการประกอบตัวนำหนึ่งตัวที่พื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและหนึ่งตัวที่พื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดตามที่ระบุไว้

8.1.5.4

แทนที่เนื้อหาข้อ 8.1.5.4 ด้วยข้อความต่อไปนี้

ขั้วต่อสายต้องสามารถต่อตัวนำได้โดยไม่ต้องมีการเตรียมการพิเศษ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการทดสอบข้อ ฐ.9

ฐ.9 การทดสอบ

ให้เป็นไปตามข้อ 9 โดยมีการแก้ไขและเพิ่มเติมดังนี้

สำหรับการทดสอบที่มีผลกระทบโดยวัสดุของขั้วต่อสายและประเภทของตัวนำที่สามารถเชื่อมต่อได้ ให้ใช้ภาวะการทดสอบตามตารางที่ ฐ.3

นอกจากนี้ ให้ทดสอบตามข้อ ฐ.9.2 กับขั้วต่อสายที่แยกจาก RCBO

ห้ามใช้หรือจำหน่ายผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ฐ.3 รายการการทดสอบตามวัสดุของตัวนำและขั้วต่อสาย

วัสดุของขั้วต่อสาย	วัสดุตามข้อ 8.1.4.4[ก]	Al[ก]	
วัสดุของตัวนำ (ตารางที่ ฐ.1)	Al ใช้ตารางที่ ฐ.2 และ ฐ.5	Cu ใช้ตารางที่ 8 และ 13	Al ใช้ตารางที่ ฐ.2 และ ฐ.5
9.4 ความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว	ใช้ตารางที่ ฐ.2, ฐ.5 และ 14	ใช้ตารางที่ 8, 13 และ 14	ใช้ตารางที่ ฐ.2, ฐ.5 และ 14
9.5.1 การทดสอบการดึงออก[ข]	ใช้ตารางที่ ฐ.2, ฐ.5 และ 14	ใช้ตารางที่ 8, 13 และ 14	ใช้ตารางที่ ฐ.2, ฐ.5 และ 14
9.5.2 ความเสียหายของตัวนำ	ใช้ตารางที่ ฐ.2, ฐ.5 และ 14	ใช้ตารางที่ 8, 13 และ 14	ใช้ตารางที่ ฐ.2, ฐ.5 และ 14
9.5.3 การใส่ตัวนำ	ใช้ตารางที่ ฐ.4	ใช้ตารางที่ 16	ใช้ตารางที่ ฐ.4
9.8 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	ใช้ตารางที่ ฐ.5	ใช้ตารางที่ 13	ใช้ตารางที่ ฐ.5
9.22 การทวนสอบความเชื่อถือได้	ใช้ตารางที่ ฐ.5	ใช้ตารางที่ 13	ใช้ตารางที่ ฐ.5
ฐ.9.2 การทดสอบวัฏจักร	ใช้ตารางที่ 14	ใช้ตารางที่ 14	ใช้ตารางที่ 14

[ก] ใช้ลำดับการทดสอบ A และ B และจำนวนตัวอย่างที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ค. สำหรับ RCBO ที่สามารถเชื่อมต่อกับตัวนำ Al หรือ Cu ลำดับการทดสอบและจำนวนตัวอย่างจะต้องเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (หนึ่งชุดสำหรับตัวนำ Cu และอีกหนึ่งชุดสำหรับตัวนำ Al)

[ข] สำหรับการทดสอบการดึงออกข้อ 9.5.1 ค่าของลวด 70 mm^2 อยู่ระหว่างการพิจารณา

ห้ามใช้หรือคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาต สำนักงานมาตรฐาน

ตารางที่ ฐ.4 ตัวนำที่ต่อได้และเส้นผ่านศูนย์กลางตามทฤษฎี

เมตริก					AWG				
ตัวนำแข็ง			ตัวนำอ่อนตัวได้ (ทองแดงเท่านั้น)		ตัวนำแข็ง			ตัวนำอ่อนตัวได้ (ทองแดงเท่านั้น)	
S	เส้นเดี่ยว	ตีเกลียว	S			เส้นเดี่ยว[ก]	ตีเกลียวประเภท B[ก]		ตีเกลียวประเภท I, K, M[ข]
mm^2	∅ mm	∅ mm	mm^2	∅ mm	เกจ	∅ mm	∅ mm	เกจ	∅ mm
1.0	1.2	1.4	1.0	1.5	18	1.07	1.23	18	1.28
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	16	1.35	1.55	16	1.50
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3[ค]	14	1.71	1.95	14	2.08
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9[ค]	12	2.15	2.45	12	2.70
6.0	2.9	3.3	4.0	2.9[ค]	10	2.72	3.09		
10.0	3.7	4.2	6.0	3.9	8	3.43	3.89	10	3.36
16.0	4.6	5.3	10.0	5.1	6	4.32	4.91	8	4.32
25.0		6.6	16.0	6.3	4	5.45	6.18	6	5.73
35.0		7.9	25.0	7.8	2	6.87	7.78	4	7.25
					1	7.72	8.85		
50.0		9.1	35	9.2	0	8.51	9.64		12.08
70.0		12.0	50	12	00	9.266	10.64		

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำแข็งและตัวนำอ่อนตัวได้ที่ใหญ่ที่สุดเป็นไปตาม IEC 60228 และสำหรับตัวนำ AWG ตามมาตรฐาน ASTM B 172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516

[ก] เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ +5 %

[ข] เส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุด +5 % สำหรับหนึ่งในสามประเภท คือ I, K และ M

[ค] มิติสำหรับตัวนำอ่อนตัวได้ประเภท 5 เท่านั้น ตามมาตรฐาน IEC 60228

ฐ.9.1 ภาวะทดสอบ

ให้เป็นไปตามข้อ 9.1 ยกเว้นตัวนำ Al ที่จะต่อ ให้อ้างอิงจากตารางที่ ฐ.5

ตารางที่ ฐ.5 พื้นที่หน้าตัด (S) ของตัวนำทดสอบอะลูมิเนียมที่สอดคล้องกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

S mm^2	I_n A
1.5	$I_n \leq 6$
2.5	$6 < I_n \leq 13$
4	$13 < I_n \leq 20$
6	$20 < I_n \leq 25$
10	$25 < I_n \leq 32$
16	$32 < I_n \leq 50$
25	$50 < I_n \leq 63$
35	$63 < I_n \leq 80$
50	$80 < I_n \leq 100$
70	$100 < I_n \leq 125$

ฐ.9.2 การทดสอบวัฏจักรกระแสไฟฟ้า

ฐ.9.2.1 ทั่วไป

การทดสอบนี้ทวนสอบเสถียรภาพของขั้วต่อแบบหมุดเกลียวโดยเปรียบเทียบสมรรถนะอุณหภูมิกับตัวนำอ้างอิงในภาวะวัฏจักรที่มีความเร่ง

การทดสอบนี้ดำเนินการกับขั้วต่อสายที่แยกจากกัน

ฐ.9.2.2 การเตรียม

การทดสอบดำเนินการกับตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างสร้างด้วยขั้วต่อสายจำนวนหนึ่งประกอบในลักษณะที่แสดงถึงการใช้ขั้วต่อสายใน RCBO (ดูตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ ฐ.2 ถึง ฐ.6) ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวที่ปลดออกจากผลิตภัณฑ์จะต้องต่อเข้ากับส่วนนำไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัด รูปทรง โลหะและผิวเคลือบเหมือนกันกับส่วนที่ติดตั้งบนผลิตภัณฑ์ ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวจะต้องยึดกับชิ้นส่วนตัวนำในลักษณะเดียวกัน (ตำแหน่ง แรงบิด ฯลฯ) เช่นเดียวกับบนผลิตภัณฑ์ ถ้าตัวอย่างทดสอบตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งไม่ผ่านในระหว่างการทดสอบ จะต้องทดสอบตัวอย่างอื่น ๆ อีก 4 ตัวอย่าง และไม่ยอมรับหากมีความผิดพลาดอื่นใดอีก

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

ฐ.9.2.3 การเตรียมการทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างทั่วไปให้เป็นไปตามรูปที่ ฐ.1

ร้อยละเก้าสิบของค่าแรงบิดที่ระบุโดยผู้ทำ หรือหากไม่ระบุไว้ ให้เลือกในตารางที่ 11 สำหรับตัวอย่างทดสอบ

ให้ทดสอบกับตัวนำตามตารางที่ ฐ.5 ความยาวของตัวนำทดสอบจากจุดเข้าไปถึงตัวอย่างขั้วต่อแบบหมุดเกลียวถึงตัวปรับเท่า (ดูข้อ ฐ.3.3) ให้เป็นไปตามตารางที่ ฐ.6

ตารางที่ ฐ.6 ความยาวตัวนำทดสอบ

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ	ขนาดลวดตัวนำ	ความยาวตัวนำต่ำสุด
mm^2	AWG	mm
$S \leq 10.0$	≤ 8	200
$16.0 \leq S \leq 25.0$	6 ถึง 3	300
$35.0 \leq S \leq 70.0$	2 ถึง 00	460

ตัวนำทดสอบต่อแบบอนุกรมกับตัวนำอ้างอิงที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน

ความยาวของตัวนำอ้างอิงต้องมีความยาวประมาณอย่างน้อยสองเท่าของความยาวของตัวนำทดสอบ

แต่ละปลายอิสระของตัวนำทดสอบและตัวนำอ้างอิงที่ไม่ได้ต่อกับตัวอย่างขั้วต่อแบบหมุดเกลียวจะต้องเชื่อมหรือบัดกรีกับส่วนความยาวสั้น ๆ ของตัวปรับเท่าของวัสดุเดียวกันกับตัวนำและของพื้นที่หน้าตัดไม่เกินที่กำหนดใน ตารางที่ ฐ.7 ทุกเกลียวของตัวนำจะต้องเชื่อมหรือบัดกรีเพื่อทำการเชื่อมต่อทางไฟฟ้ากับตัวปรับเท่า

การสิ้นสุดประเภทการบีบอัดโดยใช้เครื่องมือโดยไม่ต้องเชื่อมอาจใช้สำหรับตัวปรับเท่า หากผู้ทำยอมรับได้ และหากให้สมรรถนะเท่ากัน

ห้ามใช้หรือจำหน่ายร่างมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ฐ.7 มิติตัวปรับเท่าและแท่งตัวนำ

พิสัยของกระแสไฟฟ้าทดสอบ A	พื้นที่หน้าตัดสูงสุด mm^2	
	Al	Cu
0 ถึง 50	45	45
51 ถึง 125	105	85
126 ถึง 225	185	155

ระยะห่างระหว่างตัวนำทดสอบและตัวนำอ้างอิงต้องมีระยะอย่างน้อย 150 mm

ตัวอย่างทดสอบจะต้องแขวนในแนวราบหรือแนวดิ่งในอากาศอิสระโดยรองรับตัวปรับเท่าหรือแท่งตัวนำโดยใช้ตัวรองรับที่ไม่นำไฟฟ้า เพื่อไม่ให้ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวรับแรงดึง จะต้องติดตั้งแผ่นกั้นความร้อนไว้ตรงกลางระหว่างตัวนำซึ่งต้องขยายความกว้าง 25 mm ± 5 mm และความยาว 150 mm ±10 mm เกินขั้วต่อแบบหมุดเกลียว (ดูรูปที่ ฐ.1) ไม่จำเป็นต้องใช้แผ่นกั้นความร้อนหากตัวอย่างมีระยะห่างอย่างน้อย 450 mm ตัวอย่างทดสอบต้องอยู่ห่างจากพื้น ผนัง หรือเพดานอย่างน้อย 600 mm

ตัวอย่างทดสอบต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากการสั่นและลม และที่อุณหภูมิโดยรอบอยู่ระหว่าง 20 °C ถึง 25 °C เมื่อเริ่มการทดสอบความแปรผันสูงสุดที่อนุญาตคือ ±1 K โดยไม่เกินขีดจำกัดของพิสัย

ฐ.9.2.4 การวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิทำได้โดยใช้เทอร์มอคับเปิล โดยใช้ลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 0.07 mm^2 (ประมาณ 30 AWG)

สำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียว เทอร์มอคับเปิลจะต้องอยู่ที่ทางเข้าตัวนำของขั้วต่อแบบหมุดเกลียวใกล้กับส่วนต่อหน้าสัมผัส

สำหรับตัวนำอ้างอิง เทอร์มอคับเปิลต้องอยู่ตรงกลางระหว่างปลายตัวนำและใต้ฉนวน

การวางตำแหน่งของเทอร์มอคับเปิลต้องไม่ทำให้ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวหรือตัวนำอ้างอิงเสียหาย

หมายเหตุ 1 การเจาะรูเล็ก ๆ และการยึดเทอร์มอคับเปิลในภายหลังเป็นวิธีที่ยอมรับได้ โดยต้องไม่กระทบต่อสมรรถนะการทำงานและเป็นไปตามที่ผู้ทำตกลงกันไว้

อุณหภูมิโดยรอบต้องวัดด้วยเทอร์มอคับเปิลสองตัวในลักษณะที่อ่านค่าได้โดยเฉลี่ยและเสถียรในบริเวณใกล้เคียงของวงจรทดสอบโดยไม่มีอิทธิพลจากภายนอกเกินควร เทอร์มอคับเปิลต้องอยู่ในแนวราบที่ตัดกับชิ้นงานทดสอบ โดยอยู่ห่างอย่างน้อย 600 mm

หมายเหตุ 2 วิธีการที่น่าพอใจเพื่อให้ได้การวัดที่เสถียร ตัวอย่างเช่น การติดเทอร์มอคับเปิลกับแผ่นทองแดงที่ไม่เคลือบประมาณ 50 mm × 50 mm ซึ่งมีความหนาระหว่าง 6 mm ถึง 10 mm

ห้ามใช้หรือยึดถือเป็นมาตรฐาน

ฐ.9.2.5 วิธีการทดสอบและเกณฑ์การยอมรับ

หมายเหตุ 1 การประเมินสมรรถนะขึ้นอยู่กับขีดจำกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วต่อแบบหมุดเกลียวและการแปรผันของอุณหภูมิระหว่างการทดสอบ

วงจรทดสอบต้องอยู่ใน 500 วัฏจักรของการต่อกระแสไฟฟ้า 1 h และตัดกระแสไฟฟ้า 1 h โดยเริ่มต้นที่ไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.12 เท่าของค่ากระแสไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดในตารางที่ ฐ.8 เมื่อใกล้สิ้นสุดแต่ละช่วงต่อกระแสไฟฟ้าใน 24 วัฏจักรแรก กระแสไฟฟ้าจะถูกปรับในภายหลังเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของตัวนำอ้างอิงถึง 75 °C

ในวัฏจักรที่ 25 จะต้องปรับกระแสไฟฟ้าทดสอบเป็นครั้งสุดท้ายและบันทึกอุณหภูมิคงที่เป็นการวัดครั้งแรก จะต้องไม่มีการปรับกระแสไฟฟ้าทดสอบเพิ่มเติมสำหรับส่วนที่เหลือของการทดสอบ

อุณหภูมิจะต้องถูกบันทึกอย่างน้อยหนึ่งวัฏจักรของแต่ละวันทำการ และหลังจากประมาณ 25, 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425 และ 500 วัฏจักร

จะต้องวัดอุณหภูมิในช่วง 5 min สุดท้ายของเวลาที่ต่อกระแสไฟฟ้า ถ้าขนาดของชุดของสิ่งตัวอย่างทดสอบหรือความเร็วของระบบเก็บข้อมูลมีขนาดที่ไม่สามารถวัดได้ทั้งหมดภายใน 5 min ให้ขยายเวลาต่อกระแสไฟฟ้าตามความจำเป็นเพื่อให้การวัดนั้นสมบูรณ์

หลังจาก 25 วัฏจักรแรก เวลาตัดกระแสไฟฟ้าอาจลดลงเหลือเวลานานกว่าเวลาที่จำเป็นสำหรับการประกอบขั้วต่อสายทั้งหมด 5 min เพื่อทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิโดยรอบ T_a และ T_a + 5 K ระหว่างช่วงการตัดกระแสไฟฟ้า อาจใช้การระบายความร้อนด้วยอากาศเพื่อลดเวลาหยุดทำงาน หากผู้ทำยอมรับได้ ในกรณีนั้นให้นำไปใช้กับวงจรทดสอบทั้งหมดและอุณหภูมิที่เป็นผลลัพธ์ของอากาศจะต้องไม่ต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบ

ตัวประกอบเสถียรภาพ Sf สำหรับการวัดอุณหภูมิแต่ละครั้งจาก 11 รายการจะกำหนดโดยการลบค่าเบี่ยงเบนอุณหภูมิเฉลี่ย D ออกจากค่า 11 ค่าของค่าเบี่ยงเบนอุณหภูมิ d

ค่าเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ d สำหรับ 11 การวัดอุณหภูมิแต่ละรายการ ได้มาจากการลบอุณหภูมิตัวนำอ้างอิงที่เกี่ยวข้องออกจากอุณหภูมิขั้วต่อแบบหมุดเกลียว

หมายเหตุ 2 ค่าของ d เป็นบวกหากอุณหภูมิแบบหมุดเกลียวสูงกว่าค่าของตัวนำอ้างอิงและเป็นลบหากต่ำกว่า

สำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียวแต่ละอัน

- อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกิน 110 K
- ตัวประกอบเสถียรภาพ Sf ต้องไม่เกิน ± 10 °C

ตัวอย่างการคำนวณสำหรับขั้วต่อแบบหมุดเกลียวหนึ่งตัวแสดงไว้ในตารางที่ ฐ.9

ห้ามใช้หรือคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาต

ตารางที่ ฐ.8 กระแสไฟฟ้าทดสอบเป็นฟังก์ชันของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

ขนาดเมตริก			AWG		
กระแสไฟฟ้าที่กำหนด	ขนาดตัวนำ Al	กระแสไฟฟ้าทดสอบ	กระแสไฟฟ้าที่กำหนด	ขนาดตัวนำ Al	กระแสไฟฟ้าทดสอบ
A	mm^2	A	A	N°	A
$0 \leq I_n \leq 15$	2.5	26	$0 < I_n \leq 15$	12	30
$15 < I_n \leq 20$	4	35	$15 < I_n \leq 25$	10	40
$20 < I_n \leq 25$	6	46	$25 < I_n \leq 40$	8	53
$25 < I_n \leq 32$	10	60	$40 < I_n \leq 50$	6	69
$32 < I_n \leq 50$	16	79	$50 < I_n \leq 65$	4	99
$50 < I_n \leq 65$	25	99	$65 < I_n \leq 75$	3	110
$65 < I_n \leq 80$	35	137	$75 < I_n \leq 90$	2	123
$80 < I_n \leq 100$	50	171	$90 < I_n \leq 100$	1	152
$100 < I_n \leq 125$	70	190	$100 < I_n \leq 120$	0	190

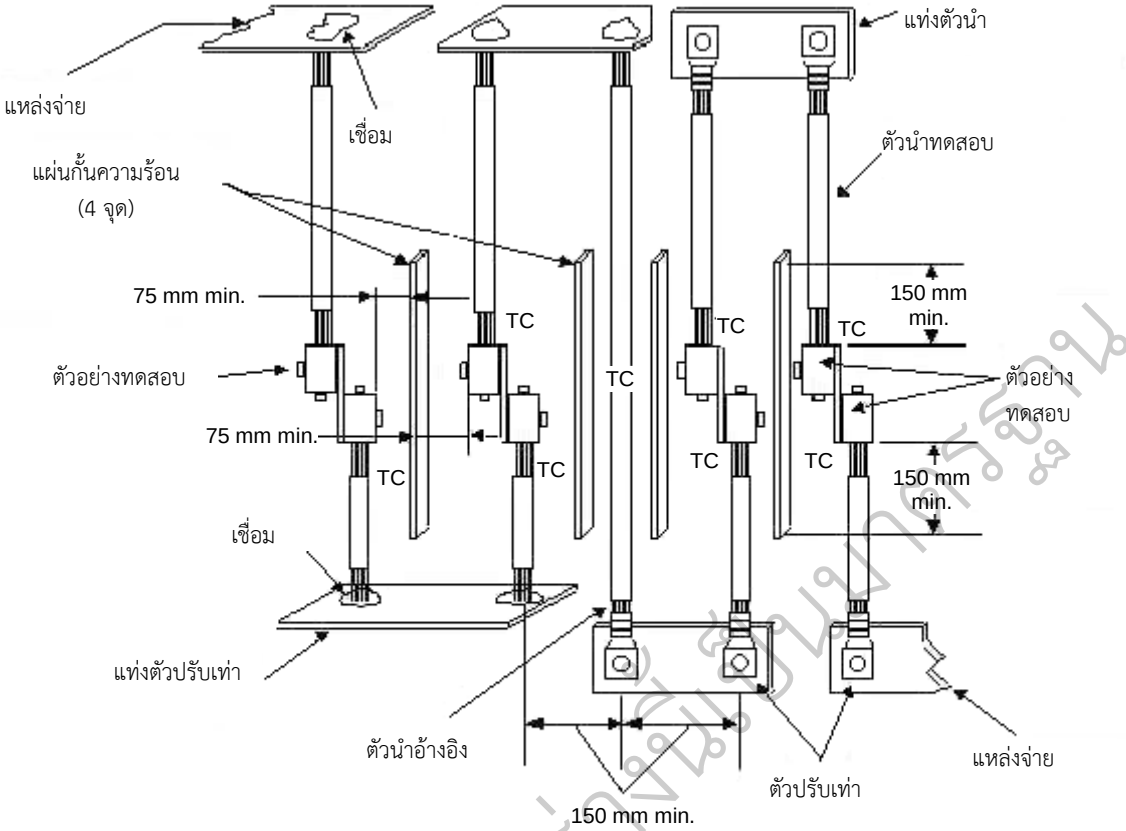
ห้ามใช้หรือยึดถือว่าเป็นมาตรฐาน

ตารางที่ ฐ.9 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนอุณหภูมิเฉลี่ย D

การวัดอุณหภูมิ	วัฏจักรที่	อุณหภูมิ		ค่าเบี่ยงเบนอุณหภูมิ $d = a - b$ K	ตัวประกอบเสถียรภาพ $Sf = d - D$ K
		ขั้วต่อแบบหมุดเกลียว a ℃	ตัวนำอ้างอิง b ℃		
1	25	79	78	1	0.18
2	50	80	77	3	2.18
3	75	78	78	0	-0.82
4	100	76	77	-1	-1.82
5	125	77	77	0	-0.82
6	175	78	77	1	0.18
7	225	79	76	3	2.18
8	275	78	76	2	1.18
9	350	77	78	-1	-1.82
10	425	77	79	-2	-2.82
11	500	81	78	3	2.18

ค่าเบี่ยงเบนอุณหภูมิเฉลี่ย $D = \frac{\sum d}{\text{จำนวนครั้งของการวัด}} = \frac{9}{11} = 0.82$

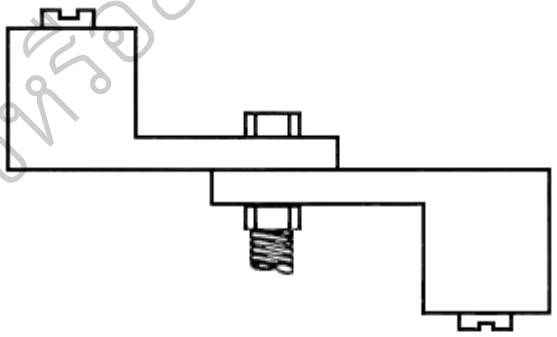
ห้ามใช้หรือสำเนาร่างนี้เป็นมาตรฐาน



TC เทอร์มอคัปเปิล

IEC 509/12

รูปที่ ฐ.1 การเตรียมการทดสอบทั่วไป

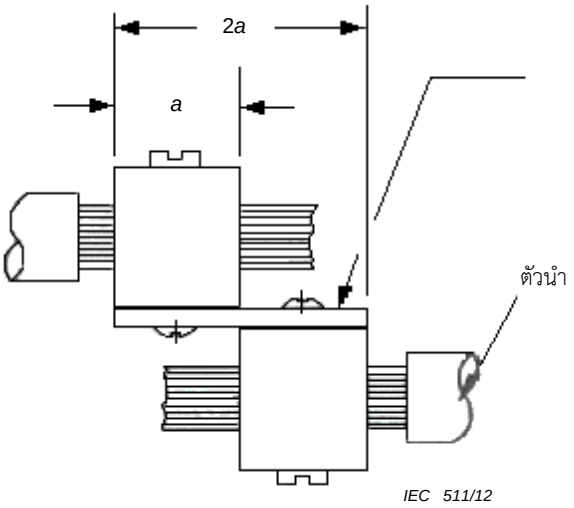


IEC 510/12

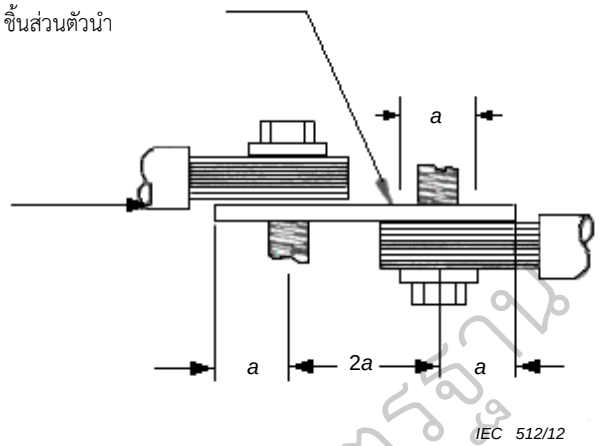
หมายเหตุ ส่วนนำไฟฟ้าอาจใช้สลัก บัดกรี หรือเชื่อม

รูปที่ ฐ.2

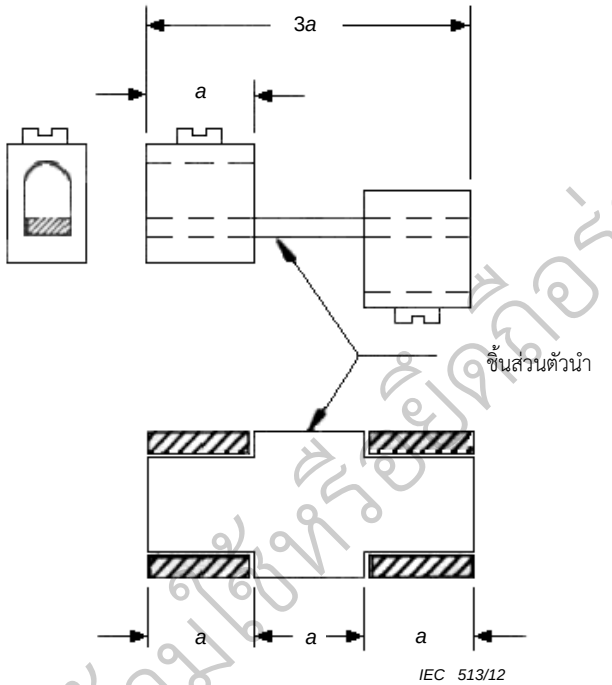
ห้ามใช้หรือยึดถือร่างมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐาน



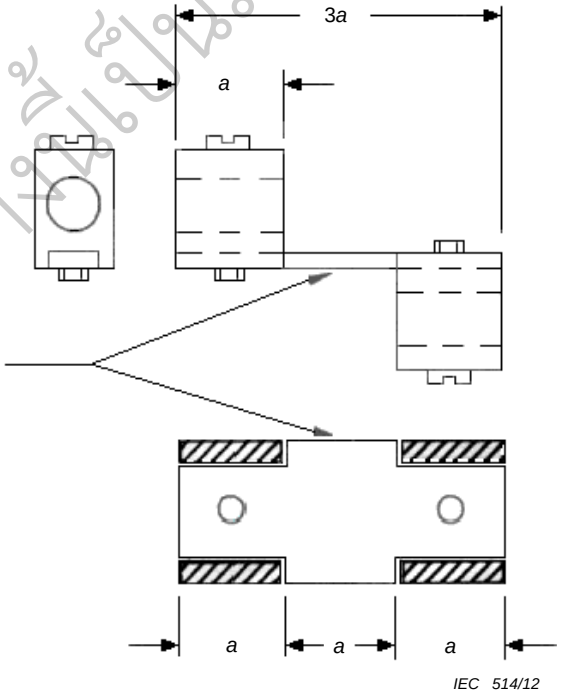
รูปที่ ฐ.3



รูปที่ ฐ.4



รูปที่ ฐ.5



รูปที่ ฐ.6

ห้ามใช้หรือคัดลอกร่างมาตรฐานนี้