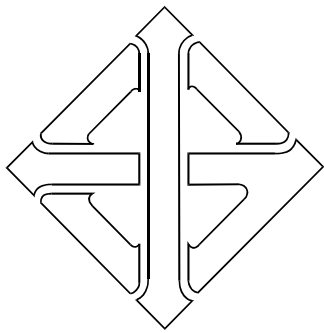




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2543-2555

**มาตรพลังงานไฟฟ้ากระแสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ
มาตรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานใช้งาน
(ชั้น 1 และชั้น 2)**

ELECTRICITY METERING EQUIPMENT (AC) –
PARTICULAR REQUIREMENTS – STATIC METERS FOR ACTIVE ENERGY
(CLASSES 1 AND 2)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 17.220.20

ISBN 978-616-231-432-2

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
มาตรฐานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ
มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานใช้งาน
(ชั้น 1 และชั้น 2)

มอก. 2543-2555

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 130 ตอนพิเศษ 6ง
วันที่ 17 มกราคม พุทธศักราช 2556

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 640
มาตรฐานมาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

ประธานกรรมการ

นายสมบุญ จงชัยกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

รศ.เกียรติคุณ กวีญาณ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นายพลศักดิ์ ภูววิเชียรฉาย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

นายวิรัตน์ ทรงงาม

นายเกษม บุญสม

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

นายมนตรี นันทนุรักษ์

การไฟฟ้านครหลวง

นายวิเชียร โยพันธุ์

นายเอกฉัตร เขียวมา

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

นายบัณฑิต เพ็ญดา

นายเทอด กรรโณ

นายสำเริง อายุพงษ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นายณัฐพงษ์ นิลจรัสวงษ์

ผศ.ชาญชาญ โพธิ์สาร

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ผศ.อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล

นายคมกริช กระระนันท์

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ

นายทศพร อุดมสินศิริกุล

ว่าที่ ร.ต.สรศักดิ์ จิตรไกรควาญ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นายพงษ์พัฒน์ สดาสงห์

นายสุทธศักดิ์ สุริยะจันทร์หอม

บริษัท มิตรชัยอิเล็กทรอนิกส์ ออโตเมชัน (ประเทศไทย) จำกัด

นายเพียรศักดิ์ ชีระเสถียร

นายสุรศักดิ์ ลักษณะนันท์

บริษัท มหาจักรไฟฟ้าสากล จำกัด

นายรัฐพงษ์ ทรัพย์รัตน์

บริษัท ไทยเทเลคอนเทนเนอร์ จำกัด

นายพิตรพิบูล ทวีพงษ์ไพรัช

บริษัท ฮอลดีกรุปอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายทิวากรณ์ จิตชนะวงศ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ:ข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 1 และ ชั้น 2) นี้ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าภายในประเทศ โดยใช้งานทั่วไปสำหรับเคหสถาน และสถานที่อื่น ๆ ที่มีการใช้ไฟฟ้าเช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดเล็ก เนื่องจากมีผู้ใช้งานมาก จึงได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 1 และ ชั้น 2) นี้ ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ให้ใช้ร่วมกับข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานพลังงาน

ไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1030

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดขึ้นโดยรับ IEC 62053-21 : 2003-01 Electricity metering equipment (a.c.) -Particular requirements - Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2) มาใช้ในระดับดัดแปลง โดยมีรายละเอียดของการดัดแปลงที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ดัดแปลงโดยการอ้างอิง ภาคผนวก ก. แทนการอ้างอิงมาตรฐาน IEC 60736

มอก. 1030-2552 มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ

มอก. 2336-2552 มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรฐานไฟฟ้าสำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 0.5 ชั้น 1 และชั้น 2)

มอก. 2543-2555 มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 1 และ ชั้น 2)

มอก. 2544-2555 มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 0.2 S และ ชั้น 0.5 S)

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

	หน้า
1. ขอบข่าย	1
2. เอกสารอ้างอิง	2
3. คำศัพท์ และบทนิยาม	2
4. ค่ามาตรฐานทางไฟฟ้า	2
5. คุณลักษณะที่ต้องการทางกล	2
6. ภาวะทางภูมิอากาศ	2
7. คุณลักษณะที่ต้องการทางไฟฟ้า	2
8. ข้อกำหนดความแม่นยำ	7
ภาคผนวก ก. แผนภาพวงจรทดสอบสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ฮาร์โมนิกคู่ ฮาร์โมนิกคี่ และฮาร์โมนิกย่อย	19
ภาคผนวก ข. แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการทดสอบอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก	27
ภาคผนวก ค. ห้องปฏิบัติการ	28

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ ก.1 แผนภาพวงจรทดสอบสำหรับการเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	19
รูปที่ ก.2 รูปคลื่นเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	20
รูปที่ ก.3 ตัวอย่างการกระจายฮาร์โมนิกของสัญญาณครึ่งคลื่น	21
รูปที่ ก.4 แผนภาพวงจรทดสอบ (ข้อเสนอแนะ)	22
รูปที่ ก.5 รูปคลื่นล้นตามเฟส (phase fired)	23
รูปที่ ก.6 ตัวอย่างการกระจายฮาร์โมนิกของรูปคลื่นล้นตามเฟส (การวิเคราะห์ฟูเรียร์ที่ไม่สมบูรณ์)	24
รูปที่ ก.7 รูปคลื่นระเบิด	25
รูปที่ ก.8 ตัวอย่างการกระจายฮาร์โมนิก (การวิเคราะห์ฟูเรียร์ที่ไม่สมบูรณ์)	26
รูปที่ ข.1 แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการทดสอบอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก	27

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	การสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าในวงจรแรงดันไฟฟ้าสำหรับมาตรเฟสเดียว และมาตรหลายเฟสรวมแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	3
ตารางที่ 2	การสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าในวงจรกระแสไฟฟ้าสำหรับเฟสเดียวและหลายเฟส	4
ตารางที่ 3	การแปรผันเนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกินระยะสั้น	5
ตารางที่ 4	การแปรผันของค่าผิดพลาดเนื่องจากการเกิดความร้อนในตัว	5
ตารางที่ 5	การทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	6
ตารางที่ 6	ขีดจำกัดของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละ (มาตรเฟสเดียวและมาตรหลายเฟสที่มีโหลดสมดุล)	8
ตารางที่ 7	ขีดจำกัดของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละ (มาตรหลายเฟสที่มีโหลดเฟสเดียว แต่มีแรงดันไฟฟ้าหลายเฟสสมดุลป้อนให้แก่วงจรแรงดันไฟฟ้า)	8
ตารางที่ 8	ปริมาณอิทธิพล	10
ตารางที่ 9	กระแสไฟฟ้าเริ่มต้นทำงาน	15
ตารางที่ 10	สมดุลของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า	16
ตารางที่ 11	ภาวะอ้างอิง	16
ตารางที่ 12	การตีความผลการทดสอบ	18



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4480 (พ.ศ. 2555)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ

มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 1 และ ชั้น 2)

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 1 และ ชั้น 2) มาตรฐานเลขที่ มอก. 2543-2555 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้
ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2555

พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ:ข้อกำหนดเฉพาะ

มาตรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 1 และ ชั้น 2)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะมาตรอิเล็กทรอนิกส์วัดค่า-ชั่วโมง ที่ผลิตขึ้นใหม่ ซึ่งมีความแม่นยำชั้น 1 และ ชั้น 2 สำหรับการวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับใช้งานในโครงข่าย 50 Hz หรือ 60 Hz และครอบคลุมถึงการทดสอบเฉพาะแบบเท่านั้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะมาตรอิเล็กทรอนิกส์ วัดค่า-ชั่วโมง สำหรับการใช้ภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งประกอบด้วยส่วนวัดและตัวบันทึกรวมอยู่ด้วยกันในกล่องมาตร นอกจากนี้ยังครอบคลุมถึงตัวชี้บอกการทำงานและอุปกรณ์แสดงผลทดสอบ ถ้ามาตรมีส่วนวัดสำหรับพลังงานหลายแบบ [มาตรพหุพลังงาน (multi-energy meter)] หรือมีส่วนในการทำงานอื่นๆ เช่น ตัวชี้บอกความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ตัวบันทึกค่าไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (electronic tariff register) สวิตช์เวลา ตัวรับสัญญาณควบคุมความถี่ อุปกรณ์เชื่อมต่อสื่อสารข้อมูล และอื่นๆ รวมอยู่ในกล่องมาตร ก็ให้ใช้มาตรฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับอุปกรณ์นั้นๆ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ใช้กับ

- มาตรวัดค่า-ชั่วโมงซึ่งแรงดันคร่อมขั้วต่อสายเกิน 600 V (แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายสำหรับมาตรที่ใช้กับระบบหลายเฟส)
- มาตรพกพาได้
- ส่วนเชื่อมต่อข้อมูลกับตัวบันทึกของมาตร
- มาตรอ้างอิง

ในส่วนที่เกี่ยวกับการทดสอบเพื่อการยอมรับให้ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการตรวจสอบการยอมรับได้ของมาตรพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ -การตรวจสอบการยอมรับได้ เป็นแนวปฏิบัติพื้นฐาน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 61358)

ความน่าเชื่อถือได้ (dependability) ให้ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการตรวจสอบการยอมรับได้ของมาตรพลังงานไฟฟ้าสลับ-ความน่าเชื่อถือได้ (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC/TR 62059)

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุต่อไปนี้จะประกอบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด (รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติม)

IEC 60736: 1982, *Testing equipment for electrical energy meters*

IEC 61358:1996, *Acceptance inspection for direct connected alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2)*

IEC 62053-61:1998, *Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 61: Power consumption and voltage requirements*

IEC/TR 62059-11, *Electricity metering equipment – Dependability – Part 11 : General concept*

มอก.1030 มาตรฐานพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ

3. คำศัพท์ และบทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตาม มอก. 1030 ข้อ 3.

4. ค่ามาตรฐานทางไฟฟ้า

ให้เป็นไปตาม มอก. 1030 ข้อ 4.

5. คุณลักษณะที่ต้องการทางกล

ให้เป็นไปตาม มอก. 1030 ข้อ 5.

6. ภาวะทางภูมิอากาศ

ให้เป็นไปตาม มอก. 1030 ข้อ 6.

7. คุณลักษณะที่ต้องการทางไฟฟ้า

ให้เป็นไปตาม มอก. 1030 ข้อ 7. และดังนี้

7.1 การสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้า

ต้องการการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าในวงจรแรงดันไฟฟ้าและวงจรกระแสไฟฟ้าตามภาวะเงื่อนไขอ้างอิงที่กำหนดในข้อ 8.5 โดยวิธีใด ๆ ที่เหมาะสม ค่าผิดพลาดสูงสุดโดยรวมของการวัดค่าการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าต้องไม่เกิน 5%

7.1.1 วงจรแรงดันไฟฟ้า

ค่าการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าใช้งานและกำลังไฟฟ้าปรากฏที่อุณหภูมิอ้างอิงและความถี่อ้างอิง โดยวงจรแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงและวงจรกระแสไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้ากำหนดแต่ละวงจรต้องไม่เกินค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าในวงจรแรงดันไฟฟ้าสำหรับมาตรเฟสเดียว

และมาตรหลายเฟสรวมแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

(ข้อ 7.1)

	แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อกับวงจรแรงดันไฟฟ้า	แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ไม่ต่อกับวงจรแรงดันไฟฟ้า
วงจรแรงดันไฟฟ้า	2 W และ 10 VA	0.5 VA
แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าช่วย	—	10 VA
หมายเหตุ 1 เพื่อเลือกใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เข้าคู่กับมาตร ผู้ทำควรระบุว่าเป็นแบบเหนี่ยวนำ (inductive) หรือแบบความจุ (capacitive) (สำหรับมาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัดเท่านั้น) หมายเหตุ 2 ค่าต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น เป็นค่าเฉลี่ย แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสวิตชิง ที่มีค่ายอดของกำลังไฟฟ้าเกินกว่าค่าที่ระบุนี้ยอมรับได้ แต่ควรแน่ใจว่า ค่าพิกัดของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ต่อรวมมีค่าเพียงพอ หมายเหตุ 3 สำหรับ มาตรทำงานหลายหน้าที่ (multifunctional meter) ให้เป็นไปตาม IEC 62053-61		

7.1.2 วงจรกระแสไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าปรากฏที่ใช้โดยวงจรกระแสไฟฟ้าแต่ละวงจรของมาตรต่อโดยตรงที่กระแสไฟฟ้าหลักมูล ความถี่อ้างอิง และอุณหภูมิอ้างอิงต้องไม่เกินค่าในตารางที่ 2

กำลังไฟฟ้าปรากฏที่ใช้โดยวงจรกระแสไฟฟ้าแต่ละวงจรของมาตรที่ต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าต้องไม่เกินค่าในตารางที่ 2 ที่ค่ากระแสไฟฟ้าซึ่งเท่ากับกระแสไฟฟ้าทุติยภูมิที่กำหนดของหม้อแปลงที่สมนัยกันที่อุณหภูมิอ้างอิง และความถี่อ้างอิงของมาตร

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าในวงจรกระแสไฟฟ้าสำหรับเฟสเดียวและหลายเฟส

(ข้อ 7.1.2)

มาตร	
ชั้น 1	ชั้น 2
4.0 VA	2.5 VA
หมายเหตุ 1	กระแสไฟฟ้าทุกขุมที่กำหนด คือ ค่าของกระแสไฟฟ้าทุกขุมที่แสดงไว้บนหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นสมรรถนะพื้นฐานของหม้อแปลง ค่ามาตรฐานของกระแสไฟฟ้าทุกขุมสูงสุด คือ 120 % 150 % และ 200 % ของกระแสไฟฟ้าทุกขุมที่กำหนด
หมายเหตุ 2	เพื่อเลือกใช้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าที่จะนำมาต่อกับมาตรอย่างเหมาะสม ผู้ทำมาตรควรระบุว่าโหลดเป็นแบบเหนี่ยวนำ หรือ แบบความจุ (สำหรับมาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัดเท่านั้น)

7.2 อิทธิพลของกระแสไฟฟ้าเกินระยะสั้น

กระแสไฟฟ้าเกินระยะสั้นต้องไม่ทำให้มาตรเสียหาย มาตรต้องทำงานได้อย่างถูกต้องเมื่อกลับไปสู่ภาวะเริ่มต้น และการแปรผันของค่าผิดพลาดต้องไม่เกินค่าที่แสดงในตารางที่ 3

ในทางปฏิบัติวงจรทดสอบต้องไม่เป็นแบบเหนี่ยวนำ และการทดสอบมาตรหลายเฟสต้องทดสอบทีละเฟส ให้คงแรงดันไฟฟ้าไว้ที่ชั่วต่อสายหลังเกิดกระแสไฟฟ้าเกินระยะสั้น และมาตรต้องกลับเข้าสู่อุณหภูมิเริ่มต้น ในขณะที่ป้อนพลังงานไฟฟ้าให้วงจรแรงดันไฟฟ้า (ประมาณ 1 h)

ก) มาตรแบบต่อตรง

มาตรต้องทนกระแสไฟฟ้าเกินระยะสั้นเท่ากับ $30 I_{\max}$ ด้วยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative tolerance) +0 % ถึง -10 % ได้ เป็นเวลาครึ่งคาบที่ความถี่ที่กำหนด

ข) มาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

มาตรต้องทนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ $20 I_{\max}$ ด้วยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ +0 % ถึง -10 % ได้เป็นเวลา 0.5 s

หมายเหตุ ข้อกำหนดนี้ ไม่รวมถึงมาตรที่วงจรกระแสไฟฟ้ามีหน้าสัมผัสต่ออยู่

ตารางที่ 3 การแปรผันเนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกินระยะสั้น

(ข้อ 7.2)

มาตร	ค่าของกระแสไฟฟ้า	ตัวประกอบกำลัง	ขีดจำกัดการแปรผันของค่าผิดพลาด % สำหรับมาตร	
			ชั้น 1	ชั้น 2
แบบต่อตรง	I_b	1	1.5	1.5
แบบต่อผ่านหม้อแปลง กระแสไฟฟ้า	I_n	1	0.5	1.0

7.3 อิทธิพลของการเกิดความร้อนในตัว

การแปรผันของค่าผิดพลาดเนื่องจากการเกิดความร้อนในตัว ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตาราง 4

ตารางที่ 4 การแปรผันของค่าผิดพลาดเนื่องจากการเกิดความร้อนในตัว

(ข้อ 7.3)

ค่าของกระแสไฟฟ้า	ตัวประกอบกำลัง	ขีดจำกัดการแปรผันของค่าผิดพลาด % สำหรับมาตร	
		ชั้น 1	ชั้น 2
I_{max}	1	0.7	1.0
	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	1.0	1.5

การทดสอบต้องดำเนินการดังนี้ หลังจากป้อนพลังงานไฟฟ้าให้แก่วงจรแรงดันไฟฟ้า ด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเป็นเวลาอย่างน้อย 2 h สำหรับมาตรชั้น 1 และ 1 h สำหรับมาตรชั้น 2 โดยไม่มีกระแสไฟฟ้าใด ๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้า แล้วจึงป้อนกระแสไฟฟ้าสูงสุดให้แก่วงจรกระแสไฟฟ้า ค่าผิดพลาดของมาตรต้องวัดที่ค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1 ทันทีหลังจากป้อนกระแสไฟฟ้า และที่ช่วงเวลาซึ่งสั้นพอที่จะเขียนกราฟของการแปรผันของค่าผิดพลาดตามเวลาให้ถูกต้อง การทดสอบต้องทำเป็นเวลาอย่างน้อย 1 h และในแต่ละครั้งให้ทดสอบจนกระทั่งการแปรผันค่าผิดพลาดในช่วงเวลา 20 min ไม่เกิน 0.2 %

แล้วให้ทดสอบในลักษณะเดียวกันที่ตัวประกอบกำลังมีค่าเท่ากับ 0.5 (แบบเหนี่ยวนำ)

สายไฟฟ้าที่ใช้ในการป้อนพลังงานให้แก่มาตรต้องมีความยาว 1 m และมีพื้นที่หน้าตัดที่รับความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.2 A/mm^2 ถึง 4 A/mm^2 ได้

7.4 การทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

การทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับต้องทำตามตารางที่ 5

แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องเป็นคลื่นรูปไซน์ ที่มีความถี่ระหว่าง 45 Hz ถึง 65 Hz และป้อนเป็นเวลา 1 min แหล่งจ่ายพลังงานต้องสามารถจ่ายได้อย่างน้อย 500 VA

ระหว่างการทดสอบเทียบกับดิน วงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงไม่เกิน 40 V ต้องต่อลงดิน

การทดสอบทั้งหมดต้องดำเนินการขณะที่กล่องปิดอยู่ ฝาครอบและฝาครอบขั้วต่อสายต่าง ๆ ต้องติดตั้งอยู่ในตำแหน่งใช้งาน

ระหว่างการทดสอบนี้ต้องไม่มีการวาวไฟตามผิว การปล่อยประจุแบบทำลาย (disruptive discharge) หรือเกิดการทะลุเป็นรู

ตารางที่ 5 การทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

(ข้อ 7.4)

การทดสอบ	ใช้งานสำหรับ	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ r.m.s.	จุดที่ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ
A	มาตรที่มีการป้องกันประเภท I	2kV	ก) ระหว่างวงจรกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด รวมทั้งวงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 V ซึ่งต่อเข้าด้วยกัน และอีกด้านหนึ่งต่อลงดิน
		2kV	ข) ระหว่างวงจรกับวงจรที่ไม่ต่อเข้าด้วยกันในขณะใช้งาน
B	มาตรที่มีการป้องกันประเภท II	4kV	ก) ระหว่างวงจรกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด รวมทั้งวงจรช่วยที่มีแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงเกิน 40 V ซึ่งต่อเข้าด้วยกัน และอีกด้านหนึ่งต่อลงดิน
		2kV	ข) ระหว่างวงจรกับวงจรที่ไม่ต่อเข้าด้วยกันในขณะใช้งาน
		-	ค) การตรวจพินิจ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด มอก. 1030 ข้อ 5.7

8. ข้อกำหนดความแม่นยำ

การทดสอบและภาวะการทดสอบให้เป็นไปตาม มอก. 1030 ข้อ 8.

8.1 ขีดจำกัดของค่าผิดพลาด ที่เกิดจากความแปรผันของกระแสไฟฟ้า

เมื่อมาตรฐานเป็นไปตามเงื่อนไขการทดสอบที่กำหนดไว้ในข้อ 8.5 ค่าผิดพลาดเป็นร้อยละต้องไม่เกินขีดจำกัดสำหรับชั้นความแม่นยำในตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ถ้ามาตรฐานออกแบบสำหรับการวัดค่าพลังงานได้ทั้งสองทิศทาง ค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ต้องใช้สำหรับในแต่ละทิศทาง

ตารางที่ 6 ขีดจำกัดของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละ
(มาตรเฟสเดียวและมาตรหลายเฟสที่มีโหลดสมดุล)
(ข้อ 8.1)

ค่าของกระแสไฟฟ้าสำหรับมาตร		ตัวประกอบกำลัง	ขีดจำกัดของค่าผิดพลาด % สำหรับมาตร	
แบบต่อตรง	แบบต่อผ่านหม้อแปลง เครื่องวัด		ชั้น 1	ชั้น 2
$0.05\ I_b \leq I < 0.1\ I_b$	$0.02\ I_n \leq I < 0.05\ I_n$	1	$\pm\ 1.5$	$\pm\ 2.5$
$0.1\ I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.05\ I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm\ 1.0$	$\pm\ 2.0$
$0.1\ I_b \leq I < 0.2\ I_b$	$0.05\ I_n \leq I < 0.1\ I_n$	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	$\pm\ 1.5$	$\pm\ 2.5$
		0.8 แบบความจุ	$\pm\ 1.5$	—
$0.2\ I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.1\ I_n \leq I \leq I_{\max}$	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	$\pm\ 1.0$	± 2.0
		0.8 แบบความจุ	$\pm\ 1.0$	—
เมื่อผู้ใช้ขอให้ทดสอบเพิ่มเติม				
$0.2\ I_b \leq I \leq I_b$	$0.1\ I_n \leq I \leq I_n$	0.25 แบบเหนี่ยวนำ	$\pm\ 3.5$	—
		0.5 แบบความจุ	$\pm\ 2.5$	—

ตารางที่ 7 ขีดจำกัดของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละ
(มาตรหลายเฟสที่มีโหลดเฟสเดียว แต่มีแรงดันไฟฟ้าหลายเฟสสมดุลป้อนให้แก่วงจรแรงดันไฟฟ้า)
(ข้อ 8.1)

ค่าของกระแสไฟฟ้าสำหรับมาตร		ตัวประกอบกำลัง	ขีดจำกัดของค่าผิดพลาด % สำหรับมาตร	
แบบต่อตรง	แบบต่อผ่านหม้อแปลง เครื่องวัด		ชั้น 1	ชั้น 2
$0.1 I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	± 2.0	± 3.0
$0.2 I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.1 I_n \leq I < I_{\max}$	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	± 2.0	± 3.0

ความแตกต่างของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละระหว่างกรณีมาตรมีโหลดเฟสเดียวกับกรณีมาตรมีโหลดหลายเฟสสมดุล ที่กระแสไฟฟ้ามูลฐาน I_b และค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1 สำหรับมาตรแบบต่อตรงที่กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n และค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1 สำหรับมาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัด ต้องไม่เกิน 1.5% และ 2.5% สำหรับมาตรชั้น 1 และชั้น 2 ตามลำดับ

หมายเหตุ เมื่อทดสอบการเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 7 ควรป้อนกระแสไฟฟ้าทดสอบ ให้แก่ส่วนวัดแต่ละส่วนตามลำดับ

8.2 จิตจำกัคของค่าผิดพลาดที่เกิดจากปริมาณอิทธิพล

การเพิ่มขึ้นของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณอิทธิพลตามเงื่อนไขอ้างอิงที่กำหนดไว้ในข้อ 8.5 ต้องไม่เกินจิตจำกัคชั้นของความแม่นยำที่เกี่ยวข้องซึ่งกำหนดไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณอิทธิพล
(ข้อ 8.2)

ปริมาณอิทธิพล	ค่าของกระแสไฟฟ้า (โหลดสมดุล นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น) สำหรับมาตร		ตัวประกอบกำลัง	สัมประสิทธิ์อุณหภูมิเฉลี่ย %/K สำหรับมาตร	
	แบบต่อตรง	แบบต่อผ่าน หม้อแปลงเครื่องวัด		ชั้น 1	ชั้น 2
ความแปรผัน ของอุณหภูมิโดยรอบ ⁹⁾	$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.05	0.10
	$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	0.07	0.15
				ขีดจำกัดการแปรผันของ ค่าผิดพลาด % สำหรับมาตร	
				ชั้น 1	ชั้น 2
ความแปรผันของ แรงดันไฟฟ้า $\pm 10\%$ ^{1) 8)}	$0.05 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.02 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.7	1.0
	$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	1.0	1.5
ความแปรผัน ของความถี่ $\pm 2\%$ ⁸⁾	$0.05 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.02 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.5	0.8
	$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5 แบบเหนี่ยวนำ	0.7	1.0
ลำดับเฟสที่ผันกลับ	$0.1 I_b$	$0.1 I_n$	1	1.5	1.5
แรงดันไฟฟ้าแบบไม่สมดุล ³⁾	I_b	I_n	1	2.0	4.0
องค์ประกอบฮาร์มอนิก ในวงจรกระแสไฟฟ้าและ วงจรแรงดันไฟฟ้า ⁵⁾	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	1	0.8	1.0
ไฟฟ้ากระแสตรง และ ฮาร์มอนิกในวงจร กระแสไฟฟ้ากระแสสลับ ⁴⁾	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ ²⁾	—	1	3.0	6.0

ตารางที่ 8 ปริมาณอิทธิพล
(ข้อ 8.2) (ต่อ)

ปริมาณอิทธิพล	ค่าของกระแสไฟฟ้า (โหลดสมดุล นอกจากกระบวนเป็นอย่างอื่น) สำหรับมาตร		ตัวประกอบกำลัง	ขีดจำกัดการแปรผันของค่า ผิดพลาด % สำหรับมาตร	
	แบบต่อตรง	แบบต่อผ่าน หม้อแปลง เครื่องวัด		ชั้น 1	ชั้น 2
ฮาร์มอนิกคี่ ในวงจร กระแสไฟฟ้ากระแสสลับ ⁵⁾	$0.5 I_b^{2)}$	$0.5 I_n^{2)}$	1	3.0	6.0
ฮาร์มอนิกย่อยใน วงจรกระแสไฟฟ้า กระแสสลับ ⁵⁾	$0.5 I_b^{2)}$	$0.5 I_n^{2)}$	1	3.0	6.0
การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก แบบต่อเนื่องของ แหล่งกำเนิดภายนอก ⁵⁾	I_b	I_n	1	2.0	3.0
การเหนี่ยวนำแม่เหล็กของดิน กำเนิดภายนอก 0.5 mT ⁶⁾	I_b	I_n	1	2.0	3.0
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ย่าน ความถี่วิทยุ	I_b	I_n	1	2.0	3.0
การทำงานของอุปกรณ์ ประกอบ ⁷⁾	$0.05 I_b$	$0.05 I_n$	1	0.5	1.0
การรบกวนที่นำตามสายซึ่ง เหนี่ยวนำโดยสนาม ความถี่วิทยุ	I_b	I_n	1	2.0	3.0
การระเบิดชั่วคราวอย่างรวดเร็ว	I_b	I_n	1	4.0	6.0
ความถี่คลื่นเคลื่อนที่ ถูกหน่วง ¹⁰⁾	—	I_n	1	2.0	3.0

- 1) แรงดันไฟฟ้าที่มีค่าตั้งแต่ -20 % ถึง -10 % และ +10 % ถึง +15 % ชีตจำกัดการแปรผันของค่าผิดพลาดเป็นร้อยละมีค่าเป็น 3 เท่าของค่าตามตารางนี้
 ที่ค่าต่ำกว่า $0.8 U_n$ ค่าผิดพลาดของมาตร อาจเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง +10% กับ -100%
- 2) ตัวประกอบความผิดพลาดของแรงดันไฟฟ้าต้องน้อยกว่า 1% สำหรับภาวะการทดสอบตามข้อ 8.2.2 และ ข้อ 8.2.3
- 3) มาตรหลายเฟสที่มี 3 ส่วนวัด ต้องวัดค่าและบันทึก ภายในขีดจำกัดการแปรผันของค่าผิดพลาดเป็น ร้อยละตามตารางนี้ ถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้าบางเฟสขาดหายไปดังต่อไปนี้
 -ขาด 1 เฟสหรือ 2 เฟส ในโครงข่าย 3 เฟส 4 สาย
 -ขาด 1 เฟส ในโครงข่าย 3 เฟส 3 สาย (ถ้ามาตรถูกออกแบบให้ใช้งาน)
 กรณีนี้ครอบคลุมเฉพาะแหล่งจ่ายไฟฟ้าบางเฟสขาดหายไปเท่านั้น แต่ไม่ครอบคลุมถึงเช่นกรณีฟิวส์ของหม้อแปลงไฟฟ้าขาด
- 4) การทดสอบนี้ไม่รวมถึงมาตรที่ต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัด ภาวะการทดสอบระบุในข้อ ก.1.
- 5) ภาวะการทดสอบระบุในข้อ 8.2.1 ถึงข้อ 8.2.4
- 6) การเหนี่ยวนำแม่เหล็กของดินกำเนิดภายนอก 0.5 mT สร้างโดยกระแสไฟฟ้าที่ความถี่เดียวกันกับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาตรและในภาวะที่ให้ผลเลขที่สุดของเฟสและทิศทางต้องไม่ก่อให้เกิดการแปรผันของค่าผิดพลาดของมาตรเป็นร้อยละ เกินกว่าค่าที่แสดงในตาราง
 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กต้องได้จากการวางมาตรตรงตำแหน่งกึ่งกลางของขดลวดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1 m ที่มีพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสและความหนาในแนวรัศมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดและมีค่าความเหนี่ยวนำเท่ากับ 400 At (ampere-turn)
- 7) อุปกรณ์ประกอบที่อยู่ภายในกล่องมาตรได้รับการป้องกันพลังงานเป็นระยะ เช่น แม่เหล็กไฟฟ้าของตัวบันทึกพหุอัตรา
 การต่อไปยังอุปกรณ์ช่วยใด ๆ ถ้าเป็นไปได้ควรทำเครื่องหมายแสดงวิธีการต่อที่ถูกต้องไว้ด้วย และหากการต่อทำได้โดยใช้เต้าเสียบและเต้ารับขั้วต่อเหล่านี้ไม่ควรกลับขั้วได้
 กรณีที่ไม่ได้ทำเครื่องหมายแสดงวิธีการต่อที่ถูกต้องไว้หรือขั้วต่อเป็นแบบกลับขั้วได้ การแปรผันของค่าผิดพลาดเมื่อทดสอบมาตรโดยการต่อที่ให้ผลเลขที่สุดต้องไม่เกินค่าที่แสดงไว้ในตาราง
- 8) ค่ากระแสทดสอบที่แนะนำกรณีทดสอบอิทธิพลของการแปรผันของแรงดันไฟฟ้า และการแปรผันของความถี่ คือ I_0 สำหรับมาตรแบบต่อตรง และ I_n สำหรับมาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัด
- 9) สัมประสิทธิ์อุณหภูมิเฉลี่ยต้องหาในพิสัยการทำงานทั้งหมด พิสัยอุณหภูมิการทำงานต้องแบ่งเป็นช่วง ๆ ละ 20 K ดังนั้นให้หาค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเฉลี่ยโดยวัดจากกึ่งกลางของพิสัยที่อุณหภูมิสูงกว่า 10 K และต่ำกว่า 10 K ระหว่างการทดสอบไม่ว่ากรณีใด ๆ อุณหภูมิต้องไม่อยู่นอกพิสัยอุณหภูมิการทำงานที่กำหนด
- 10) การทดสอบนี้ใช้เฉพาะสำหรับมาตรต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัด เท่านั้น

การทดสอบการแปรผันที่เกิดจากปริมาณอิทธิพลต้องทดสอบอิสระจากปริมาณอิทธิพลอื่น ๆ ทั้งหมดที่ภาวะอ้างอิง (ตามตารางที่ 11)

8.2.1 การทดสอบความแม่นยำในกรณีที่มีฮาร์มอนิก

ภาวะการทดสอบ :

- กระแสไฟฟ้าที่ความถี่หลักมูล $I_1 = 0.5 I_{\max}$
- แรงดันไฟฟ้าที่ความถี่หลักมูล $U_1 = U_n$
- ตัวประกอบกำลังที่ความถี่หลักมูลเท่ากับ 1
- ค่าแรงดันไฟฟ้าฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 $U_5 = 10\%$ ของ U_n
- ค่ากระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 $I_5 = 40\%$ ของกระแสไฟฟ้าหลักมูล
- ตัวประกอบกำลังฮาร์มอนิกเท่ากับ 1
- ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่หลักมูลและแรงดันไฟฟ้าฮาร์มอนิกต้องมีเฟสตรงกันที่ตำแหน่งจุดตัดศูนย์ขาขึ้น (positive zero crossing)

กำลังไฟฟ้าฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 คือ $P_5 = 0.1 U_1 \times 0.4 I_1 = 0.04 P_1$ หรือกำลังไฟฟ้าใช้งานทั้งหมด $= 1.04 P_1$ (ความถี่หลักมูลรวมกับฮาร์มอนิกทุกตัว)

8.2.2 การทดสอบอิทธิพลของฮาร์มอนิกที่ และ ฮาร์มอนิกย่อย

การทดสอบอิทธิพลของฮาร์มอนิกที่ และ ฮาร์มอนิกย่อย ต้องทดสอบตามวงจรดังแสดงในรูปที่ ก.4 หรือใช้เครื่องมืออื่นที่สร้างรูปคลื่นตามข้อกำหนด และรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้าแสดง ตามรูปที่ ก.5 และ รูปที่ ก.7 ตามลำดับ

การแปรผันของค่าผิดพลาด เป็นร้อยละเมื่อทดสอบมาตรฐานที่มีรูปคลื่นแสดงตามรูปที่ ก.5 และ รูปที่ ก.7 และเมื่อทดสอบด้วยสัญญาณอ้างอิง ต้องไม่เกินขีดจำกัดการแปรผัน ตามตารางที่ 8

หมายเหตุ ค่าที่แสดงไว้ในรูปใช้กับสัญญาณความถี่ 50 Hz เท่านั้น สำหรับสัญญาณความถี่อื่น ๆ ค่าที่แสดงต้องปรับตาม

8.2.3 การทดสอบอิทธิพลของไฟฟ้ากระแสตรง (d.c.) และฮาร์มอนิกคู่

การทดสอบอิทธิพลของไฟฟ้ากระแสตรง และฮาร์มอนิกคู่ ให้เป็นไปตามวงจรดังแสดงในรูปที่ ก.1 หรือ ใช้เครื่องมืออื่นที่สร้างรูปคลื่นตามข้อกำหนด และรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้าแสดง ตามรูปที่ ก.2

การแปรผันของค่าผิดพลาด เป็นร้อยละเมื่อทดสอบมาตรฐานที่มีรูปคลื่นแสดงตาม รูปที่ ก.2 และเมื่อทดสอบด้วยสัญญาณอ้างอิง ต้องไม่เกินขีดจำกัดการแปรผัน ตามตารางที่ 8

หมายเหตุ ค่าที่แสดงไว้ในรูปใช้กับสัญญาณความถี่ 50 Hz เท่านั้น สำหรับสัญญาณความถี่อื่นค่าที่แสดงต้องปรับตาม

8.2.4 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กอย่างต่อเนื่องของแหล่งกำเนิดภายนอก

การเหนี่ยวนำแม่เหล็กอย่างต่อเนื่องอาจทำได้โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า ตามภาคผนวก ข. ที่ป้อนด้วยกระแสไฟฟ้ากระแสตรง สนามแม่เหล็กนี้ต้องครอบคลุมพื้นที่ผิวส่วนที่แต่ละต้องถึงได้ทั้งหมดของมาตร เมื่อติดตั้งมาตรตามการใช้งานปกติ ค่าของแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่ป้อนต้องเท่ากับ 1 000 At

8.3 การทดสอบของภาวะเริ่มต้นทำงานและภาวะไม่มีโหลด

สำหรับการทดสอบเหล่านี้ ภาวะและค่าต่าง ๆ ของปริมาณอิทธิพล ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในข้อ 8.5 ยกเว้นจะมีการระบุเป็นอย่างอื่นไว้ดังต่อไปนี้

8.3.1 การเริ่มต้นทำงานของมาตร

มาตรต้องสามารถทำงานภายใน 5 s หลังจากป้อนแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงให้กับขั้วต่อสายของมาตร

8.3.2 การทดสอบภาวะไม่มีโหลด

เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าโดยไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์แสดงผลการทดสอบของมาตรต้องไม่ส่งสัญญาณออกมาเกินกว่า 1 พัลส์

การทดสอบนี้ ต้องเปิดวงจรกระแสไฟฟ้าไว้และทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าขนาด 115% ของแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงให้กับวงจรแรงดันไฟฟ้า

ระยะเวลาทดสอบต่ำสุด Δt เป็น min ต้องเป็นดังนี้

$$\Delta t \geq \frac{600 \times 10^6}{k m U_n I_{max}} \quad \text{สำหรับมาตรชั้น 1}$$

$$\Delta t \geq \frac{480 \times 10^6}{k m U_n I_{max}} \quad \text{สำหรับมาตรชั้น 2}$$

เมื่อ

k คือ จำนวนพัลส์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ที่ส่งโดยอุปกรณ์แสดงผลของมาตร

m คือ จำนวนของส่วนวัด

U_n คือ แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง เป็น V

I_{max} คือ กระแสไฟฟ้าสูงสุด เป็น A

หมายเหตุ มาตรแบบต่อผ่านหม้อแปลงเครื่องวัดที่มีตัวบันทึกปฐมภูมิ หรือตัวบันทึกกึ่งปฐมภูมิ (half-primary register) ค่าคงที่ k ต้องสอดคล้องกับค่าทุติยภูมิ (แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า)

8.3.3 การเริ่มต้นทำงาน

มาตรต้องเริ่มต้นทำงาน และบันทึกต่อเนื่องที่ค่ากระแสไฟฟ้าเริ่มต้น (และในกรณีที่เป็นมาตรหลายเฟส โหลดต้องสมดุล) ตามตารางที่ 9

ถ้ามาตรออกแบบไว้สำหรับวัดค่าพลังงานทั้งสองทิศทาง ต้องทดสอบในแต่ละทิศทางการไหลของพลังงาน

ตารางที่ 9 กระแสไฟฟ้าเริ่มต้นทำงาน

(ข้อ 8.3.3)

มาตร	มาตร		ตัวประกอบกำลัง
	ชั้น 1	ชั้น 2	
แบบต่อตรง	$0.004 I_b$	$0.005 I_b$	1
แบบต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า	$0.002 I_n$	$0.003 I_n$	1

8.4 ค่าคงตัวมาตร

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่แสดงด้วยอุปกรณ์แสดงผลการทดสอบกับค่าที่แสดงด้วยตัวชี้บอก ต้องเป็นไปตามที่แสดงบนแผ่นป้าย

8.5 ภาวะทดสอบความแม่นยำ

การทดสอบความแม่นยำตามข้อกำหนด ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขการทดสอบ ดังต่อไปนี้

- ก) ต้องทดสอบมาตรที่อยู่ในกล่องและปิดฝาครอบ ทุกส่วนที่มีเจตนาให้ต่อลงดินต้องต่อลงดิน
- ข) ก่อนทดสอบ ต้องป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับวงจร เป็นเวลาเพียงพอที่ทำให้วงจรมีเสถียรภาพทางความร้อน
- ค) เงื่อนไขเพิ่มเติม สำหรับมาตรหลายเฟส
 - ลำดับเฟสต้องเป็นไปตามที่ทำเครื่องหมายไว้บนแผนภาพการต่อวงจร
 - แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต้องสมดุล (ดู ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 สมดุลของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

(ข้อ 8.5 ค)

มาตรหลายเฟส	มาตร	
	ชั้น 1	ชั้น 2
แต่ละแรงดันไฟฟ้า ระหว่างเฟสกับสายเป็นกลาง และระหว่างเฟส 2 เฟสใด ๆ ต้องไม่แตกต่างจากแรงดันไฟฟ้าที่สมมุติเฉลี่ยมากกว่า	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$
แต่ละกระแสไฟฟ้าในตัวนำต้องไม่แตกต่างจากกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า	$\pm 2 \%$	$\pm 2 \%$
การกระจัดเฟสของแต่ละกระแสไฟฟ้าเหล่านี้ จากแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสกับสายเป็นกลางที่ สมมุติ (โดยไม่คำนึงถึงมุมเฟส) ต้องไม่แตกต่างกันมากกว่า	2°	2°

- ง) ภาวะอ้างอิงให้เป็นไปตามตารางที่ 11
- จ) สถานที่ทดสอบที่กำหนดให้ดูในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 11 ภาวะอ้างอิง

(ข้อ 8.5 ง)

ปริมาณอิทธิพล	ค่าอ้างอิง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ สำหรับมาตร	
		ชั้น 1	ชั้น 2
อุณหภูมิโดยรอบ	อุณหภูมิอ้างอิง หรือถ้าไม่ระบุให้ใช้ค่า 23°C ¹⁾	$\pm 2^\circ\text{C}$	$\pm 2^\circ\text{C}$
แรงดันไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง	$\pm 1.0 \%$	$\pm 1.0 \%$
ความถี่	ความถี่อ้างอิง	$\pm 0.3 \%$	$\pm 0.5 \%$
ลำดับเฟส	L1—L2—L3	—	—
แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล	ทุกเฟสที่ต่อ	—	—
รูปคลื่น (ไฟฟ้ากระแสตรง ฮาร์มอนิกคู่ ฮาร์มอนิกคี่ และ ฮาร์มอนิกย่อย)	แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า คลื่นรูปไซน์	ตัวประกอบความเพี้ยนน้อยกว่า	
		2 %	3 %
การเหนี่ยวนำแม่เหล็กอย่าง ต่อเนื่องของแหล่งกำเนิดภายนอก)	เท่ากับ 0	—	—

ตารางที่ 11 ภาวะอ้างอิง (ต่อ)

(ข้อ 8.5 ง)

ปริมาณอิทธิพล	ค่าอ้างอิง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้ สำหรับมาตร	
		ชั้น 1	ชั้น 2
การเหนี่ยวนำแม่เหล็กของ แหล่งกำเนิดภายนอกที่ความถี่ อ้างอิง	การเหนี่ยวนำแม่เหล็กเท่ากับ 0	ค่าการเหนี่ยวนำซึ่งก่อให้เกิดการแปรผันของ ค่าผิดพลาดไม่เกิน	
		$\pm 0.2 \%$	$\pm 0.3 \%$
		แต่ในทุกกรณีควรน้อยกว่า $0.05 \text{ mT}^{2)}$	
สนามแม่เหล็กไฟฟ้าย่าน ความถี่วิทยุ (30 kHz ถึง 2 GHz)	เท่ากับ 0	$< 1 \text{ V/m}$	$< 1 \text{ V/m}$
การทำงานของอุปกรณ์ ประกอบ	ไม่มีการทำงานของอุปกรณ์ประกอบ	—	—
การรบกวนที่นำตามสาย ซึ่ง เหนี่ยวนำโดยคลื่น สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ วิทยุ (150 kHz ถึง 80 MHz)	เท่ากับ 0	$< 1 \text{ V}$	$< 1 \text{ V}$
¹⁾ ถ้าการทดสอบทำที่อุณหภูมิอื่นนอกเหนือจากอุณหภูมิอ้างอิง รวมทั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้ ผลการทดสอบต้องได้รับการแก้ไขให้ถูกต้องโดยการใช้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่เหมาะสมของมาตร ²⁾ การทดสอบประกอบด้วย ก) มาตรเฟสเดียว ครั้งแรกหาค่าผิดพลาดโดยให้มาตรต่อเข้ากับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าประธาน ตามปกติ หลังจากนั้นหาค่าผิดพลาดหลังจากกลับขั้วการต่อวงจรกระแสไฟฟ้าและวงจรแรงดันไฟฟ้า ครั้งหนึ่งของความแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดทั้งสองคือค่าของการแปรผันของค่าผิดพลาด เนื่องจากการไม่ทราบเฟสของสนามภายนอกจึงต้องทดสอบที่ $0.1 I_b$ หรือ $0.05 I_n$ เมื่อตัวประกอบกำลังเป็น 1 และ $0.2 I_b$ หรือ $0.1 I_n$ เมื่อตัวประกอบกำลังเป็น 0.5 ข) มาตรสามเฟส ให้วัด 3 ครั้งที่ $0.1 I_b$ หรือ $0.05 I_n$ เมื่อตัวประกอบกำลังเป็น 1 และหลังจากเปลี่ยนการต่อวงจรกระแสไฟฟ้าและวงจรแรงดันไฟฟ้าไป 120 องศา ในขณะที่ลำดับเฟสไม่เปลี่ยน ความแตกต่างสูงสุดระหว่างค่าผิดพลาดแต่ละค่าที่หาได้กับค่าเฉลี่ยของค่าเหล่านี้คือ ค่าการแปรผันของค่าผิดพลาด			

8.6 การตีความผลการทดสอบ

ผลทดสอบบางรายการอาจมีค่านอกขีดจำกัดที่ระบุไว้ในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 เนื่องจากความไม่แน่นอนของการวัดและพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการวัด อย่างไรก็ตามถ้าเลื่อนเส้นศูนย์ให้ขนานกับเส้นศูนย์เดิมออกไปไม่เกินระยะกระจัดที่ยอมรับได้ในตารางที่ 12 แล้ว ผลการทดสอบทั้งหมดยังอยู่ภายในขีดจำกัดที่ระบุไว้ในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 มาตรฐานนั้นถือว่ายอมรับได้

ตารางที่ 12 การตีความผลการทดสอบ

(ข้อ 8.6)

	มาตร	
	ชั้น 1	ชั้น 2
การกระจัดที่ยอมรับได้ของเส้นศูนย์ (%)	0.5	1.0

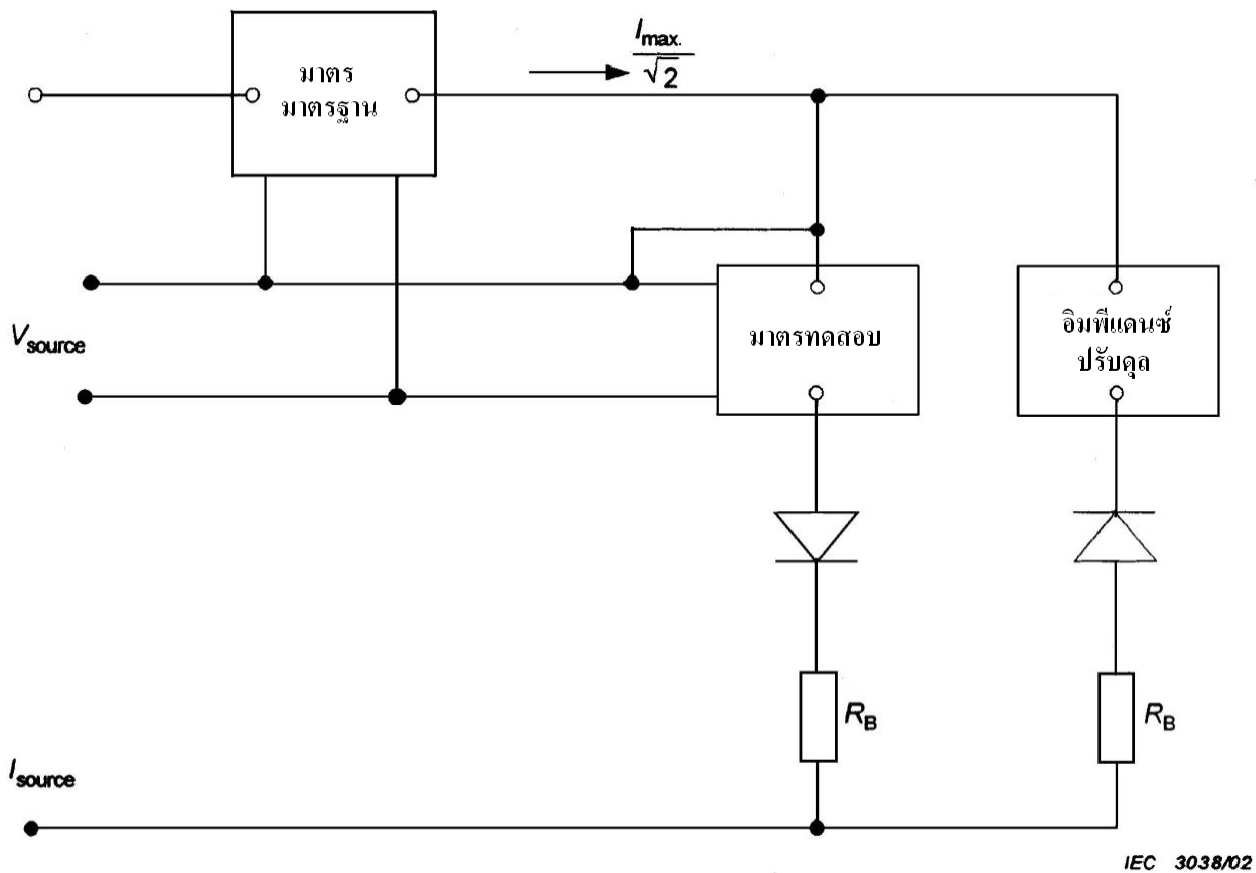
ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

แผนภาพวงจรทดสอบสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ฮาร์โมนิกคู่ ฮาร์โมนิกคี่ และฮาร์โมนิกย่อย

หมายเหตุ ค่าที่ให้ในรูปที่ ก. 2 รูปที่ ก.3 และรูปที่ ก. 5 ถึงรูปที่ ก.8 ใช้สำหรับความถี่ 50 Hz เท่านั้น สำหรับความถี่อื่น ๆ ต้องปรับค่าให้สอดคล้องตามความถี่ที่เปลี่ยนไป

ก.1 การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (ไฟฟ้ากระแสตรง และฮาร์โมนิกคู่)



หมายเหตุ 1 อิมพีแดนซ์ปรับค่าต้องมีค่าเท่ากับอิมพีแดนซ์ของมาตรทดสอบ (Equipment Under Test ,EUT) เพื่อให้การวัดมีความแม่นยำ

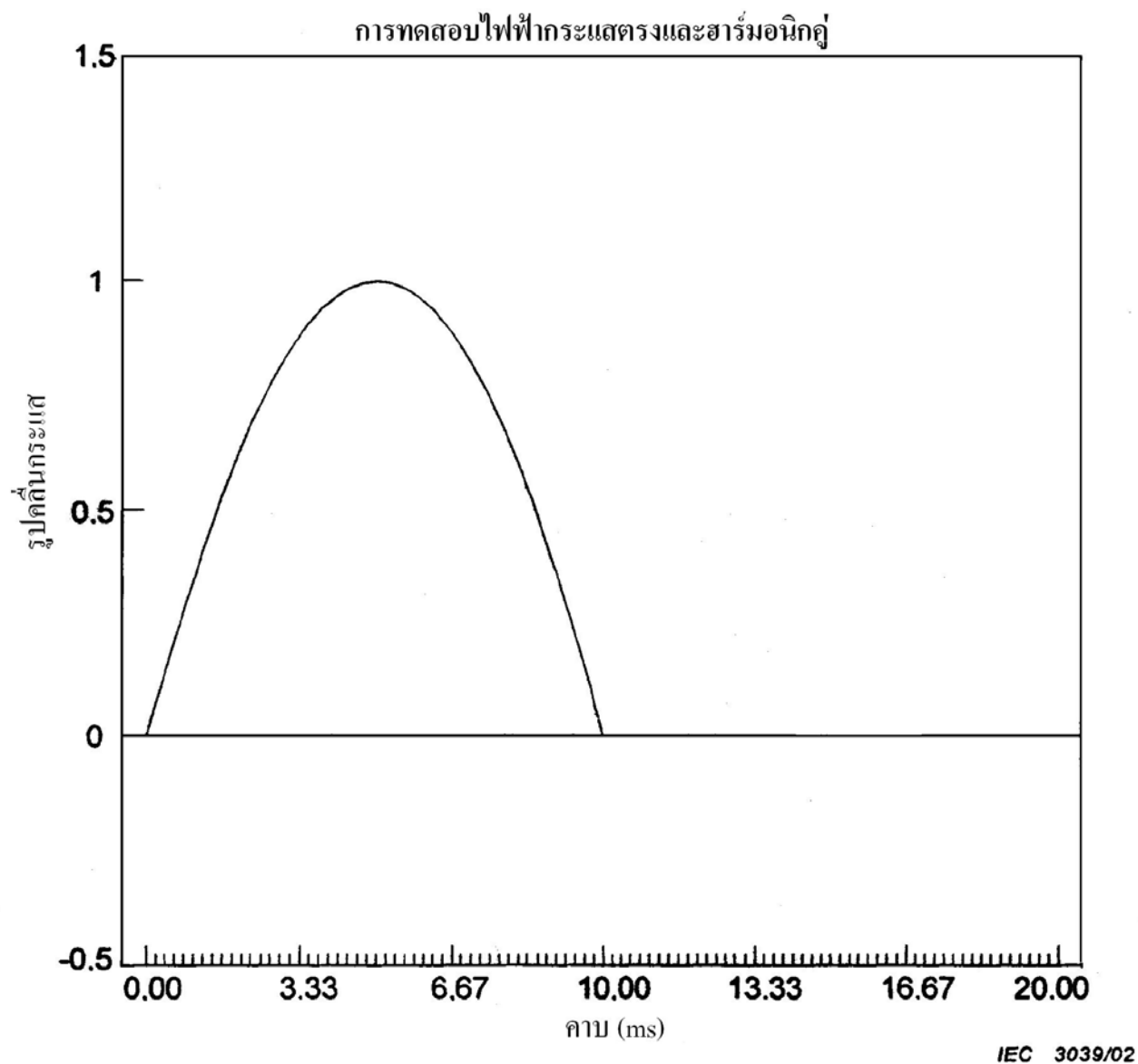
หมายเหตุ 2 อิมพีแดนซ์ปรับค่า ที่สะดวกที่สุด คือมาตรฐานเดียวกันกับมาตรทดสอบ

หมายเหตุ 3 ไดโอดเรียงกระแส ต้องเป็นชนิดเดียวกัน

หมายเหตุ 4 เพื่อปรับปรุงภาวะปรับค่า ให้ต่อตัวต้านทานเพิ่มเติม (R_B) เข้าที่ทั้งสองส่วน ค่าความต้านทานควรมีค่าประมาณ 10 เท่าของค่าความต้านทานขาเข้าของมาตรทดสอบ

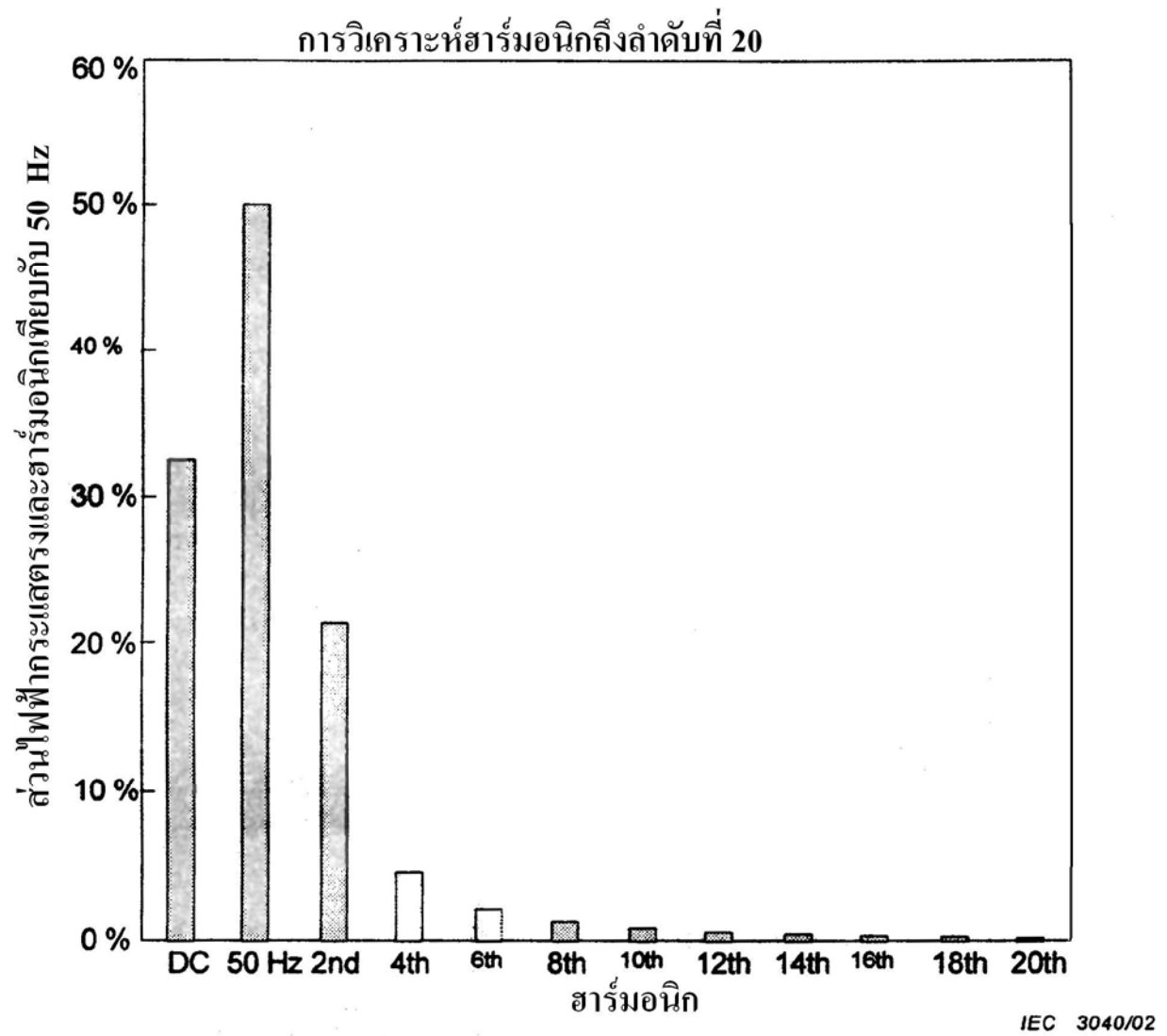
รูปที่ ก.1 แผนภาพวงจรทดสอบสำหรับการเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

(ข้อ 8.2.3)



รูปที่ ก.2 รูปคลื่นเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

(ข้อ 8.2.3)

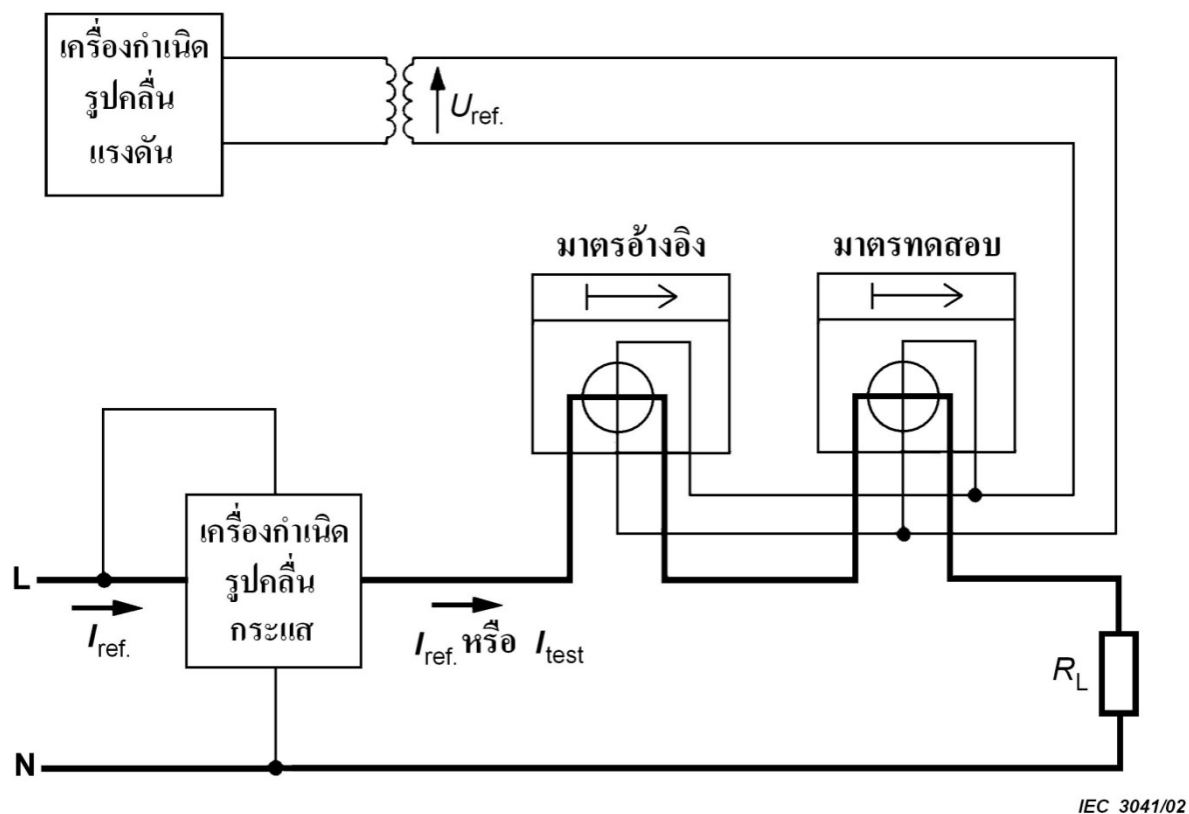


รูปที่ ก.3 ตัวอย่างการกระจายฮาร์มอนิกของสัญญาณครึ่งคลื่น

(การวิเคราะห์ฟูเรียร์ที่ไม่สมบูรณ์)

(ข้อ 8.2.3)

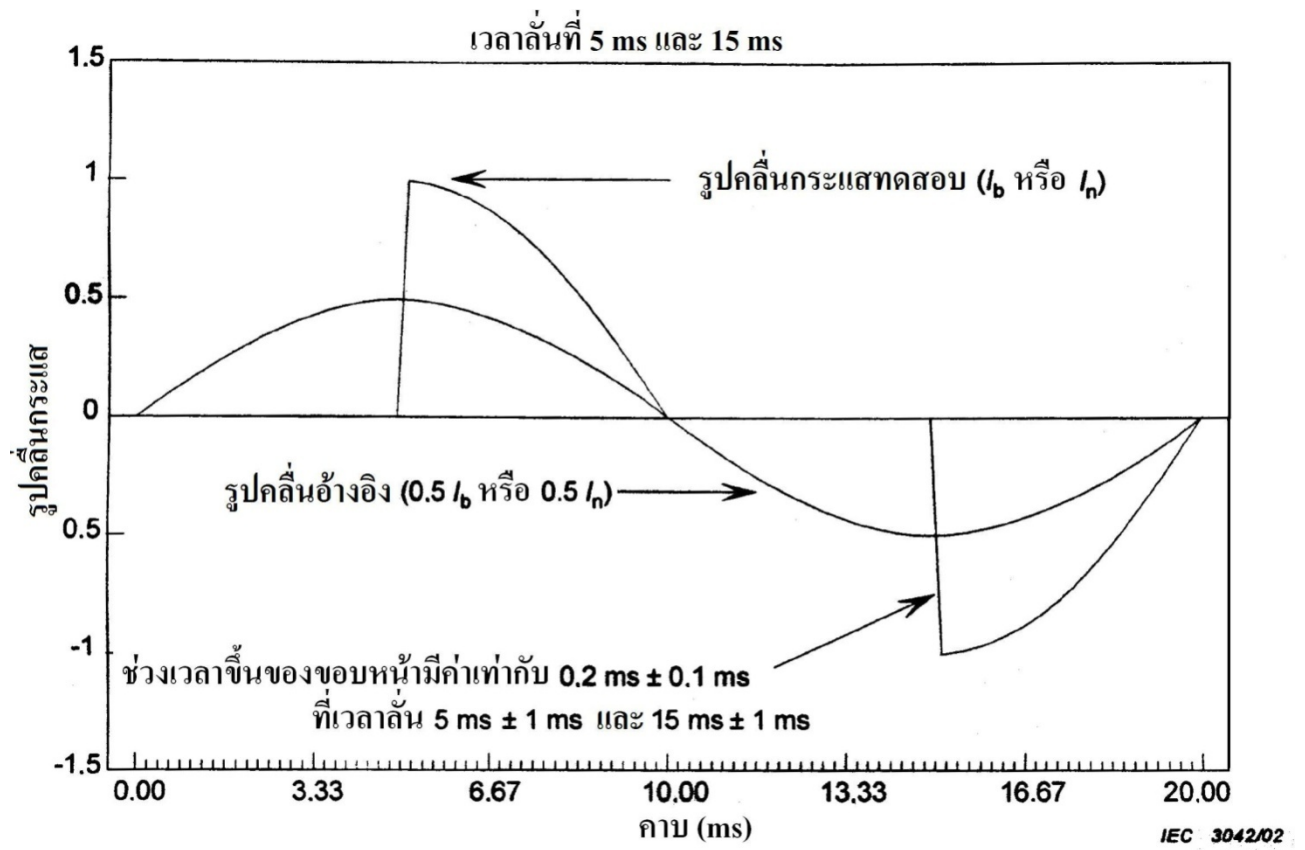
ก.2 การควบคุมมุมเฟส (ฮาร์โมนิก)



หมายเหตุ มาตรอ้างอิงต้องใช้วัดค่าผลรวมพลังงานไฟฟ้าใช้งานทั้งหมด (ความถี่หลักมูลรวมกับฮาร์โมนิกทุกตัว) ที่มีฮาร์โมนิก

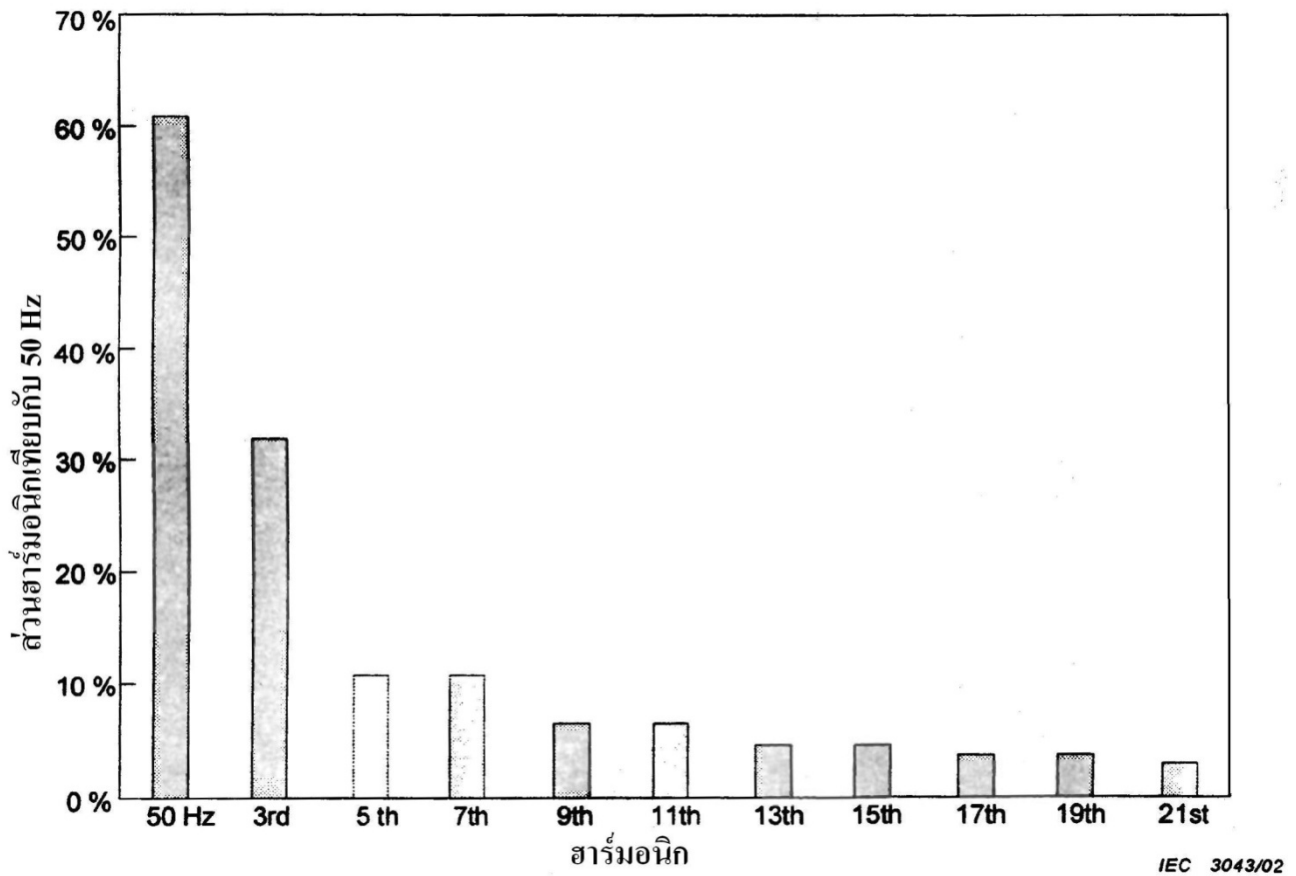
รูปที่ ก. 4 แผนภาพวงจรทดสอบ (ข้อแนะนำ)

(ข้อ 8.2.2)



รูปที่ ก.5 รูปคลื่นล้นตามเฟส (phase fired)

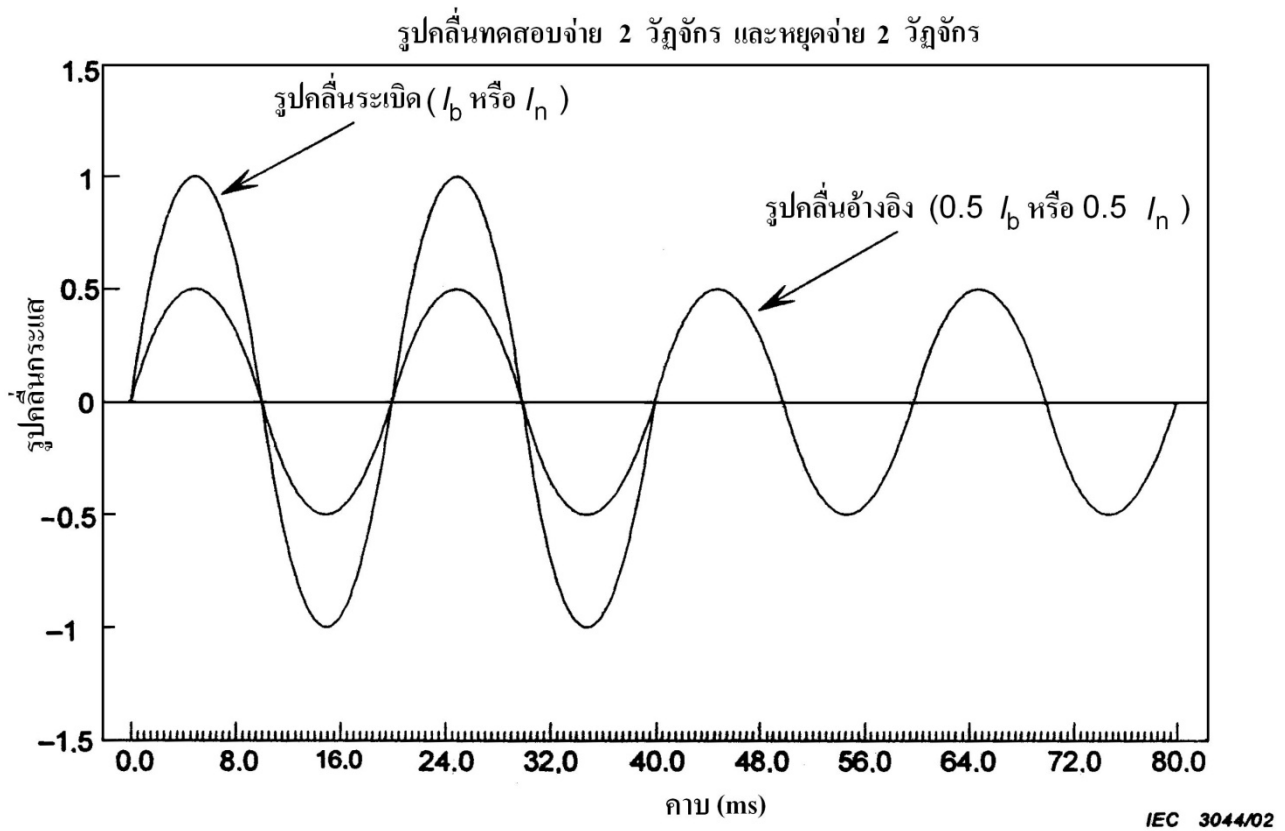
(ข้อ 8.2.2)



รูปที่ ก.6 ตัวอย่างการกระจายฮาร์โมนิกของรูปคลื่นตามเฟส
(การวิเคราะห์ฟูเรียร์ที่ไม่สมบูรณ์)
(ข้อ 8.2.2)

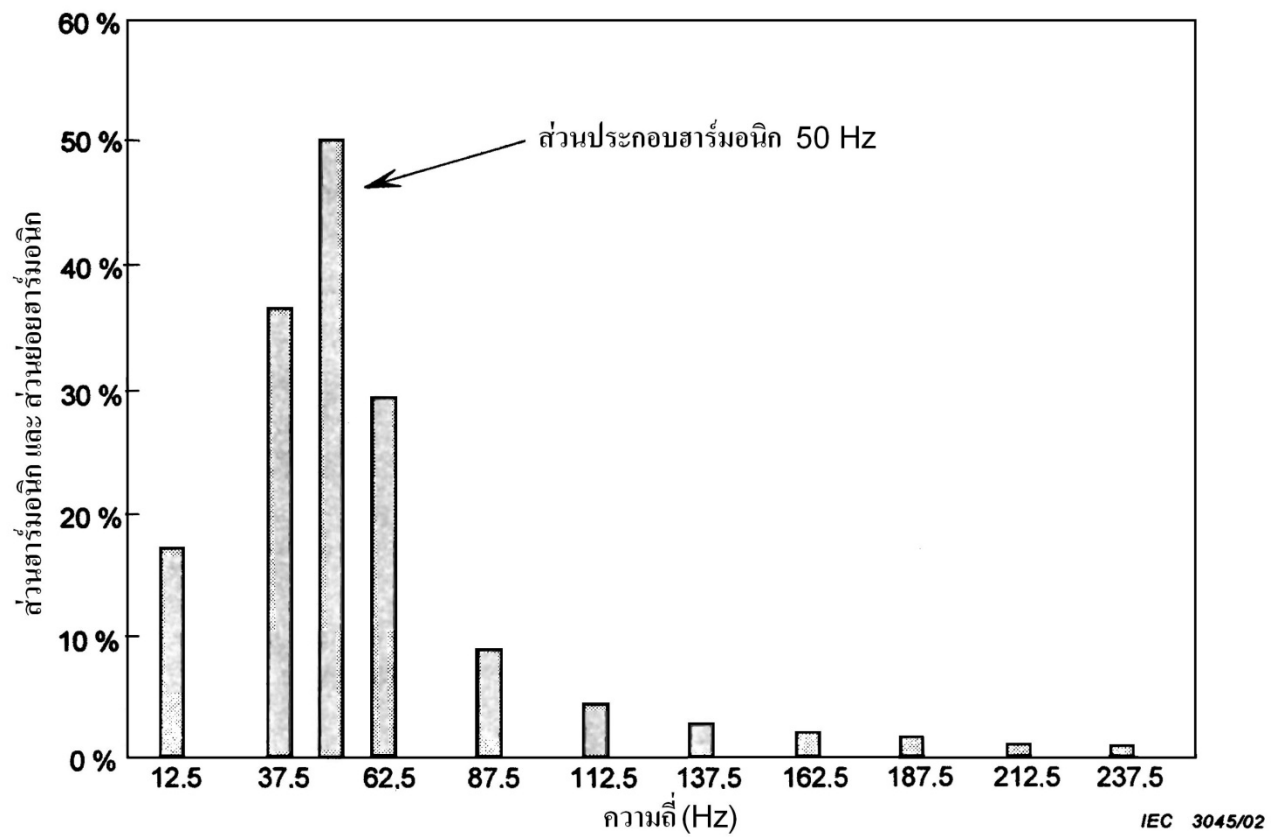
ก.3 การควบคุมการระเบิด (ฮาร์โมนิกย่อย)

แผนภาพวงจรทดสอบ ตามรูปที่ ก. 4



รูปที่ ก.7 รูปคลื่นระเบิด

(ข้อ 8.2.2)



รูปที่ ก.8 ตัวอย่างการกระจายฮาร์โมนิก

(การวิเคราะห์ฟูเรียร์ที่ไม่สมบูรณ์)

(ข้อ 8.2.2)

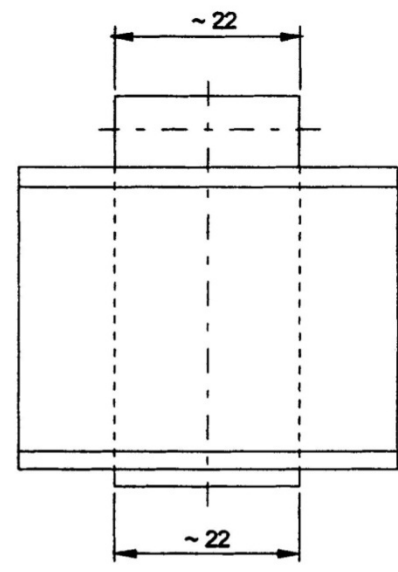
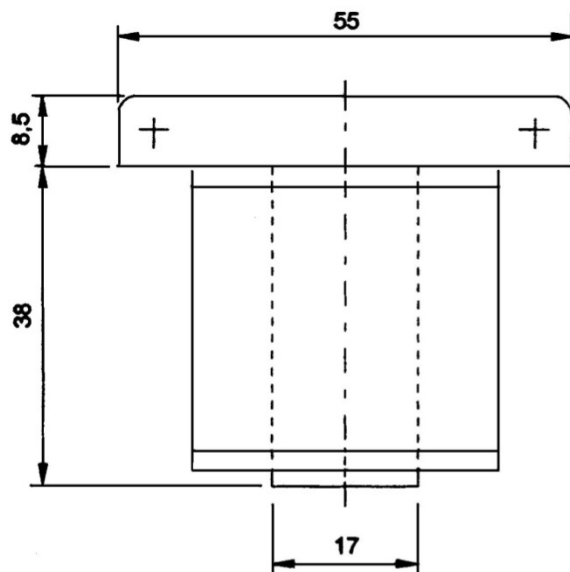
ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

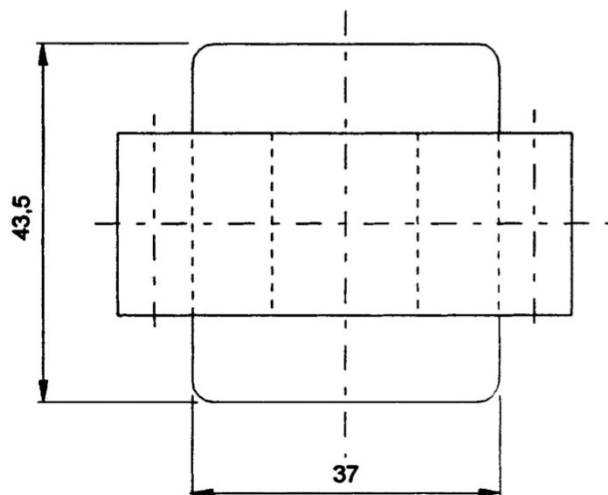
แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการทดสอบอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก

(ข้อ 8.2.4)

มาตราส่วน 1:1 (หน่วยเป็น mm)



มาตรทดสอบ



ตัวอย่างของขดลวด:
 500 รอบ $\varnothing 0,6 \text{ mm}/0,28 \text{ mm}^2$
 หรือ
 1 000 รอบ $\varnothing 0,4 \text{ mm}/0,126 \text{ mm}^2$

แผ่นแกนเหล็ก (core lamination) 1.0 W/kg

IEC 3046/02

รูปที่ ข.1 แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการทดสอบอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก

ภาคผนวก ก.

ห้องปฏิบัติการ

(ข้อ 8.5 จ)

ห้องปฏิบัติการทั้งหมดสำหรับการทดสอบมาตรฐานพลังงานไฟฟ้าต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอในการทำการทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ต้องการ
ห้องสำหรับใช้เป็นห้องปฏิบัติการต้องเป็นดังนี้

- ขนาดใหญ่เพียงพอ
 - สะอาด
 - แห้ง
 - ปราศจากฝุ่น
 - ปราศจากการสั่นสะเทือน
 - แสงสว่างเพียงพอ
 - มีการป้องกันการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์
-