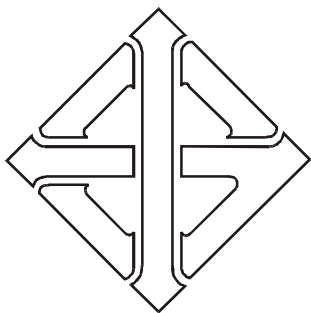




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1030 – 2552

มาตรฐานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ

ELECTRICITY METERING EQUIPMENT (AC) : GENERAL REQUIREMENTS
TESTS AND TEST CONDITIONS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 17.220.20

ISBN 978-616-231-064-5

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป
การทดสอบ และภาวะการทดสอบ

มอก. 1030 – 2552

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 02 202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 127 ตอนพิเศษ 94 ง
วันที่ 4 สิงหาคม พุทธศักราช 2553

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 640
มาตรฐานมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า

ประธานกรรมการ

นายสมบูรณ์ จงชัยกิจ

ผู้แทนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

รศ.เกียรติยุทธ กวีญาณ

ผู้ทรงคุณวุฒิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นายวิรัตน์ ทรงงาม

ผู้แทนกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

นายมนตรี นันทนุรักษ์

ผู้แทนการไฟฟ้านครหลวง

นายสมชัย ศิริวรรณ

นายเทอด กรรณ

ผู้แทนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

นายวิศิษฐ์ จารุขจรรัตน์

นายณัฐพงศ์ นิลจรัสวงษ์

ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นายเรวัทย์ เวชศาสตร์

ผู้แทนสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ในพระบรมราชูปถัมภ์

นายพงษ์พัฒน์ สलगสิงห์

ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ

นายเพียรศักดิ์ อธิระเสถียร

ผู้แทนบริษัท มิตรบุษิ อีเล็คทริก ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) จำกัด

นายวิธี ศรีมงคล

ผู้ทรงคุณวุฒิสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

นายสุรศักดิ์ ลักษณะนันท์

ผู้ทรงคุณวุฒิบริษัท มหาจักรไฟฟ้าสากล จำกัด

นายประพิศ ยอดสุวรรณ

ผู้ทรงคุณวุฒิสถาบันงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

นายชีว ให่ หง

ผู้ทรงคุณวุฒิบริษัท ฮอลลี้กรุ๊ป อิเล็คทริก (ประเทศไทย) จำกัด

นายประเสริฐ เหมินทคุณ

ผู้ทรงคุณวุฒิบริษัท ไทยเทเลคอนเทนเนอร์ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายทิวากรณ์ จิตชนะวงศ์

ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ ประกาศใช้ครั้งแรก เป็น มาตรฐานเลขที่ มอก. 1030-2551 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 126 ตอนที่ 21 ง วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2552 ต่อมาเห็นควรแก้ไขปรับปรุงบางประการเกี่ยวกับข้อกำหนด และวิธีทดสอบ ให้เหมาะสมและมีคุณภาพใช้งานได้จริง และส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศ จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการยกเลิก มาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 62052-11(2003) Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11 : Metering equipment มาใช้ในระดับแปลง โดยมีรายละเอียดของการดัดแปลงที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ดัดแปลงโดยการอ้างอิง ภาคผนวก ช. แทนการอ้างอิง IEC 60038
- ดัดแปลงโดยการอ้างอิง ภาคผนวก ช. แทนการอ้างอิง IEC 60044-2
- ดัดแปลงโดยการอ้างอิง ภาคผนวก ฉ. แทนการอ้างอิง IEC 60044-1
- ดัดแปลงโดยการอ้างอิง ภาคผนวก ญ. แทนการอ้างอิง IEC 60387

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานพลังงานไฟฟ้า กระแสสลับ ซึ่งประกอบด้วย

มอก. 1030-2552	มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ
มอก. 2336-2552	มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรกลไฟฟ้าสำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 0.5 ชั้น 1 และชั้น 2)

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

	หน้า
1. ขอบข่าย	-1-
2. เอกสารอ้างอิง	-2-
3. บทนิยาม	-3-
3.1 บทนิยามทั่วไป	-3-
3.2 บทนิยามที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบสำคัญในการทำงาน	-4-
3.3 บทนิยามของชิ้นส่วนทางกล	-6-
3.4 บทนิยามเกี่ยวกับฉนวน	-6-
3.5 บทนิยามของปริมาณต่าง ๆ ของมาตร	-7-
3.6 บทนิยามของปริมาณอิทธิพล	-8-
3.7 บทนิยามของการทดสอบ	-9-
3.8 บทนิยามเกี่ยวข้องกับมาตรกลไฟฟ้า	-10-
4. ค่ามาตรฐานทางไฟฟ้า	-10-
4.1 แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงมาตรฐาน (standard reference voltages)	-10-
4.2 กระแสไฟฟ้ามาตรฐาน (standard current)	-10-
4.3 ความถี่อ้างอิงมาตรฐาน (standard reference frequencies)	-10-
5. คุณลักษณะที่ต้องการทางกลและการทดสอบ	-11-
5.1 คุณลักษณะที่ต้องการทางกลทั่วไป	-11-
5.2 กล่อง (case)	-11-
5.3 ช่องหน้าต่าง	-12-
5.4 ขั้วต่อสาย แผงขั้วต่อสาย ขั้วต่อลงดินป้องกัน	-12-
5.5 ฝาครอบขั้วต่อสาย	-13-
5.6 ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวน	-13-
5.7 มาตรฐานหุ้มฉนวนที่มีการป้องกันประเภท II	-15-
5.8 ความทนความร้อนและไฟ	-15-
5.9 การป้องกันฝุ่นและน้ำ	-15-
5.10 ส่วนแสดงผลสำหรับค่าที่วัดได้	-16-
5.11 อุปกรณ์แสดงผล	-16-
5.12 การทำเครื่องหมายและฉลาก	-17-

6. ภาวะทางภูมิอากาศ	-19-
6.1 พิสัยอุณหภูมิ	-19-
6.2 ความชื้นสัมพัทธ์	-20-
6.3 การทดสอบผลกระทบของภาวะแวดล้อมทางภูมิอากาศ	-20-
7. คุณลักษณะที่ต้องการทางไฟฟ้า	-22-
7.1 อิทธิพลของแรงดันไฟฟ้าจ่าย	-22-
7.2 การเกิดความร้อน	-23-
7.3 ฉนวน	-23-
7.4 การคุ้มกันจากค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน	-25-
7.5 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า [electromagnetic compatibility (EMC)]	-26-
8. การทดสอบเฉพาะแบบ	-30-
8.1 ภาวะการทดสอบ	-35-
ภาคผนวก ก ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศโดยรอบกับความชื้นสัมพัทธ์	
ก.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศโดยรอบกับความชื้นสัมพัทธ์	-31-
ภาคผนวก ข รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าสำหรับการทดสอบผลกระทบของแรงดันไฟฟ้าตกชั่วคราวและการขาดตอนในช่องสั้น ๆ	
ข.1 การขาดตอนของแรงดันไฟฟ้า $\Delta U = 100\%$ ในช่วงเวลา 1 วินาที	-32-
ข.2 การขาดตอนของแรงดันไฟฟ้า $\Delta U = 100\%$ ในช่วงเวลา 1 วัฏจักรที่ความถี่ที่กำหนด	-32-
ข.3 แรงดันตกชั่วคราว $\Delta U = 150\%$	-32-
ภาคผนวก ค ภาพวงจรทดสอบสำหรับการทดสอบการคุ้มกันต่อความผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน	
ค.1 วงจรเพื่อจำลองภาวะผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดินในเฟส 1	-33-
ค.2 แรงดันไฟฟ้าที่มาตรการภายใต้การทดสอบ	-33-
ภาคผนวก ง อุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบทางแสง	
ง.1 การจัดวางอุปกรณ์เพื่อการทดสอบอุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบเชิงแสงสถานะเปิด	-34-
ง.2 รูปคลื่นของอุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบทางแสง	-34-
ภาคผนวก จ	
จ.1 การจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบภูมิการคุ้มกันต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่วิทยุ	-30-
จ.2 การจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบเบสตัวชั่วคราวอย่างรวดเร็ว : วงจรแรงดันไฟฟ้า	-35-
จ.3 การจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบเบสตัวชั่วคราวอย่างรวดเร็ว : วงจรกระแสไฟฟ้า	-36-
ภาคผนวก ฉ แผนงานการทดสอบ – ลำดับการทดสอบที่แนะนำ	-37-
ภาคผนวก ช. แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง	-38-
ภาคผนวก ช. แรงดันทุติยภูมิที่กำหนด	-39-
ภาคผนวก ฌ. ค่ามาตรฐานของกระแสไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนด	-40-
ภาคผนวก ญ. สัญลักษณ์สำหรับส่วนวัด	-41-

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง	-10-
ตารางที่ 2	กระแสไฟฟ้าอ้างอิง	-10-
ตารางที่ 3 ก	ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวนสำหรับมาตรหุ้มฉนวน ที่มีการป้องกันประเภท I	-14-
ตารางที่ 3 ข	ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวนสำหรับมาตรหุ้มฉนวน ที่มีการป้องกันประเภท II	-14-
ตารางที่ 4	เครื่องหมายแรงดันไฟฟ้า	-18-
ตารางที่ 5	ฟิล์มฉนวนหุ้ม	-20-
ตารางที่ 6	ความชื้นสัมพัทธ์	-20-
ตารางที่ 7	ฟิล์มแรงดันไฟฟ้า	-22-
ตารางที่ 8	การเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาดของความผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน	-26-



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4215 (พ.ศ. 2553)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ :
ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.1030-2551

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3883(พ.ศ. 2551)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ เฉพาะด้านความปลอดภัย และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป ลงวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2551 และออกประกาศกำหนดมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ
มาตรฐานเลขที่ มอก. 1030-2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ให้มีผลนับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2553

ชาญชัย ชัยรุ่งเรือง

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ ข้อกำหนดทั่วไป

การทดสอบ และภาวะการทดสอบ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมถึงการทดสอบเฉพาะแบบสำหรับมาตรฐานพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในและภายนอกอาคารและใช้กับมาตรที่ผลิตขึ้นใหม่ซึ่งออกแบบเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับในโครงข่าย 50 เฮิร์ตซ์ หรือ 60 เฮิร์ตซ์ ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 600 โวลต์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับมาตรกลไฟฟ้าหรือมาตรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งประกอบด้วยส่วนวัดและตัวบันทึกรวมอยู่ด้วยกันในกล่องมาตร รวมทั้งยังใช้กับตัวชี้บอกการทำงานและอุปกรณ์แสดงผลการทดสอบด้านนอก (test output) สำหรับทดสอบอีกด้วย ถ้ามาตรมีส่วนวัดสำหรับพลังงานหลายแบบ [มาตรพหุพลังงาน (multi-energy meter)] หรือมีส่วนการทำงานอื่น ๆ เช่น ตัวชี้บอกความต้องการกำลังไฟฟ้า สูงสุด ตัวบันทึกค่าไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (electronic tariff registers) สวิตช์เวลา ตัวรับสัญญาณควบคุมความพลัว (ripple control receiver) อุปกรณ์เชื่อมต่อสื่อสารข้อมูล และอื่น ๆ รวมในกล่องมาตร ก็ให้ใช้มาตรฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ใช้กับ

- มาตรพกพาได้
- ส่วนเชื่อมต่อข้อมูลกับตัวบันทึกมาตร
- มาตรอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมสมบัติทางกลสำหรับมาตรแบบติดตั้งบนราง (rack-mounted meter)

2. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง เอกสารเหล่านี้มีทั้งที่ได้ระบุและมีได้ระบุปี หมายความว่ากรณีที่มิได้ระบุปีให้ใช้ฉบับล่าสุด

IEC 60038 IEC standard voltages

IEC 60044-1 Instrument transformers – Part 1: Current transformers

IEC 60044-2 Instrument transformers – Part 2 : Inductive voltage transformers

IEC 60050-300 *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

IEC 60060-1 *High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-1 *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2 *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-5 *Environmental testing procedures Part 2 : Tests – Tests Sa : Simulated solar radiation at ground level*

IEC 60068-2-6 *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-11 *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-27 *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

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

IEC 60068-2-75 *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60359 *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60387 *Symbols for alternating-current electricity meters*

IEC 60417 *Graphical symbols for use on equipment – 12-month subscription to online database comprising all graphical symbols published in IEC 60417 (IEC 60417-5019)*

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

IEC 60721-3-3 *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 62053-31 *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements. – Part 31 : Pulse output devices for electromechanical and electronic meters (two wires only)*

ISO 75-2 *Plastics – Determination of temperature of deflection under load – P.2: Plastics and ebonite*

มอก. 416 *ฉนวนไฟฟ้า – การจัดประเภททางความร้อน*

มอก. 513 *ระดับชั้นการป้องกันของเปลือกหุ้มบริภัณฑ์ไฟฟ้า*

มอก. 1452 *ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 2 การทดสอบภูมิคุ้มกันการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต*

มอก. 1453 *ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 3 การทดสอบภูมิคุ้มกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่แผ่กระจาย*

มอก. 1454 *ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 4 การทดสอบภูมิคุ้มกันภาวะชั่วคราวอย่างเร็วทางไฟฟ้า*

- มอก. 1455 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 5 การทดสอบภูมิคุ้มกัน
เสร็จ
- มอก. 1461 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 12 การทดสอบภูมิคุ้มกัน
คลื่นแวก
- มอก. 1956 บริษัทเทคโนโลยีสารสนเทศ : ชีตจำกัดสัญญาณรบกวนวิทุ
- มอก. 2394 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4-6 เทคนิคการทดสอบและการวัด-ภูมิคุ้มกันต่อสัญญาณรบกวน
ที่นำตามสายซึ่งเหนียวนำโดยสนามความถึวิทุ

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

3.1 บทนิยามทั่วไป

- 3.1.1 มาตรกลไฟฟ้า (electromechanical meter) หมายถึง มาตรซึ่งกระแสไฟฟ้าในขดลวดอยู่กับที่ทำปฏิกิริยากับ
กระแสไฟฟ้าซึ่งเหนียวขึ้นในส่วนเคลื่อนที่ซึ่งนำไฟฟ้าได้ ตามปกติเป็นจาน (disk) ซึ่งทำให้เกิดการ
เคลื่อนที่เป็นสัดส่วนกับพลังงานที่วัด
- 3.1.2 มาตรอิเล็กทรอนิกส์ (electronic or static meter) หมายถึง มาตรซึ่งกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ากระทำต่อ
ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และแสดงผลเป็นสัดส่วนกับพลังงานที่วัด
- 3.1.3 มาตรวัด-ชั่วโมง (watt-hour meter) หมายถึง เครื่องมือซึ่งประสงค์ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าใช้งานโดย
การประมวลกำลังไฟฟ้าใช้งานเทียบกับเวลา [IEV 301-06-01]
- 3.1.4 มาตรวาร์-ชั่วโมง (var-hour meter) หมายถึง เครื่องมือซึ่งประสงค์ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าริแอกทิฟโดย
การประมวลกำลังไฟฟ้าริแอกทิฟเทียบกับเวลา [IEV 301-06-02]
- 3.1.5 กำลังไฟฟ้าริแอกทิฟ [reactive power (var)] หมายถึง กำลังไฟฟ้าริแอกทิฟที่มีรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่
เดียวใด ๆ ในวงจรเฟสเดียว เป็นผลคูณของค่ารากกำลังสองเฉลี่ยกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ากับค่าไซน์
ของมุมเฟสที่ต่างกันระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า
หมายเหตุ มาตรฐานของกำลังไฟฟ้าริแอกทิฟ ใช้ได้สำหรับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ารูปไซน์ชอยด์ซึ่งมีความถี่
หลักมูลเท่านั้น
- 3.1.6 พลังงานไฟฟ้าริแอกทิฟ [reactive energy (var-hour)]
- 3.1.6.1 พลังงานไฟฟ้าริแอกทิฟในวงจรเฟสเดียว (reactive energy in a single-phase circuit) หมายถึง
ผลการประมวลบนแกนเวลาของกำลังไฟฟ้าริแอกทิฟ ตามที่นิยามข้อ 3.1.5
- 3.1.6.2 พลังงานไฟฟ้าริแอกทิฟในวงจรหลายเฟส (reactive energy in a polyphase circuit) หมายถึง
ผลบวกทางพีชคณิตของพลังงานไฟฟ้าริแอกทิฟ ในแต่ละเฟส
หมายเหตุ ข้อกำหนดขึ้นนี้กับพลังงานไฟฟ้าริแอกทิฟที่คำนวณได้จากกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ารูป
คลื่นไซน์ชอยด์ที่มีความถี่หลักมูลและสถานะความเหนียวนำหรือความจุของวงจร ในข้อแนะนำนี้ให้แทน
ด้วยค่าตัวประกอบ " $\sin \varphi$ "
- 3.1.7 มาตรพหุอัตรา (multi-rate meter) หมายถึง มาตรพลังงานไฟฟ้าที่มีตัวบันทึกหลายตัว แต่ละตัวจะทำงาน
ที่ช่วงเวลาที่จะบูไว้ สมณัยกับอัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกัน [IEV 313-06-09 modified]

3.1.8 แบบเฉพาะของมาตร (meter type)

3.1.8.1 แบบมาตรกลไฟฟ้า หมายถึง

แบบที่ออกโดยเฉพาะของมาตรที่ผลิตโดยผู้ทำรายหนึ่งที่มีลักษณะดังนี้

- ก) สมบัติด้านการวัดเหมือนกัน
- ข) โครงสร้างของชิ้นส่วนที่เป็นแบบเดียวกันซึ่งเป็นตัวกำหนดสมบัติการวัดเหมือนกัน
- ค) อัตราส่วนของกระแสไฟฟ้าสูงสุดต่อกระแสไฟฟ้าอ้างอิงเท่ากัน
- ง) จำนวน แอมแปร์-รอบ เท่ากันสำหรับขดลวดกระแสที่กระแสไฟฟ้าอ้างอิง และจำนวนรอบต่อโวลต์เท่ากันสำหรับขดลวดแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง

แต่ละแบบอาจกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าอ้างอิงและแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงได้หลายค่า

มาตรเหล่านี้ผู้ทำจะแสดงไว้ด้วยกลุ่มของตัวอักษรหรือตัวเลข หรือกลุ่มตัวอักษรผสมรวมกับตัวเลขตั้งแต่ 1 กลุ่มขึ้นไป แต่ละแบบอาจจะระบุได้เพียง 1 แบบเท่านั้น

- หมายเหตุ 1. แบบแทนด้วยมาตรตัวอย่างซึ่งประสงค์ทำการทดสอบเฉพาะแบบ และลักษณะเฉพาะ (กระแสไฟฟ้าอ้างอิงและแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง) จะเลือกจากค่าที่ให้ไว้ในตารางซึ่งระบุโดยผู้ทำ
2. ในกรณีที่จำนวนแอมแปร์-รอบมีผลทำให้จำนวนรอบมีค่าไม่เป็นจำนวนเต็ม ผลคูณของจำนวนรอบของขดลวดกับค่ากระแสไฟฟ้ามาตรฐานอาจแตกต่างจากค่าที่ได้จากมาตรตัวอย่างที่เป็นตัวแทนแบบแนะนำให้เลือกจำนวนแอมแปร์-รอบที่ถัดไปในทางสูงหรือต่ำ เพื่อให้ได้จำนวนรอบเป็นจำนวนเต็มด้วยเหตุผลนี้เท่านั้นที่จำนวนรอบต่อโวลต์ของขดลวดแรงดันไฟฟ้าอาจแตกต่างกันได้ แต่ต้องไม่เกินร้อยละ 20 จากของมาตรตัวอย่างที่เป็นตัวแทนแบบ
3. อัตราส่วนของความเร็วมาตรฐานสูงสุดต่อต่ำสุดของตัวหมุนของมาตรแต่ละตัวที่เป็นแบบเดียวกัน ต้องไม่เกิน 1.5

3.1.8.2 แบบมาตรอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง

แบบที่ออกโดยเฉพาะของมาตรที่ผลิตโดยผู้ทำรายหนึ่งที่มีลักษณะดังนี้

- ก) สมบัติด้านการวัดเหมือนกัน
 - ข) โครงสร้างของชิ้นส่วนที่เป็นแบบเดียวกันซึ่งเป็นตัวกำหนดสมบัติการวัดเหมือนกัน
 - ค) อัตราส่วนของกระแสไฟฟ้าสูงสุดต่อกระแสไฟฟ้าอ้างอิงเท่ากัน
- แต่ละแบบอาจกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าอ้างอิงและแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงได้หลายค่า
- มาตรเหล่านี้ผู้ทำจะแสดงไว้ด้วยกลุ่มของตัวอักษรหรือตัวเลข หรือกลุ่มตัวอักษรผสมรวมกับตัวเลขตั้งแต่ 1 กลุ่มขึ้นไป แต่ละแบบอาจจะระบุได้เพียง 1 แบบเท่านั้น

หมายเหตุ แบบแทนด้วยมาตรตัวอย่างซึ่งประสงค์จะทำการทดสอบเฉพาะแบบ และลักษณะเฉพาะ (กระแสไฟฟ้าอ้างอิงและแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง)) จะเลือกจากค่าที่ให้ไว้ในตารางซึ่งระบุโดยผู้ทำ

3.1.9 มาตรอ้างอิง (reference meter) หมายถึง มาตรที่ใช้วัดหน่วยของพลังงานไฟฟ้า โดยปกติจะออกแบบและทำงานให้ได้ความแม่นยำและมีเสถียรภาพสูงสุดในห้องปฏิบัติการควบคุมที่ควบคุมสภาพแวดล้อม

3.2 บทนิยามที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบสำคัญในการทำงาน

3.2.1 ส่วนวัด (measuring element) หมายถึง ส่วนของมาตรซึ่งแสดงผลเป็นสัดส่วนกับพลังงานไฟฟ้า

3.2.2 อุปกรณ์แสดงผล (output device)

3.2.2.1 อุปกรณ์แสดงผลการทดสอบ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบมาตร

3.2.2.2 อุปกรณ์ชี้บอกการทำงาน (operation indicator) หมายถึง อุปกรณ์ซึ่งแสดงสัญญาณที่มองเห็นได้ของการทำงานของมาตร

- 3.2.2.3 พัลส์ (pulse) หมายถึง คลื่นซึ่งเปลี่ยนแปลงจากระดับเริ่มต้นในช่วงระยะเวลาที่จำกัด และกลับมาระดับเดิมในที่สุด
- 3.2.2.4 อุปกรณ์พัลส์ (pulse device) สำหรับการวัดทางไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์การทำงานสำหรับปล่อยสัญญาณ(emitting) ส่ง (transmitting) ส่งซ้ำ (retransmitting) หรือรับพัลส์ไฟฟ้า แสดงปริมาณจำกัดแน่นอน เช่น พลังงานที่ปกติส่งจากมาตรไฟฟ้าบางรูปไปที่อุปกรณ์รับ
- 3.2.2.5 อุปกรณ์ปล่อยพัลส์ (pulse output device) หมายถึง อุปกรณ์พัลส์ที่ทำหน้าที่ปล่อยพัลส์
- 3.2.2.6 อุปกรณ์ปล่อยพัลส์แสงทดสอบ (optical test output) หมายถึง อุปกรณ์ปล่อยพัลส์แสงเพื่อใช้ในการทดสอบมาตร
- 3.2.2.7 อุปกรณ์ปล่อยพัลส์ไฟฟ้าทดสอบ (electrical test output) หมายถึง อุปกรณ์ปล่อยพัลส์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการทดสอบมาตร
- 3.2.2.8 หัวรับ (receiving head) หมายถึง ส่วนที่รับพัลส์ซึ่งปล่อยมาจากอุปกรณ์ปล่อยพัลส์แสง
- 3.2.3 หน่วยความจำ (memory) หมายถึง ส่วนที่เก็บข้อมูลข่าวสาร
- 3.2.3.1 หน่วยความจำลบเลือนไม่ได้ (non-volatile memory) หมายถึง หน่วยความจำที่สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- 3.2.4 ส่วนแสดงผล (display) หมายถึง อุปกรณ์ที่แสดงเนื้อหาจากในหน่วยความจำ
- 3.2.5 ตัวบันทึก (register) หมายถึง ส่วนของมาตรที่ทำให้สามารถเก็บและแสดงค่าที่วัดได้ (IEC 314-07-09 modified) สามารถเป็นได้ทั้งอุปกรณ์กลไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยทั้งหน่วยความจำและส่วนแสดงผลซึ่งทำหน้าที่เก็บและแสดงค่าที่วัดได้ ส่วนแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์หนึ่งตัวอาจนำมาใช้ร่วมกับหน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์หลายหน่วย เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวบันทึกอิเล็กทรอนิกส์แบบหลายค่า
- 3.2.6 วงจรกระแสไฟฟ้า (current circuit) หมายถึง การต่อภายในของมาตรกับส่วนวัดซึ่งกระแสในวงจรที่มาตรต่ออยู่ไหลผ่าน
- 3.2.7 วงจรแรงดันไฟฟ้า (voltage circuit) หมายถึง การต่อภายในของมาตรกับส่วนวัด กรณีที่เป็นมาตรอิเล็กทรอนิกส์จะหมายถึง ส่วนของแหล่งจ่ายไฟฟ้าซึ่งมาตรต่ออยู่และป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าให้วงจร
- 3.2.8 วงจรช่วย (auxiliary circuit) หมายถึง ส่วนต่าง ๆ (หลอดไฟ ขั้วสัมผัส และอื่น ๆ) และขั้วต่อของอุปกรณ์ช่วยภายในกล่องมาตรซึ่งมีเจตนาให้ต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น นาฬิกา รีเลย์ ตัวนับพัลส์
- 3.2.9 ค่าคงตัว (constant)
- 3.2.9.1 ค่าคงตัวสำหรับมาตรกลไฟฟ้า (constant for electromechanical meter) หมายถึง ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่บันทึกจากมาตรกับจำนวนรอบการหมุนของโรเตอร์ที่สอดคล้องกัน ตัวอย่างเช่น จำนวนรอบต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (rev/kWh) หรือวัตต์ชั่วโมงต่อรอบ (Wh/rev) ใดๆอย่างหนึ่ง
- 3.2.9.2 ค่าคงตัวสำหรับมาตรวัด-วัตต์-ชั่วโมงอิเล็กทรอนิกส์ (constant for static watt-hour meter) หมายถึง ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่บันทึกจากมาตรกับค่าแสดงผลการทดสอบที่สอดคล้องกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าค่านี้เป็นจำนวนพัลส์ ค่าคงตัวควรจะเป็น พัลส์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (imp/kWh)* หรือวัตต์ชั่วโมงต่อพัลส์ (Wh/imp)* ใดๆอย่างหนึ่ง
- หมายเหตุ * imp ย่อจาก impulse

3.3 บทนิยามของชิ้นส่วนทางกล

- 3.3.1 มาตรภายในอาคาร (indoor meter) หมายถึง มาตรที่สามารถใช้ได้โดยมีการป้องกันเพิ่มเติมจากผลกระทบของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารเท่านั้น (ติดตั้งในบ้าน และในตู้)
- 3.3.2 มาตรภายนอกอาคาร (outdoor meter) หมายถึง มาตรที่สามารถใช้ได้โดยไม่มีการป้องกันเพิ่มเติมจากผลกระทบของสภาพแวดล้อมภายนอก
- 3.3.3 ฐาน (base) หมายถึง ส่วนหลังของมาตรซึ่งตามปกติยึดติดอยู่กับที่ และเป็นส่วนที่มีส่วนวัด หรือขั้วต่อสาย หรือแผงขั้วต่อสาย และฝาครอบประกอบติดอยู่
สำหรับมาตรฝังเรียบ (flush-mounted meter) ฐานมาตรอาจรวมถึงด้านข้างของกล่องด้วย
- 3.3.3.1 ตัวรับ (socket) หมายถึง ฐานของมาตรที่มีตัวจับขั้วต่อสายของมาตรแบบถอดออกได้บรรจุอยู่ และมีขั้วสำหรับต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า อาจเป็นตัวรับตำแหน่งเดียวสำหรับมาตรตัวเดียวหรือตัวรับหลายตำแหน่งสำหรับมาตร 2 ตัวหรือมากกว่า
- 3.3.4 ฝาครอบ (cover) หมายถึง ส่วนหุ้มด้านหน้าของมาตร ทำด้วยวัสดุโปร่งใสทั้งหมด หรือทำด้วยวัสดุทึบที่มีช่องซึ่งสามารถมองผ่านเข้าไปเห็นตัวชี้บอกการทำงาน (ถ้ามี) และสามารถอ่านส่วนแสดงผลได้
- 3.3.5 กล่อง (case) หมายถึง ส่วนที่ประกอบด้วยฐานและฝาครอบมาตร
- 3.3.6 ส่วนนำไฟฟ้าที่แตะต้องถึง (accessible conducting part) หมายถึง ส่วนนำไฟฟ้าซึ่งสามารถสัมผัสโดยนิ้วทดสอบมาตรฐานเมื่อมาตรติดตั้งพร้อมใช้งาน
- 3.3.7 ขั้วต่อลงดินป้องกัน (protective earth terminal) หมายถึง ขั้วต่อที่ต่อเข้ากับส่วนนำไฟฟ้าที่แตะต้องถึงของมาตร สำหรับจุดประสงค์ด้านความปลอดภัย
- 3.3.8 แผงขั้วต่อสาย (terminal block) หมายถึง ที่รองรับซึ่งทำด้วยวัสดุฉนวนซึ่งรวมขั้วต่อสายบางส่วนหรือทั้งหมดของมาตรเข้าด้วยกันเป็นกลุ่ม
- 3.3.9 ฝาครอบขั้วต่อสาย (terminal cover) หมายถึง ส่วนครอบซึ่งครอบขั้วต่อสายของมาตรและ (โดยทั่วไป) ปลายของสายไฟฟ้าหรือสายไฟภายนอกที่ต่อเข้ากับขั้วต่อสาย
- 3.3.10 ระยะห่างในอากาศ (clearance) หมายถึง ระยะที่สั้นที่สุดวัดในอากาศระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้าได้
- 3.3.11 ระยะห่างตามผิวฉนวน (creepage distance) หมายถึง ระยะที่สั้นที่สุดวัดบนผิวของฉนวนระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้าได้

3.4 บทนิยามเกี่ยวกับฉนวน

- 3.4.1 ฉนวนมูลฐาน (basic insulation) หมายถึง ฉนวนที่ใช้กับส่วนที่มีไฟฟ้าเพื่อทำให้มีการป้องกันขั้นมูลฐานต่อไฟฟ้าช็อก
หมายเหตุ ฉนวนมูลฐานไม่จำเป็นต้องรวมถึงฉนวนที่ใช้เพื่อจุดประสงค์เชิงหน้าที่โดยเฉพาะ
- 3.4.2 ฉนวนเพิ่มเติม (supplementary insulation) หมายถึง ฉนวนอิสระที่ใช้เพิ่มเติมให้กับฉนวนมูลฐานเพื่อป้องกันไฟฟ้าช็อกในกรณีที่ฉนวนมูลฐานล้มเหลว
- 3.4.3 ฉนวนสองชั้น (double insulation) หมายถึง ฉนวนซึ่งประกอบด้วยทั้งฉนวนมูลฐานและฉนวนเพิ่มเติม
- 3.4.4 ฉนวนเสริม (reinforced insulation) หมายถึง ระบบฉนวนเดี่ยวที่ใช้กับส่วนที่มีไฟฟ้า ซึ่งทำให้มีระดับการป้องกันไฟฟ้าช็อกเทียบเท่าฉนวนสองชั้น
หมายเหตุ คำว่า “ระบบฉนวนเดี่ยว” ไม่ได้หมายความว่าฉนวนต้องเป็นเนื้อเดียวกันชั้นหนึ่ง แต่อาจประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ หลายชั้นซึ่งไม่สามารถแยกทดสอบเดี่ยว ๆ ดังเช่นฉนวนเพิ่มเติมหรือฉนวนมูลฐานได้

3.4.5 มาตรฐานด้วยวัสดุฉนวนที่มีการป้องกันประเภท I (insulating encased meter of protective class I) หมายถึง มาตรฐานซึ่งการป้องกันไฟฟ้าช็อกไม่ได้ขึ้นอยู่กับฉนวนมูลฐานเพียงอย่างเดียว แต่ยังเพิ่มความปลอดภัยขึ้นอีกโดยการต่อส่วนที่แต่ละต้องถึงที่นำกระแสไฟฟ้ากับตัวนำลงดินป้องกันด้วยสายไฟฟ้าเดินถาวรในลักษณะที่ทำให้ส่วนที่แต่ละต้องถึงที่นำไฟฟ้าได้ไม่สามารถมีไฟฟ้าได้ในกรณีที่มีฉนวนมูลฐานล้มเหลว

หมายเหตุ การเตรียมการป้องกันนี้ รวมถึงข้อต่อลงดินป้องกันด้วย

3.4.6 มาตรฐานด้วยวัสดุฉนวนที่มีการป้องกันประเภท II (insulating encased meter of protective class II) หมายถึง มาตรฐานที่กล่องเป็นวัสดุฉนวนซึ่งการป้องกันไฟฟ้าช็อกไม่ได้ขึ้นอยู่กับฉนวนมูลฐานแต่เพียงอย่างเดียว แต่จะวางล่วงหน้าด้านความปลอดภัยเพิ่มเติม เช่น มีฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริมที่ไม่มีการเตรียมการสำหรับการต่อลงดินเพื่อการป้องกันหรือความเชื่อถือได้ของภาวะการติดตั้ง

3.5 บทนิยามของปริมาณต่าง ๆ ของมาตร

3.5.1 กระแสอ้างอิง (reference current)

3.5.1.1 กระแสไฟฟ้า*เริ่มต้น [starting current (I_{st})] หมายถึง ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำสุดที่ทำให้มาตรเริ่มทำงาน และทำการบันทึกค่าอย่างต่อเนื่อง

3.5.1.2 กระแสไฟฟ้า*มูลฐาน [basic current (I_b)] หมายถึง ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ในขณะที่สามารถจะที่เกี่ยวข้องของมาตรที่ต่อตรงมีค่าคงตัว

3.5.1.3 กระแสไฟฟ้า*ที่กำหนด [rated current (I_n)] หมายถึง ค่าของกระแสไฟฟ้าในขณะที่สามารถจะที่เกี่ยวข้องของมาตรที่ทำงานด้วยหม้อแปลงไฟฟ้ามีค่าคงตัว

หมายเหตุ * ในเทอม “กระแสไฟฟ้า” หมายถึงค่ารากกำลังสองเฉลี่ย นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น

3.5.2 กระแสไฟฟ้า*สูงสุด [maximum current (I_{max})] หมายถึง ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ทำให้เชื่อว่ามาตรยังมีความแม่นยำตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้

หมายเหตุ * ในเทอม “กระแสไฟฟ้า” หมายถึงค่ารากกำลังสองเฉลี่ย นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น

3.5.3 แรงดันไฟฟ้า*อ้างอิง (reference voltage (U_n)) หมายถึง ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ในขณะที่สามารถจะที่เกี่ยวข้องของมาตรมีค่าคงตัว

ความถี่อ้างอิง (reference frequency) หมายถึง ค่าของความถี่ในขณะที่สามารถจะที่เกี่ยวข้องของมาตรมีค่าคงตัว

หมายเหตุ * ในเทอม “แรงดันไฟฟ้า” หมายถึงค่ารากกำลังสองเฉลี่ย นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น

3.5.4 ความถี่อ้างอิง (reference frequency) หมายถึง ค่าของความถี่ในขณะที่สามารถจะที่เกี่ยวข้องของมาตรมีค่าคงตัว

3.5.5 พิสัยการวัดที่กำหนด (specified measuring range) หมายถึง ชุดของค่าวัดซึ่งมีเจตนาให้ความผิดพลาดของมาตรมีค่าอยู่ภายในขีดจำกัดที่ระบุ

3.5.6 ดัชนีชั้น (class index) หมายถึง ตัวเลขที่บอกขีดจำกัดของค่าความผิดพลาดเป็นร้อยละที่ยอมรับได้ สำหรับค่ากระแสไฟฟ้าทุกค่าซึ่งอยู่ระหว่าง $0.1 I_b$ ถึง I_{max} หรือระหว่าง $0.05 I_n$ ถึง I_{max} โดยที่ค่าตัวประกอบกำลังมีค่าเท่ากับ 1 (และในกรณีของมาตรหลายเฟสที่มีโหลดสมดุล) เมื่อมาตรถูกทดสอบในภาวะอ้างอิง (รวมถึงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของค่าอ้างอิง) ที่นิยามไว้ในส่วนนิยามของข้อกำหนดเฉพาะ

3.5.7 ค่าผิดพลาดเป็นร้อยละ (percentage error) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ค่าผิดพลาดเป็นร้อยละ} = \frac{\text{พลังงานที่บันทึกโดยมาตร} - \text{พลังงานจริง}}{\text{พลังงานจริง}} \times 100$$

หมายเหตุ เนื่องจากค่าพลังงานจริงไม่สามารถหาได้ จึงให้ประมาณโดยค่าค่าหนึ่งพร้อมระบุความไม่แน่นอน ซึ่งสามารถสอบกลับไปยังมาตรฐานที่ตกลงกันระหว่างผู้ทำกับผู้ใช้ หรือมาตรฐานระดับประเทศ

3.6 บทนิยามของปริมาณอิทธิพล

- 3.6.1 ปริมาณอิทธิพล (influence quantity) หมายถึง ปริมาณใด ๆ ที่โดยทั่วไปอยู่ภายนอกมาตรซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสมรรถนะของมาตร (IEV 311-06-01 modified)
- 3.6.2 ภาวะอ้างอิง (reference condition) หมายถึง ชุดของปริมาณอิทธิพลที่เหมาะสมและลักษณะเฉพาะทางสมรรถนะพร้อมกับค่าอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนและพิสัยอ้างอิง ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าผิดพลาดในตัวมาตร (IEV 311-06-02 modified)
- 3.6.3 การแปรผันของค่าผิดพลาดเนื่องจากปริมาณอิทธิพล (variation of error due to an influence quantity) หมายถึง ความแตกต่างระหว่างความผิดพลาดเป็นร้อยละของมาตรเมื่อปริมาณอิทธิพลหนึ่งเพียงปริมาณเดียวทำงานตามลำดับ 2 ค่าที่กำหนด ซึ่งค่าหนึ่งในจำนวนนั้นเป็นค่าอ้างอิง
- 3.6.4 ตัวประกอบความเพี้ยน (distortion factor) หมายถึง อัตราส่วนของค่ารากของกำลังสองเฉลี่ยของฮาร์โมนิกที่มีอยู่ (ได้มาโดยการลบรูปคลื่นกระแสสลับที่ไม่ใช่รูปคลื่นไซน์ด้วยคลื่นหลักมูล) กับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของปริมาณที่ไม่ใช่รูปคลื่นไซน์ ตัวประกอบความเพี้ยนตามปกติจะแสดงเป็นร้อยละ
- 3.6.5 สัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic disturbance) หมายถึง การแทรกสอดของแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการนำ หรือการแผ่รังสี ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อมาตรทั้งในด้านหน้าที่หรือทางด้านการวัด
- 3.6.6 อุณหภูมิอ้างอิง (reference temperature) หมายถึง อุณหภูมิโดยรอบที่ระบุไว้สำหรับภาวะอ้างอิง
 - 3.6.6.1 สัมประสิทธิ์อุณหภูมิเฉลี่ย (mean temperature coefficient) หมายถึง อัตราส่วนของความแปรผันของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิซึ่งทำให้เกิดการแปรผัน
- 3.6.7 ภาวะการทำงานที่กำหนด (rated operating condition) หมายถึง ชุดของพิสัยการวัดที่ระบุสำหรับลักษณะเฉพาะทางสมรรถนะ และพิสัยการทำงานที่ระบุสำหรับปริมาณอิทธิพลซึ่งอยู่ในการแปรผันของค่าผิดพลาดของการทำงานของมาตรที่ได้กำหนดและหาค่า
- 3.6.8 พิสัยการทำงานที่ระบุ (specified operating range) หมายถึง พิสัยของค่าปริมาณอิทธิพลเดียวค่าหนึ่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาวะการทำงานที่กำหนด
- 3.6.9 พิสัยการทำงานที่ขยาย (extended operating range) หมายถึง ภาวะสุดท้ายของมาตรที่กำลังทำงานสามารถทนอยู่ได้โดยไม่เสียหายและลักษณะเฉพาะด้านการวัดไม่เสื่อมลง เมื่อมาตรทำงานภายหลังตามภาวะการทำงานที่กำหนด สำหรับพิสัยนี้อาจผ่อนคลายเป็นข้อกำหนดด้านความแม่นยำ
- 3.6.10 พิสัยขีดจำกัดของการทำงาน (limit range of operation) หมายถึง ภาวะสุดท้ายของมาตรที่กำลังทำงานสามารถทนอยู่ได้โดยไม่เสียหายและลักษณะเฉพาะด้านการวัดไม่เสื่อมลง เมื่อมาตรทำงานภายหลังตามภาวะการทำงานที่กำหนด
- 3.6.11 ภาวะการจัดเก็บและขนส่ง (storage and transport condition) หมายถึง ภาวะสุดท้ายของมาตรที่กำลังทำงานสามารถทนอยู่ได้โดยไม่เสียหายและลักษณะเฉพาะด้านการวัดไม่เสื่อมลง เมื่อมาตรทำงานภายหลังตามภาวะการทำงานที่กำหนด

3.6.12 ตำแหน่งการทำงานปกติ (normal working position) หมายถึง ตำแหน่งการทำงานของมาตรที่ผู้ผลิตระบุสำหรับการทำงานปกติ

3.6.13 เสถียรภาพทางความร้อน (thermal stability) หมายถึง การวัดที่กำลังทดสอบจะมีเสถียรภาพความร้อนเมื่อการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาดจากผลของความร้อนนาน 20 นาที มีค่าน้อยกว่า 0.1 เท่าของค่าผิดพลาดสูงสุดที่ยอมได้

3.7 บทนิยามของการทดสอบ

3.7.1 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test) หมายถึง ขั้นตอนการทดสอบต่าง ๆ ที่ต้องปฏิบัติตามโดยชุดการทดสอบทั้งหมดจะทำกับมาตรเพียงตัวเดียว หรือมาตรแบบเดียวกันที่มีคุณลักษณะเดียวกันจำนวนไม่มากจำนวนหนึ่ง ซึ่งผู้ทำเลือกเพื่อตรวจสอบว่ามาตรแบบดังกล่าวมีคุณลักษณะถูกต้องตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้

3.8 บทนิยามเกี่ยวข้องกับมาตรกลไฟฟ้า

3.8.1 ตัวหมุน (rotor) หมายถึง ส่วนเคลื่อนที่ของมาตรซึ่งกระทำโดยฟลักซ์แม่เหล็กของขดลวดอยู่กับที่และของส่วนต้านการหมุน และเป็นส่วนของทำงานตัวบันทึก

3.8.2 ส่วนขับ (driving element) หมายถึง ส่วนทำงานของมาตรซึ่งสร้างทอร์กโดยการกระทำของฟลักซ์แม่เหล็กต่อกระแสไฟฟ้าที่ถูกเหนี่ยวนำขึ้นในส่วนเคลื่อนที่ ตามปกติประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ควบคุม

3.8.3 ส่วนต้านการหมุน (braking element) หมายถึง ส่วนของมาตรซึ่งสร้างทอร์กต้านการหมุนโดยการกระทำของฟลักซ์แม่เหล็กต่อกระแสไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำขึ้นในส่วนเคลื่อนที่ ตามปกติประกอบด้วยแม่เหล็กหนึ่งตัวหรือมากกว่ากับอุปกรณ์ปรับตั้ง

3.8.4 โครง (frame) หมายถึง โครงของมาตรซึ่งใช้ติดตั้งส่วนขับ ที่รองลื่นของตัวหมุน ตัวบันทึกปกติจะมีส่วนต้านการหมุน และบางครั้งจะมีอุปกรณ์ปรับตั้ง

3.8.5 อัตราเร็วมูลฐาน (basic speed) หมายถึง อัตราเร็วระบุนการหมุนของตัวหมุน แสดงเป็นรอบต่อนาทีเมื่อมาตรอยู่ภายใต้ภาวะอ้างอิง และนำพากระแสไฟฟ้ามูลฐานหรือกระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่ตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1

3.8.6 ทอร์กมูลฐาน (basic torque) หมายถึง ค่าระบุของทอร์กบนตัวหมุนเพื่อไม่ให้เคลื่อนที่ เมื่อมาตรอยู่ในภาวะอ้างอิงและนำกระแสไฟฟ้ามูลฐานหรือกระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่ตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1

3.8.7 ตำแหน่งทำงานในแนวตั้ง (vertical working position) หมายถึง ตำแหน่งของมาตรซึ่งเพลลาของตัวหมุนอยู่ในแนวตั้ง

4. ค่ามาตรฐานทางไฟฟ้า

4.1 แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง (reference voltage)

ตารางที่ 1 แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
(ข้อ 4.1)

มาตร แบบ	ค่ามาตรฐาน V	ค่ามาตรฐานพิเศษ V
ต่อตรง	120-230-277-400-480 (ภาคผนวก ช.)	100-127-200-220- 240-380-415
ต่อผ่านหม้อแปลง แรงดันไฟฟ้า	57.7-63.5-100-110- 115-120-200 (ภาคผนวก ช.)	173-190-220

4.2 กระแสไฟฟ้ามาตรฐาน (standard current)

ตารางที่ 2 กระแสไฟฟ้าอ้างอิง
(ข้อ 4.2)

มาตร แบบ	ค่ามาตรฐาน A	ค่ามาตรฐานพิเศษ A
ต่อตรง (I_b)	5-10-15-20-30-40-50	80
ต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (I_n)	1-2-5 (ภาคผนวก ฉ.)	1.5-2.5

4.2.1 กระแสไฟฟ้าสูงสุด (maximum current) กระแสไฟฟ้าสูงสุดสำหรับมาตรต่อตรง ให้ระบุเป็นจำนวนเต็ม
ทวิคูณของกระแสไฟฟ้ามูลฐาน (เช่น 4 เท่าของกระแสไฟฟ้ามูลฐาน)

ถ้ามาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ต้องระมัดระวังให้ค่าพิสัยของกระแสไฟฟ้าของมาตร
มีค่าเหมาะสมกับพิสัยของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดจะมีค่าเท่ากับ
 $1.2 I_n$ $1.5 I_n$ หรือ $2 I_n$

4.3 ความถี่อ้างอิงมาตรฐาน (standard reference frequencies) ค่ามาตรฐานของความถี่อ้างอิงเท่ากับ 50 เฮิร์ตซ์
และ 60 เฮิร์ตซ์

5. คุณลักษณะที่ต้องการทางกลและการทดสอบ

5.1 คุณลักษณะที่ต้องการทางกลทั่วไป

ต้องออกแบบและสร้างมาตรฐานในลักษณะที่หลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดอันตรายใด ๆ ในการใช้งานตามปกติในภาวะปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อให้มั่นใจว่ามี

- ความปลอดภัยของบุคคลจากไฟฟ้าช็อก
- ความปลอดภัยของบุคคลจากผลของอุณหภูมิเกิน
- การป้องกันการลัดวงจรของไฟ
- การป้องกันการลัดวงจรของวัตถุของแข็ง ฝุ่น และน้ำ

ทุกส่วนซึ่งต้องเผชิญกับการกัดกร่อนในภาวะการทำงานปกติต้องได้รับการป้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งเคลือบเพื่อการป้องกันใด ๆ ต้องไม่มีแนวโน้มที่จะเสียหายเนื่องจากการชนย้ายธรรมดา หรือได้รับผลกระทบในเชิงเสียหายเนื่องจากการเปื้อนต่ออากาศ ในภาวะการทำงานปกติมาตรฐานภายนอกอาคารต้องทนต่อการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

หมายเหตุ มาตรฐานที่นำไปใช้ในบรรยากาศกัดกร่อน ต้องระบุคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมในสัญญาซื้อขาย (เช่น การทดสอบละอองเกลือตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(11) การทดสอบ - การทดสอบ Ka : ละอองน้ำเกลือ (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-11)

5.2 กล้อง

5.2.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ต้องผนึกกล้องมาตรฐานในลักษณะที่ชิ้นส่วนภายในของมาตรจะแตะต้องถึงได้หลังจากการทำลายผนึกเท่านั้น

ฝาครอบจะเปิดไม่ได้นอกจากจะใช้เครื่องมือ

ต้องสร้างกล่องและเตรียมการเพื่อให้มาตรทำงานได้ดีตามปกติเมื่อเกิดการเสีรูปอย่างไมถาวร

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานที่มีเจตนาให้ต่อกับไฟฟ้าประธานซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าภายใต้ภาวะอ้างอิงเกิน 250 โวลต์เมื่อเทียบกับดิน และกล่องทำด้วยโลหะทั้งหมด ซึ่งบางส่วนจะต้องมีขั้วต่อลงดินเพื่อการป้องกัน

ให้ทดสอบความแข็งแรงทางกลของกล่องมาตรดังต่อไปนี้

5.2.2 การทดสอบทางกล

5.2.2.1 การทดสอบด้วยค้อนสปริง (spring hammer test)

ให้ทดสอบความแข็งแรงทางกลของกล่องด้วยค้อนสปริงตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(75) การทดสอบ - การทดสอบ Eh : การทดสอบด้วยค้อน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-75)

ให้ติดตั้งมาตรในตำแหน่งการทำงานปกติ และค้อนสปริงต้องกระทำบนพื้นผิวนอกของฝาครอบ (รวมถึงช่องหน้าต่างด้วย) และกระทำบนฝาครอบขั้วต่อสายด้วยพลังงานจลน์ $0.2 \text{ จูล} \pm 0.02 \text{ จูล}$ ผลของการทดสอบจะเป็นที่น่าพอใจถ้ากล่องและฝาครอบขั้วต่อสายไม่เสียหายจนมีผลแก่หน้าที่

การทำงานของมาตรและยังคงไม่สามารถสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ความเสียหายเพียงเล็กน้อยที่ไม่มีผลต่อการป้องกันต่อการสัมผัสทางไฟฟ้าโดยทางอ้อมหรือต่อการล่งล้าของวัตถุแข็ง ฝุ่น และน้ำให้ยอมรับได้

5.2.2.2 การทดสอบการช็อก (shock test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(27) การทดสอบ - การทดสอบ Ea และคำแนะนำ : การช็อก (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-27) ภายใต้ภาวะต่อไปนี้

- มาตรอยู่ในภาวะไม่ทำงาน และไม่อยู่ในบรรจุภัณฑ์
- พัลส์รูปไซน์ครึ่งคลื่น
- อัตราเร่งสูงสุด $30 g_n$ (300 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)
- ระยะเวลาพัลส์ 18 มิลลิวินาที

หลังการทดสอบ มาตรต้องไม่ปรากฏความเสียหาย หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล และต้องทำงานอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

5.2.2.3 การทดสอบการสั่นสะเทือน (vibration test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(6) การทดสอบ - การทดสอบ Fc : การสั่น (แบบคลื่นรูปไซน์) (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-6) ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- มาตรอยู่ในสภาวะไม่ทำงาน และไม่อยู่ในบรรจุภัณฑ์
- พิสัยความถี่มีค่าระหว่าง 10 เฮิร์ตซ์ ถึง 150 เฮิร์ตซ์
- ความถี่ที่จุดเปลี่ยน 60 เฮิร์ตซ์
- ความถี่น้อยกว่า 60 เฮิร์ตซ์ ใช้แอมพลิจูดของการเคลื่อนที่คงที่ 0.075 มิลลิเมตร
- ความถี่มากกว่า 60 เฮิร์ตซ์ ใช้อัตราเร่งคงที่ 9.8 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (1 g)
- ควบคุมแบบจุดเดียว
- จำนวนวัฏจักรการกวาดต่อแกนหมุนมีค่าเท่ากับ 10

หมายเหตุ 10 วัฏจักรการกวาด = 75 นาที

หลังการทดสอบ มาตรต้องไม่ปรากฏความเสียหาย หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล และต้องทำงานอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

5.3 ช่องหน้าต่าง

ถ้าฝาครอบไม่โปร่งใส ต้องมีช่องหน้าต่างตั้งแต่ 1 ช่องขึ้นไปสำหรับอ่านส่วนแสดงผลและสังเกตตัวชี้บอกการทำงาน (ถ้ามี) ช่องหน้าต่างเหล่านี้ต้องเป็นแผ่นวัสดุใสซึ่งไม่สามารถถอดได้ถ้าไม่ทำลายฉนวน

5.4 ขั้วต่อสาย แผงขั้วต่อสาย ขั้วต่อลงดินป้องกัน

ขั้วต่อสายอาจรวมเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มในแผงขั้วต่อสายชุดหนึ่งหรือมากกว่า ที่มีสมบัติฉนวนและความแข็งแรงทางกลเพียงพอ เพื่อให้เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการดังกล่าวเมื่อเลือกวัสดุฉนวนสำหรับแผงขั้วต่อสาย ควรพิจารณาถึงการทดสอบที่เพียงพอของวัสดุด้วย

วัสดุซึ่งใช้ทำแผงขั้วต่อสายต้องผ่านการทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพลาสติก การหาค่าการเบนของอุณหภูมิภายใต้โหลด - เล่ม.2 : พลาสติกและอีโพนี (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ISO 75-2 method A) สำหรับอุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 1.8 เมกะพาสคัล

รูในวัสดุฉนวนที่เป็นส่วนขยายเพิ่มเติมของขั้วต่อสายต้องมีขนาดโตพอที่จะรับฉนวนของตัวนำสายไฟฟ้าได้ ลักษณะของการติดตั้งสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วต่อสายต้องมั่นใจว่าเกิดการสัมผัสที่คงทนและพอเพียงจนไม่มีความเสี่ยงของการหลุดหลวมหรือการเกิดความร้อนที่เกินควร จุดต่อที่ใช้หมุดเกลียวซึ่งส่งผ่านแรงกดสัมผัสและหมุดเกลียวติดตั้งอาจขึ้นและคลายหลายครั้ง ในระหว่างอายุการใช้งานของมาตรฐานต้องขึ้นลงในแป้นเกลียวโลหะขึ้นส่วนทั้งหมดของขั้วต่อสายใด ๆ ต้องเป็นแบบที่ลดความเสี่ยงต่อการเกิดการกัดกร่อนเนื่องจากการสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะอื่น ๆ

จุดต่อทางไฟฟ้าต้องออกแบบในลักษณะที่แรงกดสัมผัสไม่ถูกส่งผ่านวัสดุฉนวน

สำหรับวงจรกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าให้ถือว่ามีความแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าสำหรับวงจรแรงดันไฟฟ้าที่สัมพันธ์กัน

ขั้วต่อสายสำหรับสัณฐานที่ต่างกันซึ่งจับเป็นกลุ่มอยู่ใกล้กัน ต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรโดยบังเอิญ การป้องกันอาจใช้ตัวคั่นที่เป็นฉนวน ขั้วต่อสายต่าง ๆ ของวงจรกระแสไฟฟ้าวงจรหนึ่งถือว่าอยู่ในสัณฐานเดียวกัน ขั้วต่อสาย หมุดเกลียวติดตั้ง และตัวนำภายนอกหรือภายใน ต้องไม่สัมผัสกับฝาครอบขั้วต่อสายที่เป็นโลหะ ขั้วต่อลงดินป้องกัน ถ้ามี ต้องเป็นดังนี้

- ก) เชื่อมติดทางไฟฟ้าเข้ากับส่วนโลหะที่แต่ละต้องถึง
- ข) เป็นส่วนของฐานมาตรฐาน ถ้าเป็นไปได้
- ค) ควรอยู่ใกล้เคียงแผงขั้วต่อสาย
- ง) สามารถรับตัวนำที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดอย่างน้อยเท่ากับตัวนำกระแสไฟฟ้าหลัก แต่ไม่น้อยกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 16 ตารางมิลลิเมตร (มิติเหล่านี้ใช้เฉพาะกับตัวนำทองแดง)
- จ) แสดงไว้อย่างชัดเจนด้วยสัญลักษณ์ต่อลงดิน 

หลังการติดตั้ง ต้องไม่สามารถคลายขั้วต่อสายดินป้องกันได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

5.5 ฝาครอบขั้วต่อสาย

ขั้วต่อสายของมาตรฐาน ถ้าจัดเข้ากลุ่มในแผงขั้วต่อสายและถ้าไม่มีการป้องกันโดยวิธีอื่น ต้องมีฝาครอบแยกต่างหาก ซึ่งสามารถผนึกโดยอิสระจากฝาครอบมาตรฐาน ฝาครอบขั้วต่อสายต้องปิดหุ้มขั้วต่อสายจริง หมุดเกลียว และนอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นตัวนำภายนอกพร้อมกับฉนวน ความยาวที่เหมาะสม เมื่อมาตรฐานเป็นแบบติดตั้งบนแผง ต้องไม่สามารถแตะต้องถึงขั้วต่อสายได้โดยไม่ทำลายผนึกของฝาครอบขั้วต่อสาย

5.6 ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวน

ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวน ระหว่าง

- ก) ขั้วต่อสายใด ๆ ของวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์ กับ
- ข) ส่วนที่ต่อลงดินพร้อมกับขั้วต่อสายของวงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงต่ำกว่าหรือเท่ากับ 40 โวลต์ ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ใน

- ตารางที่ 3 ก. สำหรับมาตรการที่มีการป้องกันประเภท I
- ตารางที่ 3 ข. สำหรับมาตรการที่มีการป้องกันประเภท II

ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวนระหว่างขั้วต่อสายของวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง เกิน 40 โวลต์ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ก.

ระยะห่างในอากาศระหว่างฝาครอบขั้วต่อสาย (ถ้าทำด้วยโลหะ) กับพื้นผิวส่วนบนสุดของหมุดเกลียวเมื่อขันลงบนตัวนำขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถใช้ได้ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ก. และตารางที่ 3 ข.

ตารางที่ 3 ก. ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวน
สำหรับมาตรการหุ้มฉนวนที่มีการป้องกันประเภท I
(ข้อ 5.6 ข.)

แรงดันเฟสเทียบกับดิน ที่คำนวณได้จาก แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของระบบ V	แรงดันไฟฟ้า อิมพัลส์ที่กำหนด V	ระยะห่างในอากาศต่ำสุด		ระยะตามผิวฉนวนต่ำที่สุด	
		มาตร ภายในอาคาร mm	มาตร ภายนอกอาคาร mm	มาตร ภายในอาคาร mm	มาตร ภายนอกอาคาร mm
≤ 100	1 500	0.5	1.0	1.4	2.2
≤ 150	2 500	1.5	1.5	1.6	2.5
≤ 300	4 000	3.0	3.0	3.2	5.0
≤ 600	6 000	5.5	5.5	6.3	10.0

ตารางที่ 3 ข. ระยะห่างในอากาศและระยะตามผิวฉนวน
สำหรับมาตรการหุ้มฉนวนที่มีการป้องกันประเภท II
(ข้อ 5.6 ข.)

แรงดันเฟสเทียบกับดิน ที่คำนวณได้จาก แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของระบบ V	แรงดันไฟฟ้า อิมพัลส์ที่กำหนด V	ระยะห่างในอากาศต่ำสุด		ระยะตามผิวฉนวนต่ำที่สุด	
		มาตร ภายในอาคาร mm	มาตร ภายนอกอาคาร mm	มาตร ภายในอาคาร mm	มาตร ภายนอกอาคาร mm
≤ 100	2 500	1.5	1.5	2.0	3.2
≤ 150	4 000	3.0	3.0	3.2	5.0
≤ 300	6 000	5.5	5.5	6.3	10.0
≤ 600	8 000	8.0	8.0	12.5	20.0

การทดสอบแรงดันอิมพัลส์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด (ดู ข้อ 7.3.2)

5.7 มาตรฐานที่มีข้อกำหนดการป้องกันประเภท II

มาตรฐานที่มีข้อกำหนดการป้องกัน II ต้องมีเปลือกหุ้มที่ทนทานและเป็นชั้นเดียวกันโดยตลอดซึ่งทำด้วยวัสดุฉนวนทั้งหมด รวมทั้งฝาครอบขั้วต่อสาย ซึ่งครอบคลุมส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมด ยกเว้นส่วนเล็ก ๆ เช่น ป้ายพิกัด หมุดเกลียว อุปกรณ์สำหรับแขวน และหมุดยึด ถ้าส่วนเล็กๆ ดังกล่าวสามารถแตะต้องถึงโดยนิ้วทดสอบมาตรฐาน (ตามที่ระบุใน มอก.513) จากภายนอกกล่องมาตร ดังนั้น ต้องเพิ่มการแยกส่วนที่มีไฟฟ้าโดยฉนวนเพิ่มเติมออกเพื่อป้องกันในกรณีฉนวนมูลฐานล้มเหลวหรือส่วนที่มีไฟฟ้าหลุดหลวม สมบัติการฉนวนของแล็กเกอร์ สารเคลือบ (enamel) กระดาษธรรมดา ฝ้าย พิล์มออกไซด์บนส่วนที่เป็นโลหะ ชั้นกาวและสารประกอบฉนวนหรือวัสดุที่คล้ายกันต้องถือว่าไม่เพียงพอสำหรับฉนวนเพิ่มเติม

สำหรับแผงขั้วต่อสายและฝาครอบขั้วต่อสายของมาตรดังกล่าว ฉนวนเสริมถือว่าเพียงพอ

5.8 ความทนความร้อนและไฟ

แผงขั้วต่อสาย ฝาครอบ และกล่อง ต้องให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยตามควรต่อการลุกไหม้ของเปลวไฟ ไม่ควรติดไฟจากความร้อนเนื่องจากโหลดเกินของส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งสัมผัสกับสิ่งเหล่านี้ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ดังกล่าวต้องทดสอบดังต่อไปนี้

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบอันตรายจากไฟ เล่ม 2(11) วิธีทดสอบลวดรุ่งแสง/ลวดร้อน - วิธีทดสอบการลุกไหม้ของผลิตภัณฑ์สำเร็จด้วยลวดรุ่งแสง (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60695-2-11) ที่อุณหภูมิต่อไปนี้

- แผงขั้วต่อสาย 960 องศาเซลเซียส $\pm$ 15 องศาเซลเซียส
- ฝาครอบขั้วต่อสายและกล่องมาตร 650 องศาเซลเซียส $\pm$ 10 องศาเซลเซียส
- ช่วงเวลาทดสอบ 30 วินาที $\pm$ 1 วินาที

การสัมผัสกับลวดรุ่งแสง (glow wire) อาจเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ๆ ก็ได้ ถ้าแผงขั้วต่อสายรวมเป็นส่วนเดียวกับฐานให้ทดสอบเฉพาะแผงขั้วต่อสายก็ได้

5.9 การป้องกันฝุ่นและน้ำ

มาตรต้องเป็นไปตามระดับชั้นการป้องกัน ที่ระบุใน มอก. 513

มาตรภายในอาคาร IP 51 แต่ต้องไม่มีการดูอากาศจากภายในมาตร

มาตรภายนอกอาคาร IP 54

การทดสอบให้ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ใน มอก. 513 ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

ก) การป้องกันฝุ่น

- มาตรอยู่ในภาวะไม่ทำงาน และติดตั้งบนผนังที่ทำงาน
- ขณะทดสอบควรต่อสายไฟฟ้า (ปลายเคเบิลอีกด้านหนึ่งถูกปิดผนึก) ตามชนิดที่ระบุไว้โดยผู้ผลิต และฝาครอบขั้วต่อสาย
- เฉพาะมาตรภายในอาคาร ความดันบรรยากาศภายในมาตรต้องรักษาให้เท่ากับภายนอกมาตร (ไม่ต่ำกว่า หรือสูงกว่า)
- ตัวเลขแสดงลักษณะเฉพาะตัวที่ 1 เป็น 5 (IP5X)

ฝุ่นใด ๆ ที่เข้าไปในมาตรต้องไม่ทำให้การทำงานของมาตรด้อยลง และต้องผ่านการทดสอบสมบัติฉนวน ตามข้อ

ข) การป้องกันน้ำ

- มาตรฐานอยู่ในภาวะไม่ทำงาน
- ตัวเลขแสดงลักษณะเฉพาะตัวที่ 2 เป็น
 - 1 (IPX1) สำหรับมาตรฐานภายในอาคาร
 - 4 (IPX4) สำหรับมาตรฐานนอกอาคาร

น้ำใด ๆ ที่เข้าไปในมาตรนั้นต้องไม่ทำให้การทำงานของมาตรด้อยลง และต้องผ่านการทดสอบสมบัติฉนวนตามข้อ 7.3

5.10 ส่วนแสดงผลสำหรับค่าที่วัดได้

ข้อมูลต่าง ๆ สามารถแสดงได้โดยเป็นทั้งตัวบันทึกแบบกลไฟฟ้า หรือส่วนแสดงผลแบบอิเล็กทรอนิกส์ ในกรณีที่เป็นส่วนแสดงผลแบบอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยความจำลบเลือนไม่ได้ที่ส่วนแสดงผลต้องมีเวลาการคงไว้ต่ำสุดไม่น้อยกว่า 4 เดือน

หมายเหตุ 1 เวลาการคงไว้ของหน่วยความจำลบเลือนไม่ได้ที่นานกว่า ควรระบุไว้ในสัญญาซื้อขาย

ในกรณีที่ส่วนแสดงผลหน่วยเดียวสามารถแสดงค่าได้หลายค่า ส่วนแสดงผลต้องสามารถแสดงค่าในหน่วยความจำที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้ เมื่อแสดงค่าในหน่วยความจำต้องสามารถระบุอัตราค่าไฟฟ้าแต่ละค่าได้ และสำหรับการแสดงค่าตามลำดับโดยอัตโนมัติ การแสดงค่าแต่ละค่าของตัวบันทึกเพื่อนำไปออกใบเรียกเก็บเงินต้องคงค่าอยู่ไม่น้อยกว่า 5 วินาที

อัตราค่าไฟฟ้าใช้งานต้องแสดงค่าให้เห็น

ขณะที่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้มาตร ส่วนแสดงผลที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ ไม่จำเป็นต้องแสดงค่า

หน่วยสำคัญของค่าที่วัดได้จะต้องเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) กิโลวาร์ชั่วโมง (kVarh) กิโลโวลต์แอมแปร์ชั่วโมง (kVAh) หรือเมกะวัตต์ชั่วโมง (MWh) เมกะวาร์ชั่วโมง (MVarh) เมกะโวลต์แอมแปร์ชั่วโมง (MVAh) สำหรับตัวบันทึกแบบกลไฟฟ้า เครื่องหมายของตัวบันทึกต้องลบไม่ออก และอ่านได้ง่ายเมื่อหมุนอย่างต่อเนื่อง ค่าต่ำสุดของวงล้อต้องแบ่งเป็นตัวเลข 10 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนแบ่งเป็น 10 ส่วนย่อยหรือจัดอย่างอื่นที่มั่นใจว่าให้ความแม่นยำในการอ่านเท่าเทียมกัน วงล้อที่แสดงค่าเศษทศนิยมของหน่วยต้องมีเครื่องหมายแยกให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

ทุกส่วนที่แสดงตัวเลขของการแสดงค่าแบบอิเล็กทรอนิกส์ ต้องแสดงตัวเลขได้ทั้งหมด จาก 0 ถึง 9

ตัวบันทึกต้องสามารถบันทึกพลังงานที่สมนัยกับกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงและที่ตัวประกอบกำลังเป็น 1 โดยเริ่มจากศูนย์ จนถึง 1 500 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย

หมายเหตุ 2 ค่าเกินกว่า 1 500 ชั่วโมง ควรระบุไว้ในสัญญาซื้อขาย

ระหว่างใช้งานการขึ้นค่าพลังงานไฟฟ้ารวมสะสมทั้งหมดต้องไม่ตั้งใหม่ได้

หมายเหตุ 3 การหมุนตัวตามปกติของส่วนแสดงผลไม่ถือว่าการตั้งใหม่

5.11 อุปกรณ์แสดงผล

มาตรต้องมีอุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบที่สามารถเฝ้าตรวจด้วยบริษัททดสอบที่เหมาะสม

โดยทั่วไปอุปกรณ์แสดงผลอาจไม่สร้างลำดับของพัลส์เอกพันธ์ ดังนั้น ผู้ทำต้องบอกจำนวนพัลส์ที่จำเป็น เพื่อให้เกิดความมั่นใจในความแม่นยำของการวัดอย่างน้อย 1 ใน 10 ของชั้นของมาตรที่จุดทดสอบต่าง ๆ

อุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบเชิงไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะอุปกรณ์พัลส์ต้านออกสำหรับมาตรกลไฟฟ้า และมาตรอิเล็กทรอนิกส์ (เพียง 2 สาย) (ในกรณีที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 62053-31) ถ้าเป็นอุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบเชิงแสง ให้เป็นไปตาม ข้อ 5.11.1 และ ข้อ 5.11.2 ถ้ามีตัวชี้บอกการทำงาน ต้องมองเห็นได้จากด้านหน้า

5.11.1 สมบัติทางกลและทางไฟฟ้า

อุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบเชิงแสง ต้องเข้าถึงได้จากด้านหน้า

ความถี่ของพัลส์สูงสุด ต้องไม่เกิน 2.5 กิโลเฮิร์ตซ์

ยอมให้ใช้พัลส์ต้านออกทั้งที่เป็นแบบกล้าสัญญาณและไม่กล้าสัญญาณ พัลส์ต้านออกแบบไม่กล้าสัญญาณ ต้องมีรูปร่างดังแสดงในรูปที่ ง. 2

ช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงของพัลส์ (ช่วงเวลาขึ้น หรือช่วงเวลาลง) คือเวลาการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่ง ไปอีกสถานะหนึ่ง รวมถึงผลกระทบชั่วอยู่ด้วย ช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงสถานะต้องไม่เกิน 20 ไมโครวินาที (ดูได้จากรูปที่ ง. 2)

ระยะห่างของพัลส์ต้านออกเชิงแสงจากพัลส์ถัดไป หรือของการแสดงสถานะด้วยแสง ต้องนานพอที่จะไม่มีการกระทบต่อการส่ง

ภายใต้สภาวะการทดสอบการส่งพัลส์ที่เหมาะสมที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อหัวรับอยู่ในแนวเดียวกับแกนแสงของอุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบเชิงแสง

ในภาคผนวก ง. ช่วงเวลาขึ้นที่กำหนดไว้ในรูปที่ ง. 2 ตรวจสอบโดยไดโอดตัวรับอ้างอิงซึ่งมีช่วงเวลาขึ้นไม่เกิน 0.2 ไมโครวินาทีได้

หมายเหตุ 2 เส้นทางของแสง (ขณะส่งพัลส์) ไม่ควรถูกรบกวนจากแสงแวดล้อมที่มีความเข้มสูงถึง 16 000 ลักซ์ (ส่วนประกอบของแสงเทียบเคียงได้กับแสงกลางวัน รวมทั้งแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์)

5.11.2 ลักษณะเฉพาะของแสง

ความยาวคลื่นของแสงส่งออกจากตัวส่งต้องอยู่ระหว่าง 550 นาโนเมตร ถึง 1 000 นาโนเมตร

อุปกรณ์แสดงผลในมาตรต้องสร้างแสงที่มีความเข้มของการแผ่รังสี E_T บนพื้นผิวอ้างอิงที่กำหนด (พื้นที่แสงกระทบ) ที่ระยะ $a_1 = 10$ มิลลิเมตร ± 1 มิลลิเมตร จากพื้นผิวของมาตร โดยมีค่าต่อไปนี้

$$\text{ภาวะเปิด} \quad 50 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \leq E_T \leq 1\,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

$$\text{ภาวะปิด} \quad E_T \leq 2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

ดูรูปที่ ง. 1

5.12 การทำเครื่องหมายและฉลาก

5.12.1 แผ่นป้าย

มาตรทุกเครื่องต้องแสดงข้อมูลดังต่อไปนี้

- (1) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้า และสถานที่ทำ (ถ้าต้องการ)
- (2) การระบุแบบเฉพาะ (ดูข้อ 3.1.8) และที่ว่างสำหรับเครื่องหมายรับรองมาตร (ถ้าต้องการ)
- (3) จำนวนเฟส และจำนวนสายไฟฟ้าซึ่งเหมาะสมกับมาตร (ตัวอย่างเช่น เฟสเดียว 2 สาย, 3 เฟส 3 สาย, 3 เฟส 4 สาย) เครื่องหมายเหล่านี้อาจใช้สัญลักษณ์ที่แสดงไว้ใน ภาคผนวก ฉ.

- (4) หมายเลขลำดับเครื่องและปีที่ทำ ถ้าหมายเลขลำดับเครื่องทำไว้บนแผ่นป้ายที่ติดไว้กับฝาครอบ
มาตรต้องทำหมายเลขไว้บนฐาน หรือเก็บไว้ในหน่วยความจำลบเลือนไม่ได้ของมาตร
- (5) แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง ในแบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้
- จำนวนของส่วนรับแรงดัน ถ้ามากกว่า 1 และแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อสายของมาตรของวงจรแรงดันไฟฟ้า
 - แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของระบบ หรือแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมีเจตนาจะนำมาตรไปต่อ
- ตัวอย่างเครื่องหมายแรงดันไฟฟ้าแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เครื่องหมายแรงดันไฟฟ้า
[ข้อ 5.12 (5)]

มาตร	แรงดันไฟฟ้า ที่ขั้วต่อวงจรแรงดันไฟฟ้า V	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของระบบ V
เฟสเดียว 2 สาย , 120 V	120	120
เฟสเดียว 3 สาย, 120 V (120 V เทียบกับสายกึ่งกลาง)	240	240
3 เฟส 3 สาย ส่วนรับแรงดัน 2 ชุด (230 V ระหว่างเฟส)	2 × 230	3 × 230
3 เฟส 4 สาย ส่วนรับแรงดัน 3 ชุด (230 V ระหว่างเฟสกับ สายเป็นกลาง)	3 × 230(400)	3 × 230/400

- (6) กระแสไฟฟ้ามูลฐานและกระแสไฟฟ้าสูงสุด (สำหรับมาตรแบบต่อตรง) ตัวอย่างเช่น
10-40 A หรือ 10(40) A สำหรับมาตรที่มีกระแสไฟฟ้ามูลฐาน 10 แอมแปร์ และกระแสไฟฟ้า
สูงสุด 40 แอมแปร์
กระแสไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าซึ่งควรนำมาตรไปต่อ (สำหรับมาตร
แบบต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัด) อาจระบุรวมไว้ในแบบ ตัวอย่างเช่น /5 A กระแสไฟฟ้า
ที่กำหนดและกระแสไฟฟ้าสูงสุด ของมาตรอาจระบุรวมไว้ในแบบ
- (7) ความถี่อ้างอิง เป็นเฮิรตซ์
- (8) ค่าคงตัวของมาตร

(9) ดัชนีชั้นของมาตร

(10) อุณหภูมิอ้างอิง ถ้าแตกต่างไปจาก 23 องศาเซลเซียส

(11) เครื่องหมาย  สำหรับมาตรหุ้มฉนวนที่มีการป้องกันประเภท II

ข้อมูลรายการที่ 1) ถึง 3) อาจทำเครื่องหมายไว้บนแผ่นป้ายภายนอกซึ่งติดอย่างถาวรเข้ากับฝาครอบมาตร

ข้อมูลรายการที่ 4) ถึง 11) ต้องทำไว้บนแผ่นป้ายและควรติดไว้ในมาตร เครื่องหมายต้องไม่สามารถลบได้ ชัดเจน และอ่านได้จากภายนอกมาตร

ถ้ามาตรเป็นแบบพิเศษ (เช่น ในกรณีของมาตรพหุอัตรา ถ้าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เปลี่ยนอัตราแตกต่างจากแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง) ต้องระบุไว้บนแผ่นป้ายหรือบนแผ่นแยกต่างหาก

ถ้าในการหาค่าคงตัวของมาตรที่คำนึงถึงหม้อแปลงเครื่องวัด ต้องแสดงอัตราส่วนการแปลงค่า (transformer ratio) ไว้ด้วย

อาจใช้สัญลักษณ์ตามภาคผนวก ก. ได้

5.12.2 แผนภาพการต่อวงจรและการทำเครื่องหมายขั้วต่อสาย

มาตรทุกเครื่องต้องแสดงแผนภาพการต่อวงจรที่ลบเลือนไม่ได้ ถ้าแสดงมิได้ให้อ้างอิงแผนภาพของการต่อวงจรได้

สำหรับมาตรหลายเฟส แผนภาพนี้ต้องแสดงลำดับเฟสซึ่งมีเจตนาจะให้นำมาตรไปต่อด้วย ยอมให้แสดงแผนภาพการต่อวงจรแผนภาพตามข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ถ้าทำเครื่องหมายบนขั้วต่อสายของมาตร เครื่องหมายนี้ต้องปรากฏบนแผนภาพการต่อวงจร

6. ภาวะทางภูมิอากาศ

6.1 พิสัยอุณหภูมิ

พิสัยอุณหภูมิของมาตรแสดงไว้ในตารางที่ 5 ค่าต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การจำแนกภาวะทางสภาพแวดล้อม เล่ม 3-3 : การจำแนกกลุ่มพารามิเตอร์และระดับความ รุนแรง-การใช้อยู่กับที่ในสถานที่ที่มีการป้องกันภูมิอากาศ (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60721-3-3 ตารางที่ 1 โดยไม่ต้องพิจารณาเรื่อง การควบแน่น และการก่อตัวของน้ำแข็ง)

ตารางที่ 5 พิสัยอุณหภูมิ
(ข้อ 6.1)

	มาตรภายในอาคาร	มาตรภายนอกอาคาร
พิสัยของการทำงานระบุ	-10°C ถึง 45°C (ชั้น 3K5 ที่ดัดแปลง)	-25°C ถึง 55°C (ชั้น 3K6)
พิสัยจำกัดของการทำงาน	-25°C ถึง 55°C (ชั้น 3K6)	-40°C ถึง 70°C (ชั้น 3K7)
พิสัยจำกัดสำหรับการจัดเก็บ และการขนส่ง	-25°C ถึง 70°C (ชั้น 3K8H)	-40°C ถึง 70°C (ชั้น 3K7)
หมายเหตุ 1. สำหรับการใช้งานพิเศษ ค่าอุณหภูมิอื่น ที่แตกต่างจากค่าที่ระบุในตารางสามารถใช้ได้โดยให้เป็นไปตามสัญญาซื้อขาย เช่น ชั้น 3K7 สำหรับมาตรภายในอาคารในสภาพแวดล้อมหนาวเย็น 2. ช่วงเวลาการทำงาน การจัดเก็บ และการขนส่งของมาตร ที่ช่วงอุณหภูมิต่ำสุด หรือสูงสุดของพิสัยอุณหภูมิ (ชั้น 3K7) ควรสูงสุด 6 ชั่วโมง เท่านั้น		

6.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ต้องออกแบบมาตรให้ทนภาวะทางภูมิอากาศตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 6 สำหรับการทดสอบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ร่วมกัน ให้ดูข้อ 6.3.3

ตารางที่ 6 ความชื้นสัมพัทธ์
(ข้อ 6.2)

ค่าเฉลี่ยรายปี	< 75%
สำหรับ 30 วัน กระจายตามสภาพธรรมชาติตลอด 1 ปี	95%
เป็นครั้งคราวสำหรับวันอื่นๆ	85%

ขีดจำกัดของความชื้นสัมพัทธ์ต่ออุณหภูมิโดยรอบ แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

6.3 การทดสอบผลกระทบของภาวะแวดล้อมทางภูมิอากาศ

หลังจากการทดสอบทางภูมิอากาศแต่ละแบบ มาตรต้องไม่เสียหาย หรือไม่มีเปลี่ยนแปลงข้อมูลและต้องทำงานได้อย่างถูกต้อง

6.3.1 การทดสอบภาวะร้อนแห้ง (dry heat test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(2)
การทดสอบ - การทดสอบ B : ความร้อนแห้ง (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-2) ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- มาตรฐานอยู่ในภาวะไม่ทำงาน
- อุณหภูมิ $+70$ องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาของการทดสอบ 72 ชั่วโมง

6.3.2 การทดสอบภาวะเย็น (cold test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(1) การทดสอบ - การทดสอบ A : ความเย็น (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-1) ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- มาตรฐานอยู่ในภาวะไม่ทำงาน
- อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส ± 3 องศาเซลเซียส สำหรับมาตรภายในอาคาร
 -40 องศาเซลเซียส ± 3 องศาเซลเซียส สำหรับมาตรภายนอกอาคาร
- ระยะเวลาของการทดสอบ 72 ชั่วโมง สำหรับมาตรภายในอาคาร
16 ชั่วโมง สำหรับมาตรภายนอกอาคาร

6.3.3 การทดสอบวัฏจักรภาวะร้อนชื้น (damp heat cyclic test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(30) การทดสอบ - การทดสอบ Db ความร้อนแบบแห้งและวัฏจักร (12 ชั่วโมง + วัฏจักร 12 ชั่วโมง) (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-30) ภายใต้ภาวะดังนี้

- ป้อนวงจรแรงดันไฟฟ้า และวงจรช่วยด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
- ไม่มีกระแสไฟฟ้าใด ๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้า
- ค่าแปรปรวน (variant) 1
- อุณหภูมิด้านสูง $+ 40$ องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับมาตรภายในอาคาร
 $+ 55$ องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับมาตรภายนอกอาคาร
- ไม่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการขจัดความเปียกชื้นบริเวณผิวออก
- ระยะเวลาการทดสอบ 6 วัฏจักร

24 ชั่วโมงหลังจากการทดสอบนี้มาตรต้องนำมาทดสอบอีกดังต่อไปนี้

ก) ทดสอบฉนวนตามข้อ 7.3 ยกเว้นแรงดันอิมพัลส์ต้องคูณด้วยตัวประกอบ 0.8

ข) ทดสอบการทำงาน มาตรต้องไม่เสียหาย หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล และต้องทำงานได้อย่างถูกต้อง การทดสอบภาวะร้อนชื้นอาจใช้เป็นการทดสอบการกัดกร่อน ผลการตัดสินโดยการตรวจพินิจต้องไม่มีร่องรอยคล้ายกับการกัดกร่อนที่มีผลกระทบต่อสมบัติการทำงานของมาตรปรากฏอยู่

6.3.4 การป้องกันการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

มาตรที่ใช้ภายนอกอาคาร ต้องทนการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบทางสภาพแวดล้อม เล่ม 2(5) การทดสอบ - การทดสอบ Sa : การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งจำลองขึ้นที่ระดับพื้นดิน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60068-2-5) ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- สำหรับมาตรภายนอกอาคารเท่านั้น
- มาตรฐานอยู่ในภาวะไม่ทำงาน
- วิธีการทดสอบ ก. (ฉายแสง 8 ชั่วโมง และในความมืด 16 ชั่วโมง)
- อุณหภูมิด้านสูง +55 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาการทดสอบ 3 วัฏจักร หรือ 3 วัน

หลังการทดสอบมาตรให้ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ สิ่งปรากฏและโดยเฉพาะเครื่องหมายบนมาตรที่อ่านได้ต้องไม่เปลี่ยนแปลง การทำงานของมาตรต้องไม่ด้อยลง

7. คุณสมบัติที่ต้องการทางไฟฟ้า

7.1 อิทธิพลของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย

7.1.1 พิสัยแรงดันไฟฟ้า

ตารางที่ 7 พิสัยแรงดันไฟฟ้า
(ข้อ 7.1.1)

พิสัยการทำงานระบุ	จาก 0.9 ถึง 1.1 U_n
พิสัยการทำงานขยาย	จาก 0.8 ถึง 1.15 U_n
ขีดจำกัดของพิสัยการทำงาน	จาก 0.0 ถึง 1.15 U_n

หมายเหตุ สำหรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดตามเงื่อนไขความผิดพลาดลงดิน ดูจากข้อ 7.4

7.1.2 แรงดันไฟฟ้าตกชั่วครู่และการขาดตอนของแรงดันไฟฟ้าในช่วงสั้น ๆ

แรงดันไฟฟ้าตกชั่วครู่และการขาดตอนของแรงดันไฟฟ้าในช่วงสั้น ๆ

ต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวบันทึกค่ามากกว่า x หน่วย และอุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบต้องไม่ทำให้เกิดสัญญาณเทียบเท่ามากกว่า x หน่วย ค่า x สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$X = 10^{-6} m U_n I_{\max}$$

เมื่อ m คือ จำนวนของส่วนวัด

U_n คือ แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง (โวลต์)

$I_{\max}$ คือ กระแสไฟฟ้าสูงสุด (แอมแปร์)

เมื่อแรงดันไฟฟ้าคืนสภาพเดิม ลักษณะเฉพาะด้านการวัดของมาตรต้องไม่ด้อยลง

สำหรับจุดประสงค์การทดสอบ ตัวบันทึกค่าของมาตรไฟฟ้าต้องมีความละเอียดอย่างน้อย 0.01 หน่วย การทดสอบต้องอยู่ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- ป้อนวงจรแรงดันไฟฟ้า และวงจรช่วยด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
- ไม่มีกระแสไฟฟ้าใด ๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้า

ก) การขาดตอนของแรงดันไฟฟ้า $\Delta U = 100\%$

- เวลาของการขาดตอนเท่ากับ 1 วินาที
- จำนวนของการขาดตอนเท่ากับ 3 ครั้ง
- เวลาการคืนสภาพระหว่างการขาดตอนเท่ากับ 50 มิลลิวินาที ดูภาคผนวก ข รูป ข.1

ข) การขาดตอนของแรงดันไฟฟ้า $\Delta U = 100\%$

- เวลาของการขาดตอนเท่ากับ 1 วินาทีที่ความถี่ที่กำหนด
- จำนวนของการขาดตอนเท่ากับ 1 ครั้ง ดูภาคผนวก ข รูป ข.2

ค) แรงดันไฟฟ้าตกชั่วครู่ $\Delta U = 50\%$

- เวลาของการตกชั่วครู่เท่ากับ 1 นาที
- จำนวนของการตกชั่วครู่เท่ากับ 1 ครั้ง ดูภาคผนวก ข รูป ข.3

7.2 การเกิดความร้อน

ในภาวะการทำงานที่กำหนด วงจรไฟฟ้าและฉนวนต้องไม่ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิซึ่งอาจส่งผลเสียหายต่อการทำงานของมาตร

วัสดุที่ใช้ทำฉนวนต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดที่เหมาะสมตาม มอก. 416

ในขณะที่วงจรกระแสไฟฟ้าแต่ละวงจรของมาตรนำพากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่กำหนด และวงจรแรงดันไฟฟ้าแต่ละวงจร (และวงจรแรงดันไฟฟ้าช่วยซึ่งถูกป้อนพลังงานไฟฟ้าต่อเนื่องนานกว่าค่าคงตัวเวลาทางความร้อน) ป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้า ขนาด 1.15 เท่าของแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของพื้นผิวด้านนอกต้องไม่เกิน 25 เคลวิน เมื่ออุณหภูมิโดยรอบมีค่าเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส

ในระหว่างการทดสอบ ช่วงเวลาการทดสอบต้องเป็น 2 ชั่วโมง และมาตรต้องไม่สัมผัสโดยตรงต่อกระแสลม และการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

หลังการทดสอบ มาตรต้องไม่แสดงความเสียหายและต้องสอดคล้องกับการทดสอบความคงทนของไดอิเล็กทริกของข้อ 7.3

7.3 ฉนวน

มาตรและอุปกรณ์ช่วยที่รวมอยู่ด้วยกัน (ถ้ามี) ต้องรักษาสสมบัติการเป็นฉนวนที่เพียงพอในภาวะของการใช้งานตามปกติ โดยพิจารณารวมถึงอิทธิพลของภาวะแวดล้อมทางภูมิอากาศและแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันซึ่งมาตรจะได้รับในภาวะการทำงานปกติ

ดังนั้นมาตรต้องทนการทดสอบแรงดันอิมพัลส์และแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งระบุไว้ในข้อ 7.3.1 ถึงข้อ 7.3.3

7.3.1 ภาวะการทดสอบทั่วไป

การทดสอบต้องทำเฉพาะกับมาตรที่มีอุปกรณ์ครบ รวมฝาครอบ (ยกเว้นเมื่อถูกระบุไว้ภายหลัง) และฝาครอบชั่วคราวหุ้มเกลียวชั่วคราวจะขันลงในตำแหน่งเดียวกับขณะที่มีตัวนำขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ในชั่วคราวสาย

ขั้นตอนการทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเทคนิคการทดสอบแรงดันไฟฟ้าสูง เล่ม 1 : บทนิยามทั่วไป และข้อกำหนดการทดสอบ (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60060-1)

ต้องทดสอบแรงดันอิมพัลส์ก่อนแล้วจึงทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับภายหลัง

ในระหว่างการทดสอบเฉพาะแบบ การทดสอบความคงทนของไดอิเล็กทริกจะถือว่า มีผลใช้ได้เฉพาะสำหรับการจัดซื้อต่อสายของมาตรการที่ทำการทดสอบแล้ว หากมีการจัดซื้อต่อสายแตกต่างออกไปจะต้องทดสอบความคงทนของไดอิเล็กทริกทุกครั้ง

สำหรับจุดประสงค์ของการทดสอบเหล่านี้ คำว่า “ดิน” มีความหมายดังต่อไปนี้

- ก) เมื่อกล่องมาตรการทำด้วยโลหะ ดิน คือตัวกล่องมาตรการเองโดยกล่องมาตรการต้องวางอยู่บนพื้นผิวนำไฟฟ้าที่แบนราบ
- ข) เมื่อกล่องมาตรการหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของกล่องมาตรการทำด้วยวัสดุฉนวน ดิน คือแผ่นโลหะบาง ๆ ที่หุ้มรอบมาตรการซึ่งสัมผัสกับส่วนตัวนำไฟฟ้าที่แต่ละต้องถึงทั้งหมดและต่อเข้ากับพื้นผิวนำไฟฟ้าที่แบนราบซึ่งฐานมาตรการวางอยู่ ในกรณีที่ฝาครอบข้อต่อสายสามารถต่อกับพื้นผิวนำไฟฟ้าดังกล่าว แผ่นโลหะบาง ๆ ต้องอยู่ใกล้ข้อต่อสายและรูใส่ตัวนำไม่เกิน 2 เซนติเมตร

ในระหว่างการทดสอบแรงดันอิมพัลส์และการทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรซึ่งไม่ได้ทดสอบต้องต่อเข้ากับดินตามที่ระบุภายหลัง

หลังการทดสอบเหล่านี้ ค่าผิดพลาดเป็นร้อยละของมาตรการในภาวะอ้างอิงต้องไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่าความไม่แน่นอนของการวัด และไม่มี ความเสียหายเชิงกลในอุปกรณ์

ในข้อนี้ คำว่า “ข้อต่อสายทั้งหมด” หมายถึง ชุดรวมข้อต่อสายของวงจรกระแสไฟฟ้า วงจรแรงดันไฟฟ้า และวงจรช่วยใด ๆ ที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์ (ถ้ามี)

การทดสอบเหล่านี้ต้องทำในภาวะปกติของการใช้งาน ในระหว่างการทดสอบคุณภาพของฉนวนต้องไม่เสื่อมคุณภาพเนื่องจากฝุ่นหรือความชื้นผิดปกติ

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ภาวะปกติสำหรับการทดสอบฉนวน คือ

- อุณหภูมิโดยรอบ 15 องศาเซลเซียส ถึง 25 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 45 ถึง ร้อยละ 75
- ความดันบรรยากาศ 86 กิโลพาสคัล ถึง 106 กิโลพาสคัล

ถ้ามีเหตุผลที่ต้องมีการทดสอบฉนวนซ้ำ ให้ใช้ตัวอย่างใหม่ทดสอบ

7.3.2 การทดสอบแรงดันอิมพัลส์

การทดสอบต้องทำในภาวะดังต่อไปนี้

รูปคลื่นอิมพัลส์ 1.2/50 อิมพัลส์ ขั้นตอนการทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เทคนิคการทดสอบแรงดันไฟฟ้าสูง เล่ม 1 : บทนิยามทั่วไป และข้อกำหนดการทดสอบ (ในกรณีที่ยังไม่มี การประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 60060-1)

เวลาขึ้นของแรงดันไฟฟ้า ร้อยละ ± 30

เวลาลงของแรงดันไฟฟ้า ร้อยละ ± 20

อิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่าย 500 โอห์ม ± 50 โอห์ม

พลังงานของแหล่งจ่าย 0.5 จูล ± 0.05 จูล

แรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้ปฏิบัติตามตารางที่ 3 ก. หรือตารางที่ 3 ข.

ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ร้อยละ + 0 ถึง ร้อยละ - 10

แต่ละการทดสอบให้ป้อนแรงดันอิมพัลส์ 10 ครั้งด้วยสภาพชั่วหนึ่ง และทำซ้ำด้วยสภาพชั่วอื่นเวลาน้อยที่สุดระหว่างอิมพัลส์ต้องเป็น 3 วินาที

หมายเหตุ พื้นที่ที่มีโครงข่ายแหล่งจ่ายได้ในอากาศ (overhead supply network) เป็นส่วนของระบบจำหน่ายมาตร
อาจต้องกำหนดค่าสูงสุดของแรงดันทดสอบสูงกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 ก. และตาราง 3 ข.

7.3.2.1 การทดสอบแรงดันอิมพัลส์สำหรับวงจรต่าง ๆ และระหว่างวงจร

การทดสอบต้องทำอย่างเป็นอิสระกับแต่ละวงจร (หรือชุดประกอบของวงจรต่าง ๆ) ซึ่งกันด้วยฉนวน
ออกจากวงจรอื่น ๆ ของมาตรในการใช้งานตามปกติ ขั้วต่อสายสำหรับวงจรซึ่งไม่ต้องทดสอบแรงดัน
อิมพัลส์ให้ต่อเข้ากับดิน

ดังนั้น วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรกระแสไฟฟ้าของส่วนที่ต่อเข้าด้วยกันเหมือนขณะใช้งานตามปกติ
การทดสอบต้องทำกับส่วนของทั้งหมดที่รวมอยู่เข้าด้วยกัน อีกปลายหนึ่งของวงจรแรงดันไฟฟ้า
ต้องต่อเข้ากับดินและแรงดันอิมพัลส์ต้องป้อนเข้าระหว่างขั้วต่อสายของวงจรกระแสไฟฟ้ากับดิน เมื่อ
วงจรแรงดันไฟฟ้าหลายวงจรของมาตรมีจุดต่อร่วม จุดนี้ต้องต่อเข้ากับดิน และแรงดันอิมพัลส์ต้อง
ป้อนเข้าระหว่างปลายอิสระของจุดต่อแต่ละปลาย (หรือวงจรกระแสไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับจุดนี้) กับดิน
ตามลำดับ ขั้วต่อสายปลายอื่นของวงจรกระแสไฟฟ้านี้ต้องเปิดวงจรไว้

เมื่อวงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรกระแสไฟฟ้าของส่วนวัดเดียวกันไม่ได้ต่อถึงกันและกันด้วยฉนวน
ในขณะที่ใช้งานตามปกติ (เช่น แต่ละวงจรต่อเข้ากับหม้อแปลงสำหรับการวัด) ต้องทดสอบทีละวงจร
แยกกัน

ในระหว่างการทดสอบวงจรกระแสไฟฟ้าใด ๆ ขั้วต่อสายของวงจรอื่นต้องต่อเข้ากับดิน และแรงดัน
อิมพัลส์ต้องป้อนเข้าระหว่างขั้วต่อสายขั้วหนึ่งของวงจรกระแสไฟฟ้ากับดิน ในระหว่างการทดสอบ
วงจรแรงดันไฟฟ้า ขั้วต่อสายของวงจรอื่นและขั้วต่อสายของวงจรแรงดันไฟฟ้าที่ทดสอบขั้วหนึ่ง
ต้องต่อเข้ากับดิน และแรงดันอิมพัลส์ต้องป้อนเข้าระหว่างขั้วต่อสายอื่นของวงจรแรงดันไฟฟ้ากับดิน
วงจรช่วยซึ่งมีเจตนาให้ต่อโดยตรงเข้ากับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าประธาน หรือเข้ากับหม้อแปลงแรงดัน
หม้อเดียวกันกับวงจรมาตร และมีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์ ต้องทดสอบด้วยการทดสอบ
แรงดันอิมพัลส์ในภาวะเดียวกันกับภาวะที่ให้ไว้สำหรับวงจรแรงดันไฟฟ้า วงจรช่วยอื่นไม่ต้องทดสอบ

7.3.2.2 การทดสอบแรงดันอิมพัลส์ของวงจรไฟฟ้าสัมพันธ์กับดิน

ขั้วต่อสายทั้งหมดของวงจรไฟฟ้าของมาตร รวมทั้งของวงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์
ต้องต่อเข้าด้วยกัน

วงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงไม่เกิน 40 โวลต์ ต้องต่อเข้ากับดิน แรงดันอิมพัลส์ต้องป้อนเข้า
ระหว่างวงจรไฟฟ้าทั้งหมดกับดิน ในระหว่างการทดสอบเหล่านี้ต้องไม่เกิดการวบไฟตามผิวการปล่อย
ประจุทำลาย หรือการเจาะทะลุ

7.3.3 การทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

ให้ดูมาตรฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับข้อกำหนดเฉพาะ

7.4 ความคุ้มกันต่อค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน

(เฉพาะมาตรที่ใช้กับโครงข่ายที่ติดตั้งอุปกรณ์คุ้มกันต่อค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดินให้เป็นกลาง)

มาตรแบบ 3 เฟส 4 สาย ที่ทำงานด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งต่ออยู่กับโครงข่ายระบบจำหน่ายที่ติดตั้งอุปกรณ์
ความคุ้มกันต่อค่าผิดพลาด เนื่องจากการต่อลงดินให้เป็นกลางหรือโครงข่ายระบบจำหน่ายที่จุดดาว (star point)
ไม่ได้ต่อลงดิน (ในกรณีที่เกิดค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน และมีแรงดันไฟฟ้าเกินร้อยละ 10 แรงดันไฟฟ้า

ระหว่างสายไฟฟ้าเทียบกับดินของสายไฟฟ้า 2 สายที่ไม่ได้เกิดค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน จะมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 1.9 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ) ให้ใช้ข้อกำหนดดังต่อไปนี้

การทดสอบภายใต้การจำลองภาวะการเกิดความผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดินสายใดสายหนึ่งในสามสาย ให้เพิ่มแรงดันไฟฟ้าทุกสายเป็น 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่ระบุบนาน 4 ชั่วโมง จากนั้นให้ถอดขั้วสายกลางของมาตรทดสอบจากขั้วสายดินของบริษัททดสอบมาตร แล้วนำไปต่อกับขั้วต่อแรงดันใดขั้วต่อหนึ่งของบริษัททดสอบ มาตรที่ต้องการจำลองค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน (ดู ภาคผนวก ค.) วิธีนี้ขั้วต่อสายแรงดันอีก 2 ขั้วของมาตรทดสอบที่ไม่ได้เกิดค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดินจะได้รับแรงดัน 1.9 เท่าของแรงดันไฟฟ้าเฟสที่ระบุสำหรับการทดสอบนี้วงจรกระแสไฟฟ้าตั้งค่าไว้ที่ร้อยละ 50 ของค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนด (I_n) ตัวประกอบกำลังมีค่าเท่ากับ 1 และโหลดสมมาตร หลังจากการทดสอบ มาตรต้องไม่เสียหาย และต้องทำงานได้อย่างถูกต้อง

การเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาดที่วัดได้เมื่อนำมาตรกลับมาใช้งานที่อุณหภูมิการใช้งานปกติต้องไม่เกินค่าที่จำกัดไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าผิดพลาดของค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน
(ข้อ 7.4)

ค่าของกระแสไฟฟ้า	ตัวประกอบกำลัง	ขีดจำกัดของการแปรผันค่าผิดพลาดเป็นร้อยละสำหรับมาตร				
		ชั้น				
		0.2	0.5	1	2	3
I_n	1	0.1	0.3	0.7	1.0	1.5

สำหรับแผนภาพการทดสอบ ดูภาคผนวก ค.

7.5 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า [electromagnetic compatibility (EMC)]

ต้องออกแบบมาตรกลไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือมาตรอิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะที่ปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าเกี่ยวกับการนำหรือการแผ่รังสีและการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิตไม่ทำความเสียหายหรือมีอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อผลของการวัด

ปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและเป็นช่วงเวลายาวนาน ถือว่าเป็นปริมาณที่มีอิทธิพลและได้มีการจัดทำข้อกำหนดความแม่นยำในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงเวลาสั้น ถือว่าเป็นสัญญาณรบกวนตามข้อ 3.6.5

หมายเหตุ เมื่อพิจารณาจากสภาพแวดล้อมทางแม่เหล็กไฟฟ้าของบริษัทสำหรับวัดไฟฟ้าต้องคำนึงถึงปรากฏการณ์ดังต่อไปนี้

- การปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต
- สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่แผ่กระจาย (RF field)
- ภาวะชั่วครู่อย่างรวดเร็วทางไฟฟ้า
- แรงดันไฟฟ้าในสายตัวนำที่ถูกเหนี่ยวนำโดยสนามความถี่วิทยุ
- เสรีจ (surge)

- คลื่นแวกซ์
- การรบกวนคลื่นวิทยุ

การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามข้อ 7.5.1 ถึงข้อ 7.5.8

7.5.1 ภาวะการทดสอบทั่วไป

หากไม่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในทุกการทดสอบ มาตรฐานอยู่ในตำแหน่งการทำงานปกติ พร้อมฝาครอบ และ ฝาครอบชั่วคราวอยู่ในตำแหน่ง ทุกชิ้นส่วนที่กำหนดให้ต่อลงดินต้องต่อลงดิน หลังจากการทดสอบเหล่านี้ มาตรฐานต้องไม่เสียหายและยังทำงานได้ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

7.5.2 การทดสอบความคุ้มกันการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 1452 ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- ทดสอบเช่นเดียวกับบริษัทตั้งโต๊ะ
- มาตรฐานอยู่ในภาวะการทำงานดังนี้
 - วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
 - ไม่มีกระแสไฟฟ้าใด ๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้า (วงจรเปิด)

การปล่อยประจุที่หน้าสัมผัส

- แรงดันไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 8 กิโลโวลต์
- จำนวนการปล่อยประจุเท่ากับ 10 ครั้ง (ด้วยสภาพชั่วที่ไวที่สุด)

ถ้าการปล่อยประจุที่หน้าสัมผัสทำไม่ได้เพราะไม่มีส่วนที่เป็นโลหะอยู่ภายนอก ให้ทำการปล่อยประจุผ่านอากาศด้วยแรงดันทดสอบเท่ากับ 15 กิโลโวลต์

การทดสอบการปล่อยไฟฟ้าสถิตต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวบันทึกค่ามากกว่า x หน่วย และ อุปกรณ์แสดงผลสำหรับทดสอบต้องไม่สร้างสัญญาณที่เทียบเท่ามากกว่า x หน่วย สูตรการหา x ให้ดูข้อ 7.1.2

ระหว่างการทดสอบ การเสื่อมคุณภาพชั่วคราวหรือการสูญเสียการทำงานชั่วคราวหรือการสูญเสียสมรรถนะชั่วคราวให้ยอมรับได้

7.5.3 การทดสอบความคุ้มกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่แผ่กระจาย

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 1453 ภายใต้ภาวะดังนี้

- ทดสอบเช่นเดียวกับบริษัทตั้งโต๊ะ
- ความยาวของสายไฟฟ้าที่เปิดรับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 1 เมตร
- ย่านความถี่ 80 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 2 000 เมกะเฮิร์ตซ์
- กล้าสัญญาณคลื่นพาหะแบบ AM ร้อยละ 80 ด้วยคลื่นไซน์ความถี่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์

ตัวอย่างการติดตั้งการทดสอบดูภาคผนวก จ. รูปที่ จ. 1

ก) การทดสอบขณะป้อนกระแสไฟฟ้า

- มาตรฐานอยู่ในภาวะการทำงาน
 - วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
 - กระแสไฟฟ้ามาตรฐาน I_b หรือ กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n และ $\cos\phi$ หรือ $\sin\phi$ ให้เป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

- ความเข้มของสนามไฟฟ้าทดสอบที่ไม่ถูกกล้าเท่ากับ 10 โวลต์ต่อเมตร
- ระหว่างการทดสอบ การทำงานของบริภัณฑ์ต้องไม่ถูกรบกวนและการแปรผันของค่าความผิดพลาดต้องอยู่ในขีดจำกัดตามที่ระบุในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ข) การทดสอบขณะไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าใด ๆ

- มาตรฐานอยู่ในภาวะการทำงาน
- วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
- ไม่มีกระแสไฟฟ้าใด ๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้า และขั้วต่อสายกระแสไฟฟ้าต้องเปิดวงจร
- ความเข้มของสนามไฟฟ้าทดสอบที่ไม่ถูกกล้าเท่ากับ 30 โวลต์ต่อเมตร

การป้อนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่วิทยุต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวบันทึกค่ามากกว่า x หน่วย อุปกรณ์แสดงผลการทดสอบต้องไม่ทำให้เกิดสัญญาณเทียบเท่ามากกว่า x หน่วย สูตรการหา x ให้อยู่ข้อ 7.1.2

ระหว่างการทดสอบ การเสื่อมสภาพชั่วคราว หรือสูญเสียการทำงานชั่วคราว หรือการสูญเสียสมรรถนะชั่วคราวให้อยอมรับได้

7.5.4 การทดสอบภาวะชั่วครู่อย่างรวดเร็วทางไฟฟ้า (fast transient burst test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 1454 ในภาวะดังต่อไปนี้

- ทดสอบเช่นเดียวกับบริภัณฑ์ตั้งโต๊ะ
- มาตรฐานอยู่ในภาวะการทำงาน
 - วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
 - กระแสไฟฟ้ามูลฐาน I_b หรือ กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n และ $\cos\phi$ หรือ $\sin\phi$ ให้เป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- ความยาวสายไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ต่อเชื่อมและมาตรฐานทดสอบ 1 เมตร
- แรงดันไฟฟ้าทดสอบจ่ายแบบวิธีรวม (สายเทียบกับดิน) ให้กับ
 - วงจรแรงดันไฟฟ้า
 - วงจรกระแสไฟฟ้า ถ้าแยกออกจากวงจรแรงดันไฟฟ้าในภาวะการทำงานปกติ
 - วงจรช่วย ถ้าแยกออกจากวงจรแรงดันไฟฟ้าในภาวะการทำงานปกติ
- แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับวงจรกระแสไฟฟ้าและวงจรแรงดันไฟฟ้า 4 กิโลโวลต์
- แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับวงจรช่วยที่แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์ 2 กิโลโวลต์
- ระยะเวลาของการทดสอบ 60 วินาที ที่สภาพชั่วแต่ละอย่าง

หมายเหตุ ความแม่นยำโดยวิธีการบันทึก หรือวิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ

ระหว่างการทดสอบ การเสื่อมสภาพชั่วคราว หรือสูญเสียการทำงานชั่วคราว หรือการสูญเสียสมรรถนะชั่วคราวให้อยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม การแปรผันของค่าความผิดพลาดต้องอยู่ในขีดจำกัดตามที่ระบุในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างการจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ ดูภาคผนวก จ. รูปที่ จ. 2 และรูปที่ จ. 3

7.5.5 การทดสอบความคุ้มกันต่อสัญญาณการรบกวนที่นำตามสาย (conducted disturbance) ซึ่งเหนี่ยวนำโดยสนามความถี่วิทยุ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 2394 ในภาวะดังต่อไปนี้

- ทดสอบเช่นเดียวกับบริษัทที่ตั้งโต๊ะ
- มาตรฐานในภาวะการทำงาน
 - วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้องกันด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
 - กระแสไฟฟ้าหลักมูล I_b หรือ กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n และ $\cos\phi$ หรือ $\sin\phi$ ให้เป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- ย่านความถี่ 150 กิโลเฮิร์ตซ์ ถึง 80 เมกะเฮิร์ตซ์
- ระดับแรงดันไฟฟ้า 10 โวลต์
- ระยะเวลาการทดสอบ การทำงานของบริษัทต้องไม่ถูกรบกวน และการแปรผันของค่าความผิดพลาดต้องอยู่ในขีดจำกัดตามที่ระบุในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

7.5.6 การทดสอบความคุ้มกันเสิร์จ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 1455 ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- มาตรฐานในภาวะการทำงาน
 - วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้องกันด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
 - ไม่มีกระแสไฟฟ้าใด ๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้า และขั้วต่อสายกระแสไฟฟ้าต้องเปิดวงจรอยู่
- ความยาวสายไฟฟ้าระหว่างเครื่องกำเนิดเสิร์จและมาตร 1 เมตร
- ทดสอบแบบวิธีเชิงผลต่าง (difference mode) (ระหว่างสาย)
- มุมเฟสจ่ายพัลส์ที่ 60 องศา และ 240 องศา สัมพันธ์กับจุดข้ามศูนย์ (zero crossing) ของแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ
- แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับวงจรกระแสไฟฟ้าและวงจรแรงดันไฟฟ้า (สายประธาน) เท่ากับ 4 กิโลโวลต์ อิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดเสิร์จ 2 โอห์ม
- แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับวงจรช่วยที่แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงมากกว่า 40 โวลต์ เท่ากับ 1 กิโลโวลต์ อิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดเสิร์จ 42 โอห์ม
- จำนวนครั้งของการทดสอบ 5 ครั้ง สำหรับสภาพชั่ววอก และ 5 ครั้ง สำหรับสภาพชั่วลบ
- อัตราทดสอบซ้ำ ไม่เกิน 1 ครั้งต่อนาที

การป้องกันแรงดันไฟฟ้าทดสอบการคุ้มกันเสิร์จดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวบันทึกค่ามากกว่า x หน่วย อุปกรณ์แสดงผลการทดสอบต้องไม่ทำให้เกิดสัญญาณเทียบเท่ามากกว่า x หน่วย สูตรการหา x ให้ดูข้อ 7.1.2

ระหว่างการทดสอบ การเสื่อมสภาพชั่วคราว หรือการสูญเสียการทำงานชั่วคราว หรือการสูญเสียสมรรถนะชั่วคราวให้ยอมรับได้

7.5.7 การทดสอบความคุ้มกันคลื่นแอมป์แบบหน่วง (damped oscillatory wave immunity test)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 1461 ภายใต้ภาวะดังต่อไปนี้

- สำหรับมาตรฐานต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัดเท่านั้น
 - ทดสอบเช่นเดียวกับบริษัทที่ตั้งโต๊ะ
 - มาตรฐานอยู่ในภาวะการทำงาน
 - วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วย ป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
 - กระแสไฟฟ้ากำหนด I_n และ $\cos\phi$ หรือ $\sin\phi$ ให้เป็นไปตามค่ากำหนดไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
 - แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับวงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงมากกว่า 40 โวลต์
 - แบบวิธีร่วม 2.5 กิโลโวลต์
 - แบบวิธีเชิงผลต่าง 1.0 กิโลโวลต์
 - ความถี่ทดสอบ
 - 100 กิโลเฮิร์ตซ์ อัตราทดสอบซ้ำ 40 เฮิร์ตซ์
 - 1 เมกะเฮิร์ตซ์ อัตราทดสอบซ้ำ 400 เฮิร์ตซ์
 - ระยะเวลาการทดสอบ 60 วินาที (15 รอบเปิด 2 วินาทีปิด 2 วินาทีสำหรับแต่ละความถี่)
- ระหว่างการทดสอบ การทำงานของบริษัทต้องไม่รบกวนและการแปรผันของค่าความผิดพลาดต้องอยู่ในขีดจำกัดตามที่ระบุในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

7.5.8 การระงับคลื่นรบกวนของคลื่นวิทยุ (radio interference suppression)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 1956 ในภาวะดังต่อไปนี้

บริษัทประเภท B

ทดสอบเช่นเดียวกับบริษัทที่ตั้งโต๊ะ

- การต่อวงจรแรงดันไฟฟ้าให้ใช้สายไฟฟ้าที่ไม่มีก้านคลื่นรบกวนยาว 1 เมตร ต่อกับขั้วต่อแต่ละขั้ว
- มาตรฐานอยู่ในภาวะการทำงาน ดังนี้
- วงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรช่วยป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
- กระแสไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง $0.1 I_b$ ถึง $0.2 I_b$ หรือ $0.1 I_n$ ถึง $0.2 I_n$ (จ่ายให้กับโหลดเชิงเส้นโดยใช้สายไฟฟ้าที่ไม่มีก้านคลื่นรบกวนยาว 1 เมตร)

ผลการทดสอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ใน มอก. 1956

8. การทดสอบเฉพาะแบบ

8.1 ภาวะการทดสอบ

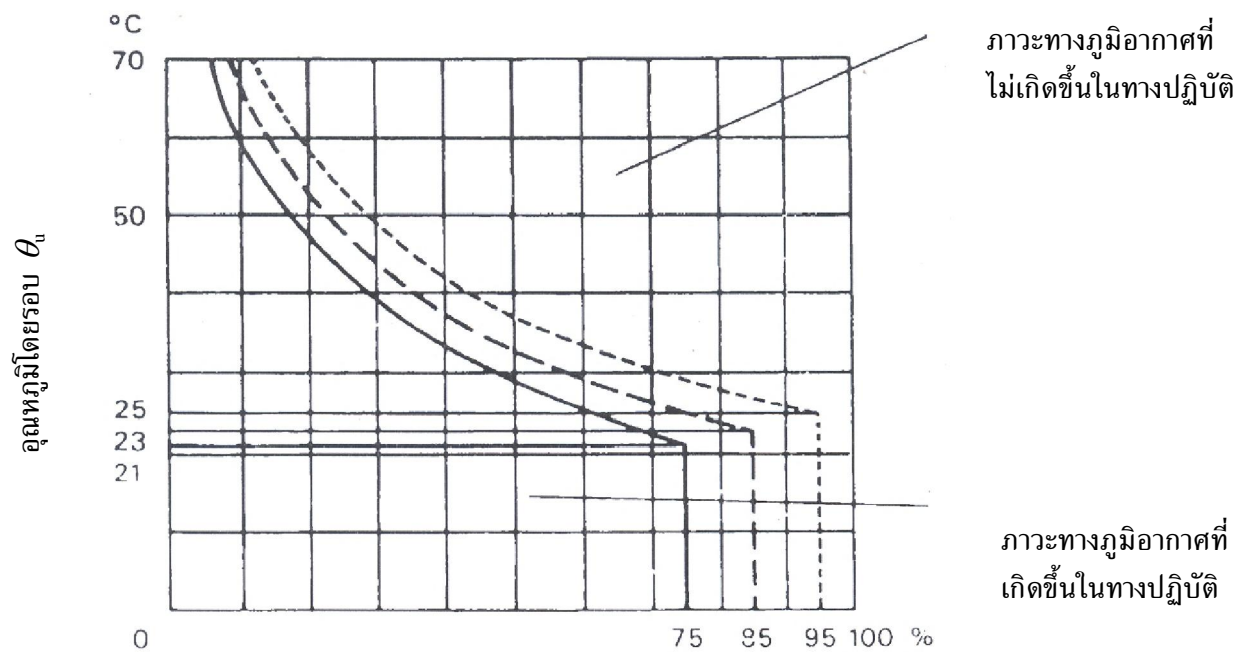
การทดสอบทั้งหมดต้องดำเนินการภายใต้ภาวะอ้างอิง หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

การทดสอบเฉพาะแบบที่นิยามไว้ในข้อ 3.7.1 ต้องกระทำกับมาตรฐานตัวอย่างซึ่งผู้ทำเลือก 1 ตัว หรือมากกว่า เพื่อกำหนดลักษณะเฉพาะมาตรฐาน และเพื่อพิสูจน์ว่ามาตรฐานมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการของมาตรฐานนี้ ลำดับการทดสอบได้แนะนำไว้ในภาคผนวก ข

ในกรณีที่การดัดแปลงมาตรฐานหลังจากที่ได้ดำเนินการทดสอบเฉพาะแบบแล้ว และการดัดแปลงดังกล่าวมีผลกระทบต่อมาตรฐานหนึ่งเท่านั้น เป็นการเพียงพอแล้วที่จะจำกัดการทดสอบเพิ่มเติมที่อาจมีผลกระทบต่อการดัดแปลงลักษณะสมบัติของมาตรฐาน

ภาคผนวก ก.

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศโดยรอบกับความชื้นสัมพัทธ์
(ข้อ 6.2)



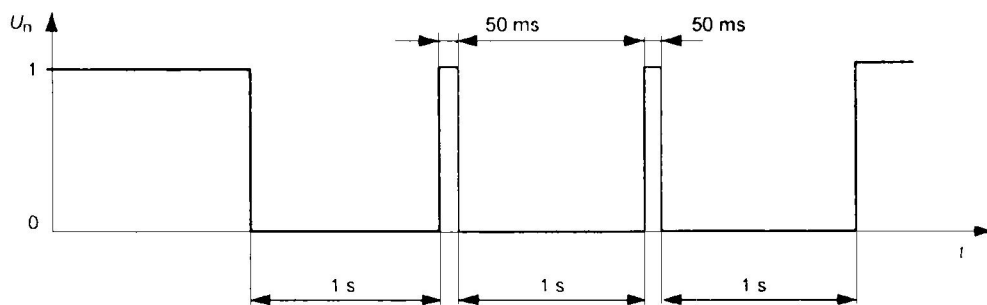
ความชื้นสัมพัทธ์

- ซีดจำกัดสำหรับแต่ละวันใน 30 วัน กระจายตามสภาพธรรมชาติตลอด 1 ปี
- ซีดจำกัดเป็นครั้งคราวสำหรับวันอื่น ๆ
- ค่าเฉลี่ยทั้งปี

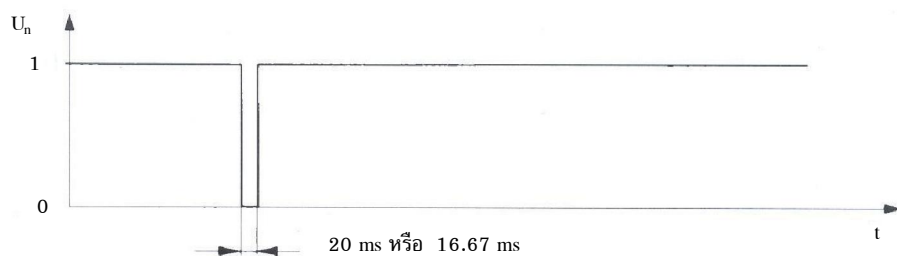
รูปที่ ก. 1 - ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศโดยรอบกับความชื้นสัมพัทธ์
(ข้อ 6.2)

ภาคผนวก ข.

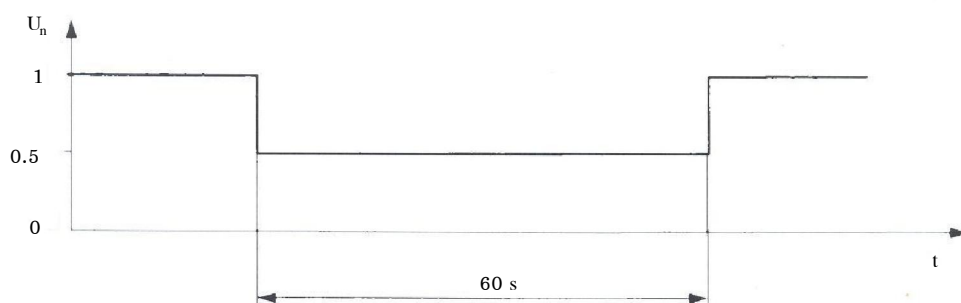
รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าสำหรับการทดสอบผลกระทบของ
แรงดันไฟฟ้าตกชั่วคราวและการขาดตอนในช่วงสั้นๆ
(ข้อ 7.1.2)



รูปที่ ข. 1 - การขาดตอนของแรงดันไฟฟ้า $\Delta U = 100\%$ ในช่วงเวลา 1 วินาที
(ข้อ 7.1.2)



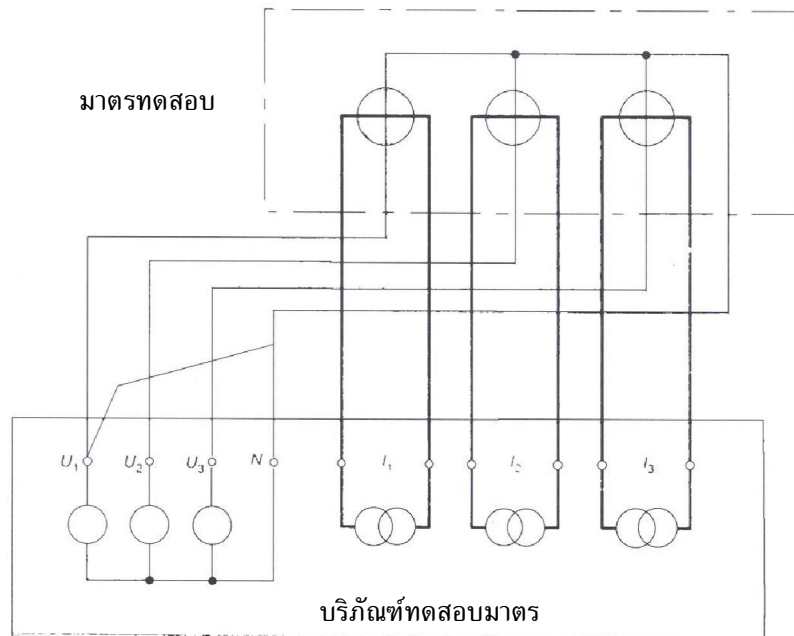
รูปที่ ข. 2 - การขาดตอนของแรงดันไฟฟ้า $\Delta U = 100\%$ ในช่วงเวลาของ 1 วัฏจักรที่ความถี่ที่กำหนด
(ข้อ 7.1.2)



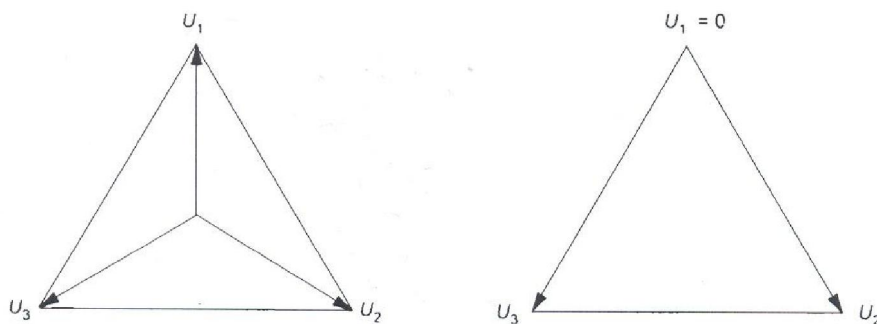
รูปที่ ข. 3 - แรงดันตกชั่วคราวของ $\Delta U = 50\%$
(ข้อ 7.1.2)

ภาคผนวก ค.

แผนภาพวงจรทดสอบสำหรับการทดสอบความคุ้มกันต่อค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน
(ข้อ 7.4)



รูปที่ ค. 1 - วงจรเพื่อจำลองค่าผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดินในเฟส 1
(ข้อ 7.4)



ภาวะปกติ

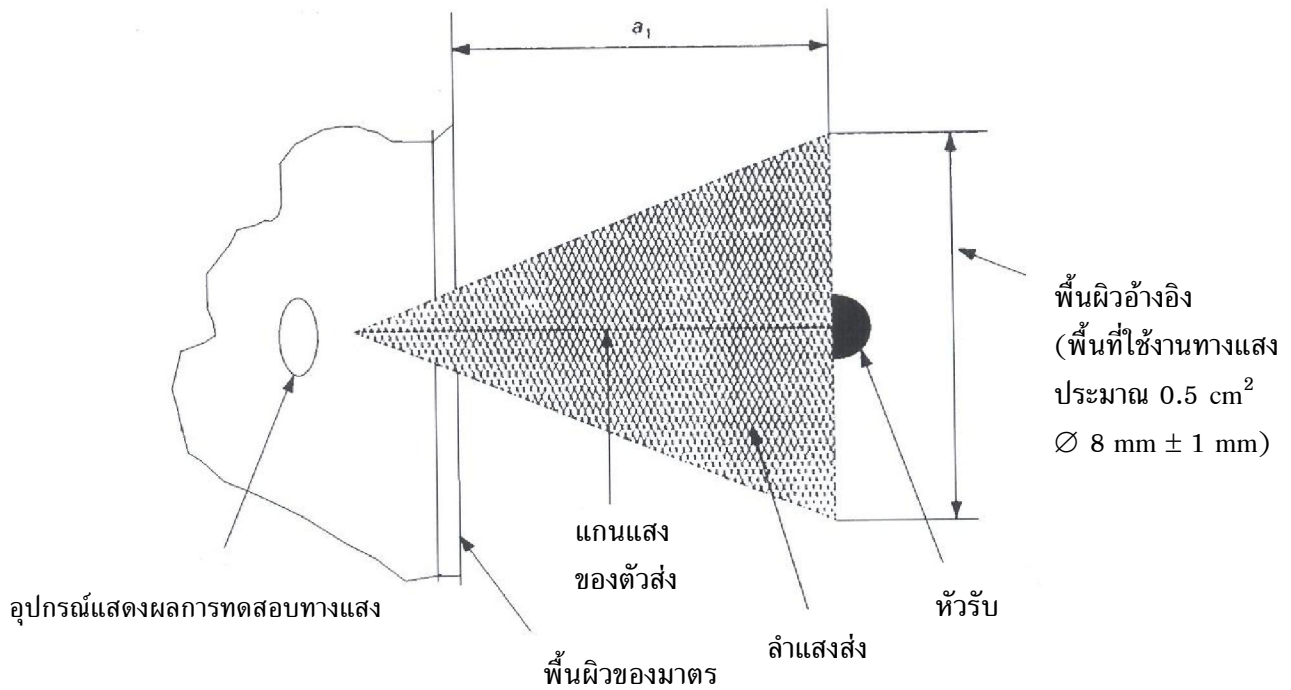
ภาวะผิดพลาดเนื่องจากการต่อลงดิน

รูปที่ ค. 2 - แรงดันไฟฟ้าที่มาตรภายใต้การทดสอบ
(ข้อ 7.4)

ภาคผนวก ง.

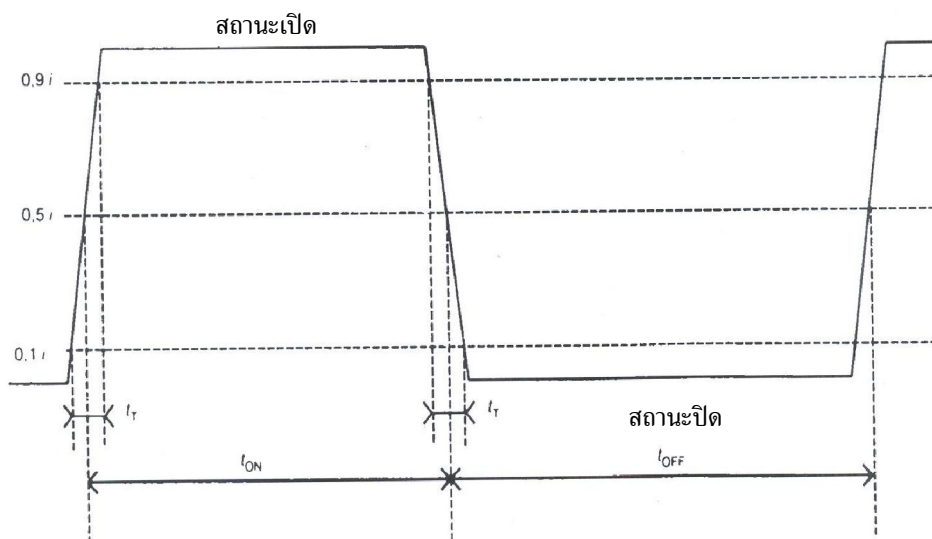
(ข้อกำหนด)

อุปกรณ์แสดงผลสำหรับการทดสอบทางแสง



รูปที่ ง.1 - การจัดวางอุปกรณ์แสดงผลการทดสอบทางแสง

(ข้อ 5.11.2)



กำหนดให้ $t_{ON} \geq 0.2 \text{ ms}$ $t_{OFF} \geq 0.2 \text{ ms}$ $t_r < 20 \text{ } \mu\text{s}$

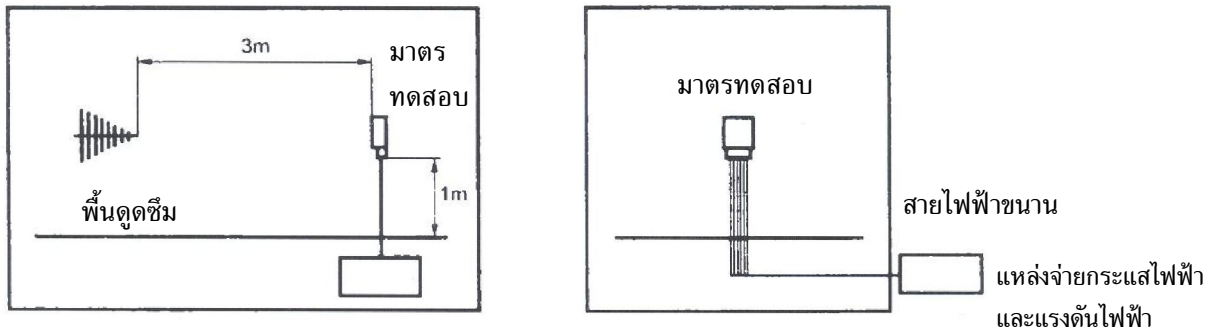
รูปที่ ง.2 - รูปคลื่นแสดงผลการทดสอบทางแสง

(ข้อ 5.11.1)

ภาคผนวก จ.

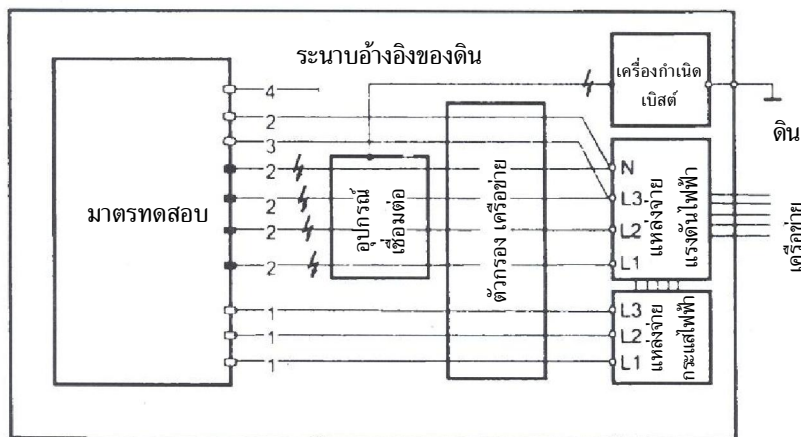
การทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

(ข้อ 7.5.3 และ ข้อ 7.5.4)



รูปที่ จ.1 - การจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุแผ่กระจาย (ข้อ 7.5.3)

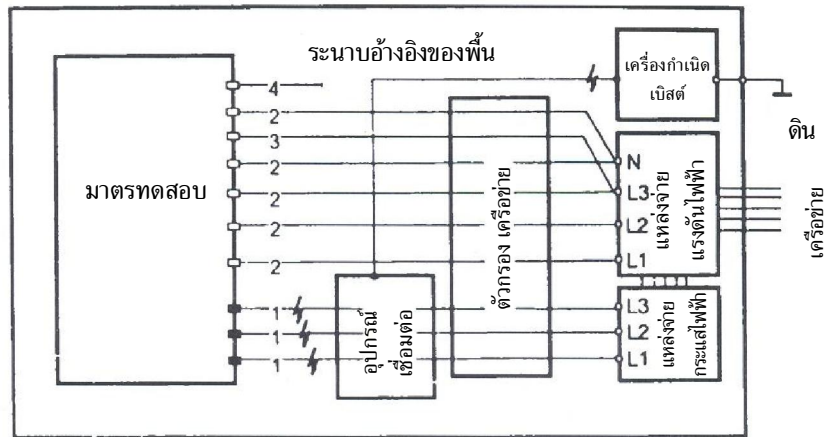
หมายเหตุ เพื่อทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 30 โวลต์ต่อเมตร เป็นไปได้ที่จะลดระยะห่างระหว่างสายอากาศกับมาตรทดสอบลงเหลือ 1.5 เมตร ในกรณีนี้ต้องควบคุมการปรับตั้งเครื่องขยายด้วยตัวรับรู้สนาม (field sensor)



รายละเอียด

- 1 วงจรกระแสไฟฟ้า
- 2 วงจรแรงดันไฟฟ้า
- 3 วงจรขยายที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์
- 4 วงจรขยายที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงไม่เกิน 40 โวลต์

รูปที่ จ.2 - การจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบภาวะชั่วคราวอย่างเร็วทางไฟฟ้า : วงจรแรงดันไฟฟ้า (ข้อ 7.5.4)



รายละเอียด

- 1 วงจรกระแสไฟฟ้า
- 2 วงจรแรงดันไฟฟ้า
- 3 วงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 โวลต์
- 4 วงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงไม่เกิน 40 โวลต์

รูปที่ จ.3 - การจัดวางอุปกรณ์สำหรับการทดสอบภาวะชั่วคราวอย่างเร็วทางไฟฟ้า : วงจรกระแสไฟฟ้า
(ข้อ 7.5.4)

ภาคผนวก จ.

(ข้อแนะนำ)

แผนงานการทดสอบ – ลำดับการทดสอบที่แนะนำ

ลำดับ	การทดสอบ	ข้อย่อ	มาตรฐานไฟฟ้า	มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์
1	การทดสอบสมบัติฉนวน			
1.1	การทดสอบแรงดันอิมพัลส์	7.3.2	X	X
1.2	การทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	7.3.3	X	X
2	การทดสอบข้อกำหนดด้านความแม่นยำ			
2.1	การทดสอบค่าคงตัวมาตร		X	X
2.2	การทดสอบภาวะเริ่มเดินเครื่อง		X	X
2.3	การทดสอบภาวะไม่มีโหลด		X	X
2.4	การทดสอบปริมาณที่มีอิทธิพล		X	X
3	การทดสอบข้อกำหนดด้านไฟฟ้า			
3.1	การทดสอบการสั้นเปลืองกำลังไฟฟ้า		X	X
3.2	การทดสอบอิทธิพลของแรงดันไฟฟ้าจ่าย	7.1.2		X
3.3	การทดสอบอิทธิพลของกระแสไฟฟ้าเกินช่วงเวลาสั้น		X	X
3.4	การทดสอบอิทธิพลของการเกิดความร้อนด้วยตัวเอง		X	X
3.5	การทดสอบอิทธิพลของการเกิด ความร้อน	7.2	X	X
3.6	การทดสอบความคุ้มกันต่อค่าผิดปร้องเนื่องจากการต่อลงดิน	7.4	X	X
4	การทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า			
4.1	การยับยั้งการรบกวนของคลื่นวิทยุ	7.5.8		X
4.2	การทดสอบด้วยเบสท์ภาวะชั่วคราวอย่างรวดเร็ว	7.5.4		X
4.3	การทดสอบความคุ้มกันคลื่นแกว่ง	7.5.7		X
4.4	การทดสอบความคุ้มกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่แผ่กระจาย	7.5.3		X
4.5	การทดสอบความคุ้มกันต่อการรบกวนที่นำมาตามสายที่ถูกเหนี่ยวนำโดยสนามความถี่วิทยุ	7.5.5		X
4.6	การทดสอบความคุ้มกันการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต	7.5.2		X
4.7	การทดสอบความคุ้มกันเสิร์จ	7.5.6		X
5	การทดสอบผลกระทบของภาวะแวดล้อมทางภูมิอากาศ			
5.1	การทดสอบภาวะร้อนแห้ง	6.3.1	X	X
5.2	การทดสอบภาวะเย็น	6.3.2	X	X
5.3	การทดสอบวัฏจักรภาวะร้อนชื้น	6.3.3	X	X
5.4	การทดสอบการป้องกันการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์	6.3.4	X	X
6	การทดสอบทางกล			
6.1	การทดสอบการสั่นสะเทือน	5.2.2.3	X	X
6.2	การทดสอบการช็อก	5.2.2.2	X	X
6.3	การทดสอบด้วยค้อนสปริง	5.2.2.1	X	X
6.4	การทดสอบการป้องกันฝุ่นและน้ำ	5.9	X	X
6.5	การทดสอบความทนความร้อนและไฟ	5.8	X	X

ภาคผนวก ข.

แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง

(ข้อ 4.1 และภาคผนวก ข.)

ตารางดังต่อไปนี้แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ 3 เฟส 4 สาย และระบบ 1 เฟส 3 สาย รวมทั้งวงจร 1 เฟส เช่น ส่วนขยาย (extension) หรือสถานีย่อยที่ให้บริการ, ส่วนให้บริการ (services) ที่ต่อกับระบบเหล่านี้ ค่าต่ำในสตมภ์ที่ 1 และสตมภ์ที่ 2 คือ แรงดันไฟฟ้าเทียบกับสายไฟฟ้าเป็นกลาง และค่าสูงคือแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส เมื่อแสดงค่าเพียงค่าเดียว หมายถึง แรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสของระบบ 3 สาย ค่าต่ำในสตมภ์ที่ 3 คือ แรงดันไฟฟ้าเทียบกับสายไฟฟ้าเป็นกลาง และค่าสูงกว่าคือแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย แรงดันไฟฟ้าที่เกิน 230 / 400 โวลต์ กำหนดขึ้นเพื่อใช้กับงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และกิจการเชิงพาณิชย์ ขนาดใหญ่

ตารางที่ข.1 ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุ
ระหว่าง 100 โวลต์ ถึง 1 000 โวลต์ และบริภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

ระบบ 3 เฟส 4 สาย หรือ 3 สาย แรงดันไฟฟ้าระบุ (V)		ระบบ 1 เฟส 3 สาย แรงดันไฟฟ้าระบุ (V)
50 Hz	60 Hz	60 Hz
–	120/208	120/240
–	240	–
230/400 ¹⁾	277/480	–
400/690 ¹⁾	480	–
–	347/600	–
1 000	600	–
¹⁾ แรงดันไฟฟ้าระบุที่ใช้กันมี 2 ระบบคือ 220 / 380 V และ 240 / 415 V ระบบทั้งสองต้องปรับเปลี่ยนไปใช้แรงดันไฟฟ้าที่แนะนำคือ 230 / 400 V เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าเป็น $\pm 10\%$ ข้อพิจารณาทั้งหมดข้างต้นใช้กับแรงดันไฟฟ้าระบบ 380 / 660 V ด้วย โดยค่าแรงดันไฟฟ้าที่แนะนำคือ 400 / 690 V		

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพิสัยแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ภายใต้ภาวะการให้บริการตามปกติ แนะนำให้แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อแหล่งจ่ายต้องไม่แตกต่างจากแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบมากกว่าร้อยละ ± 10 พิสัยแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานจริง นอกเหนือจากการแปรผันของแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อแหล่งจ่าย แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมอาจเกิดขึ้นในส่วนการติดตั้งของผู้ใช้ สำหรับการติดตั้งในระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ แรงดันไฟฟ้าตกต้องไม่เกินร้อยละ 4 เพราะฉะนั้นพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานจริง

ภาคผนวก ข.

แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนด

(ข้อ 4.1)

แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดต้องเลือกตามหลักปฏิบัติของหน่วยงานที่กำกับดูแลเพื่อการติดตั้งใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าต่อไปนี้จะป็นค่าแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานสำหรับหม้อแปลงเครื่องวัด 1 เฟส ในระบบ 1 เฟส หรือสำหรับ การต่อระหว่างเฟสในระบบ 3 เฟส และสำหรับหม้อแปลงเครื่องวัด 3 เฟส

ก) อ้างอิงหลักปฏิบัติในปัจจุบันของกลุ่มประเทศในยุโรป

- 100 โวลต์ และ 110 โวลต์
- 200 โวลต์ สำหรับวงจรทุติยภูมิส่วนขยาย

ข) อ้างอิงหลักปฏิบัติในปัจจุบันของสหรัฐ และประเทศแคนาดา

- 120 โวลต์ สำหรับระบบจ่าย
- 115 โวลต์ สำหรับระบบส่งผ่าน
- 230 โวลต์ สำหรับวงจรทุติยภูมิส่วนขยาย

สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟสที่มีเจตนาใช้ต่อระหว่าง เฟส-ถึง-ดิน ในระบบ 3 เฟส ที่แรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิที่กำหนดคือค่าที่หารด้วย $\sqrt{3}$ แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดต้องเป็นค่าหนึ่งในค่าที่กล่าวข้างต้นแล้วหารด้วย $\sqrt{3}$ ดังนั้นยังคงค่าของอัตราส่วนการแปลงค่าที่กำหนด

หมายเหตุ 1 แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดสำหรับขดลวดที่มีเจตนาให้เกิดแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิตกค้าง ให้เป็นไปตามตารางที่ ข.1

หมายเหตุ 2 ถ้าเป็นไปได้ อัตราส่วนการแปลงค่าที่กำหนดควรเป็นค่าง่าย ๆ ค่าใดค่าหนึ่งของค่าต่อไปนี้ : 10 - 12 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60 - 80 และคูณด้วยเลขฐานสิบ คือ ค่าอัตราส่วนการแปลงที่กำหนด ร่วมกับค่าใดค่าหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดในภาคผนวกนี้ จะครอบคลุมค่ามาตรฐานของแรงดันไฟฟ้าของระบบที่กำหนดส่วนใหญ่ของ ภาคผนวก ข.

แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดของขดลวดที่มีเจตนาให้เกิดเชื่อมต่อนแบบเดลตาเปิด (broken delta) กับขดลวดที่คล้ายกัน เพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้าตกค้าง แสดงได้ด้วยตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดสำหรับขดลวดที่มีเจตนาให้เกิดแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิตกค้าง

ค่าที่นิยมใช้		ค่าเลือก (ค่าที่ไม่นิยมใช้)
V		V
100	110	200
$100/\sqrt{3}$	$110/\sqrt{3}$	$200/\sqrt{3}$
$100/3$	$110/3$	$200/3$
หมายเหตุ ในกรณีที่ใช้ค่าที่นิยมใช้ของแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดแล้วเกิดแรงดันไฟฟ้าตกค้างต่ำเกินไปให้ใช้ค่าเลือกได้ แต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย		

ภาคผนวก ณ.

ค่ามาตรฐานของกระแสไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนด
(ข้อ 4.2)

ค่ามาตรฐานของกระแสไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนด คือ 1 แอมแปร์ 2 แอมแปร์ และ 5 แอมแปร์ แต่ที่นิยมใช้ คือ ค่า 5 แอมแปร์

หมายเหตุ หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีเจตนาใช้สำหรับกลุ่มขดลวดที่ต่อแบบเดลตา (delta-connected group) ค่ามาตรฐาน ที่กำหนดข้างต้นนำมาหารด้วย $\sqrt{3}$ เป็นค่ามาตรฐานด้วย

ภาคผนวก ญ.
สัญลักษณ์สำหรับส่วนวัด
 [ข้อ 5.12.1 (3)]

สัญลักษณ์ต่อไปนี้ให้ไว้เป็นตัวอย่าง แรงดันไฟฟ้าแต่ละวงจรแทนด้วยเส้น 1 เส้น และกระแสไฟฟ้าแต่ละวงจรแทนด้วยวงกลมเล็ก 1 วง

วงกลมวงเดียวหรือหลายวง ที่อยู่จุดปลายสุดของแต่ละเส้นแสดงวงจรแรงดันไฟฟ้า แสดงวงจรกระแสไฟฟ้าวงจรเดียวหรือหลายวงจร ซึ่งจัดวางให้มีจุดต่อกับวงจรแรงดันไฟฟ้านั้น ๆ

ถ้าวงจรกระแสไฟฟ้ากับวงจรแรงดันไฟฟ้าที่มีจุดต่อร่วมไม่เป็นส่วนของวงจรแม่เหล็กไฟฟ้าเดียวกัน วงกลม ที่แสดงวงจรกระแสไฟฟ้าจะต่อกับจุดกึ่งกลางของเส้นที่แสดงวงจรแรงดันไฟฟ้าดังกล่าว โดยเส้นนำ(guide line) มีขนาดความหนาไม่เกินครึ่งหนึ่งของเส้นเดิมที่แสดงวงจรแม่เหล็กไฟฟ้า

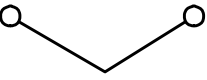
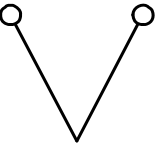
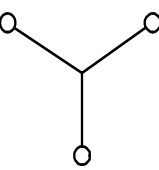
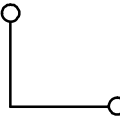
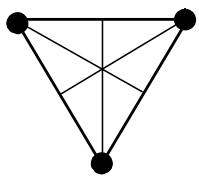
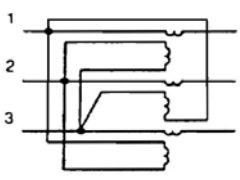
ถ้าแม่เหล็กไฟฟ้าใด ๆ มีวงจรกระแสไฟฟ้า 2 วงจร ซึ่งจำนวนรอบของขดลวดเป็นอัตราส่วน $1/k$ เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่แสดงวงจรกระแสไฟฟ้าต้องเป็นวงกลมประมาณในอัตราส่วนเดียวกัน

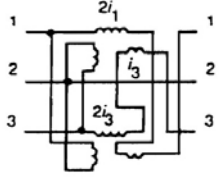
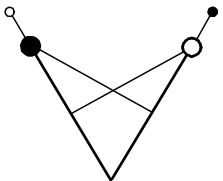
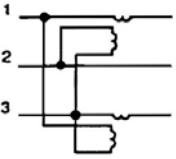
มุมระหว่างเส้น 2 เส้น ของสัญลักษณ์แสดงมุมเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่สมนัยกัน โดยที่ทิศทางบวกจะเคลื่อนที่เข้าหาจุดต่อร่วมในสัญลักษณ์ที่เป็นเส้น 2 เส้น (เช่น สัญลักษณ์ลำดับที่ 9 และลำดับที่ 10) และมีทิศทางแบบตรีโกณมิติในกรณีของสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยม (เช่น สัญลักษณ์ลำดับที่ 8)

เพื่อจำแนกความแตกต่างของทิศทางของแรงดันไฟฟ้าที่กระทำต่อกระแสไฟฟ้าแต่ละค่า กระแสไฟฟ้าที่ได้รับอิทธิพลจากแรงดันไฟฟ้าในทิศทางบวกแสดงด้วยวงกลมทึบ และกระแสไฟฟ้าที่ได้รับอิทธิพลจากแรงดันไฟฟ้าในทิศทางลบแสดงด้วยวงกลมโปร่ง

ตารางที่ ญ.1 สัญลักษณ์สำหรับส่วนวัด

ลำดับที่	แบบ	สัญลักษณ์
1	มาตรวัด-ชั่วโมเมนต์ หรือมาตรวาร์-ชั่วโมเมนต์ ที่มี 1 ส่วนวัด โดยมีวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรและแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร (สำหรับวงจร 1 เฟส 2 สาย)	
2	มาตรวัด-ชั่วโมเมนต์ หรือมาตรวาร์-ชั่วโมเมนต์ ที่มี 1 ส่วนวัด โดยมีวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรและกระแสไฟฟ้า 2 วงจร (สำหรับวงจร 1 เฟส 2 สาย หรือ 3 สาย เมื่อวงจรแรงดันไฟฟ้าต่อคร่อมกับตัวนำไฟฟ้าเส้นนอก)	
3	มาตรวัด-ชั่วโมเมนต์ หรือมาตรวาร์-ชั่วโมเมนต์ ใช้กับ 2 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรโดยแต่ละส่วนวัดข้างต้น วงจรกระแสไฟฟ้าต่อกับตัวนำไฟฟ้าเส้นนอกของวงจร 1 เฟส 3 สาย และวงจรแรงดันไฟฟ้าต่อระหว่างตัวนำเส้นนอกกับเส้นกึ่งกลาง (mid-wire)	

ลำดับที่	แบบ	สัญลักษณ์
4	มาตรวัด-ชั่วโม่ง หรือมาตรวาร์-ชั่วโม่ง ใช้กับ 2 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรโดยแต่ละส่วนวัดข้างต้น วงจรกระแสไฟฟ้าต่อกับสายตัวนำเฟสของวงจร 3 เฟส และวงจรแรงดันไฟฟ้าต่อระหว่างสายเฟสเดียวกันและสายเป็นกลาง	
5	มาตรวัด-ชั่วโม่ง หรือมาตรวาร์-ชั่วโม่ง ใช้กับ 2 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรโดยแบบเดียวกับวิธีใช้มาตรวัด 2 ตัว (สำหรับวงจร 3 เฟส 3 สาย)	
6	มาตรวัด-ชั่วโม่ง หรือมาตรวาร์-ชั่วโม่ง ใช้กับ 3 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีวงจรแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรโดยแบบเดียวกับวิธีใช้ มาตรวัด 3 ตัว (สำหรับวงจร 3 เฟส 4 สาย)	
7	มาตรวัด-ชั่วโม่ง หรือมาตรวาร์-ชั่วโม่ง ใช้กับ 2 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีวงจรแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจรโดยส่วนวัดต่อกันในสายเฟสของวงจร 2 เฟส 3 สาย	
8	มาตรวาร์-ชั่วโม่ง ใช้กับ 3 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีวงจรแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจร โดยที่แต่ละวงจรกระแสไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของแม่เหล็กไฟฟ้าเดียวกันมีจุดร่วมกับวงจรแรงดันไฟฟ้าหนึ่งกับวงจรแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีจุดต่อร่วม โดยวงจรแรงดันไฟฟ้าต่อคร่อมระหว่างสายตัวนำเฟสอื่นๆ สามารถดูได้ตาม สัญลักษณ์ลำดับที่ 8 ที่สมนัยกับรูปที่ 1 และใช้ได้กับวงจร 3 เฟส 3 สาย หรือ 4 สาย	  รูปที่ 1

ลำดับที่	แบบ	สัญลักษณ์
9	มาตรฐาน-ชั่วโมง ใช้กับ 2 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีวงจรแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจร ที่มีจำนวนรอบของขดลวดเป็นอัตราส่วน 1 : 2 (จำนวนรอบ n และ $2n$) ในแต่ละวงจรที่มีจำนวนรอบของขดลวด n มีจุดต่อร่วมกับวงจรแรงดันไฟฟ้าของส่วนวัดเดียวกัน ขณะที่วงจรแรงดันไฟฟ้าแต่ละวง มีจำนวนรอบของขดลวด $2n$ มีจุดต่อร่วมกับวงจรแรงดันไฟฟ้าของส่วนวัดอื่น วงจรกระแสไฟฟ้าที่มีจำนวนรอบของขดลวด n ของส่วนวัดใด ๆ จะเป็นส่วนหนึ่งของแม่เหล็กไฟฟ้ากับวงจรกระแสไฟฟ้าและที่มีจำนวนรอบของขดลวด $2n$ ของส่วนวัดหนึ่ง จะมีแรงดันไฟฟ้าในทิศทางบวก ในทางตรงกันข้าม วงจรกระแสไฟฟ้าที่มีจำนวนรอบของขดลวด $2n$ ของส่วนวัดที่หนึ่ง จะเป็นส่วนหนึ่งของแม่เหล็กไฟฟ้ากับวงจรกระแสไฟฟ้าและที่มีจำนวนรอบของขดลวด n ของส่วนวัดที่ 2 จะมีแรงดันไฟฟ้าในทิศทางลบ สัญลักษณ์ลำดับที่ 9 สมนัยกับรูปที่ 2 และใช้ได้กับวงจร 3 เฟส 3 สาย  รูปที่ 2	
10	มาตรฐาน-ชั่วโมง ใช้กับ 2 ส่วนวัด ที่แต่ละส่วนวัดมีวงจรแรงดันไฟฟ้า 1 วงจร และวงจรกระแสไฟฟ้า 1 วงจร โดยที่วงจรกระแสไฟฟ้าของส่วนวัดหนึ่งมีจุดต่อร่วมกับวงจรแรงดันไฟฟ้าของส่วนวัดอื่น ขณะที่วงจรกระแสไฟฟ้าของส่วนวัดอื่นนั้นมีจุดต่อร่วมกับวงจรแรงดันไฟฟ้าทั้งสองส่วนวัด สัญลักษณ์ลำดับที่ 10 สมนัยกับรูปที่ 3 และใช้ได้กับวงจร 3 เฟส 3 สาย  รูปที่ 3	