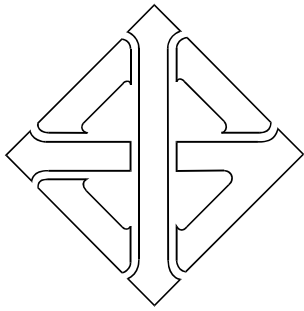




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1449 - 2553

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-3 ขีดจำกัด – ขีดจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

PART 3-3 : LIMITS – LIMITATION OF VOLTAGE CHANGES, VOLTAGE FLUCTUATIONS AND FLICKER IN PUBLIC LOW- VOLTAGE SUPPLY SYSTEMS, FOR EQUIPMENT WITH RATED CURRENT ≤ 16 A PER PHASE AND NOT SUBJECT TO CONDITIONAL CONNECTION

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 33.100.10

ISBN 978-616-231-450-6

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-3 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การ
กระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า
แรงดันต่ำสาธารณะ สำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16
แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับการต่อแบบมีเงื่อนไข

มอก. 1449 -2553

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 129 ตอนพิเศษ 146ง
วันที่ 21 กันยายน พุทธศักราช 2555

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 890
มาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

ประธานกรรมการ

รศ. วีระเชษฐ์ ชันเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรรมการ

นายเสน่ห์ สายวงศ์

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

นายชุมพร เครือขวัญ

กรมประชาสัมพันธ์

นายจักรพันธ์ แซ่ลี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายกมล เอื้อชินกุล

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

นายมนตรี นันทานุรักษ์

การไฟฟ้านครหลวง

นายธงชัย นิวิฐจรรยงค์

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

นายวิชัย ดีเจริญกุล

บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

นายสมนึก ชินวานิชย์เจริญ

บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

นายธีรศักดิ์ อนันตกุล

บริษัท ซินคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

นายอานวย เสนีตันติกุล

บริษัท สามารถคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

นายภูดิท สุรติรางคกุล

บริษัท วิद्यุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

รศ. สันติ อัสวศรีพงษ์ธร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นายทศพร อุดมสินศิริกุล

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

นายคเชนทร์ ประสาน

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

นายสุเมธ อักษรกิตติ์

บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นายสุรยุทธ บุญมาทัต

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3 ชีดจำกัด ส่วนที่ 3 ชีดจำกัดของการกระเพื่อมและการเปลี่ยนแปลงไปมาของแรงดันไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ ประกาศใช้เป็นครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.1449-2540 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 115 ตอนที่ 31 ง วันที่ 16 เมษายน พุทธศักราช 2541 ต่อมาได้มีการแก้ไขอีกครั้งเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.1449-2552 โดยใช้ชื่อเดิม บัดนี้คณะกรรมการวิชาการได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 3 เพื่อให้ทันสมัย สอดคล้องกับเอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด โดยใช้ชื่อว่า มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-3 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า และการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ สำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับการต่อแบบมีเงื่อนไข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 61000-3-3(2008)	Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-3: Limits-Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection
---------------------	--



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4434 (พ.ศ. 2555)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3 ซีตจำกัด ส่วนที่ 3 ซีตจำกัดของการกระเพื่อมและเปลี่ยนแปลงไปมาของแรงดันไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-3 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ สำหรับบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับการต่อแบบมีเงื่อนไข

โดยที่เห็นเป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3 ซีตจำกัด ส่วนที่ 3 ซีตจำกัดของการกระเพื่อมและเปลี่ยนแปลงไปมาของแรงดันไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ มาตรฐานเลขที่ มอก.1449-2552

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4070 (พ.ศ. 2552) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3 ซีตจำกัด ส่วนที่ 3 ซีตจำกัดของการกระเพื่อมและเปลี่ยนแปลงไปมาของแรงดันไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ ลงวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2552 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-3 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ สำหรับบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับการต่อแบบมีเงื่อนไข มาตรฐานเลขที่ มอก.1449-2553 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 270 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2555

พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-3 ชีตจำกัด - ชีตจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ สำหรับบริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เกี่ยวข้องกับชีตจำกัดของการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ที่มีผลต่อระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ

มาตรฐานระบุชีตจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าซึ่งอาจถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทที่ถูกทดสอบภายใต้ภาวะที่ระบุ และให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับวิธีประเมิน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้ได้กับบริษัทไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าเท่ากับหรือน้อยกว่า 16 แอมแปร์ต่อเฟส และตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 220 กับ 250 โวลต์ ระหว่างสายมีไฟกับสายเป็นกลาง ที่ 50 เฮิร์ตซ์ และไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

บริษัทที่ไม่เป็นไปตามชีตจำกัดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เมื่อทดสอบด้วยอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} เท่ากับ 6.4 ดังนั้นจึงไม่สามารถอ้างว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ได้ อาจถูกทดสอบซ้ำหรือประเมินเพื่อแสดงการเป็นไปตาม มอก.2484 ซึ่งใช้ได้กับบริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าที่กำหนดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 75 แอมแปร์ต่อเฟส และขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้คือการทดสอบเฉพาะแบบ ภาวะการทดสอบสำหรับบริษัทเฉพาะให้ไว้ในภาคผนวก ก. และวงจรทดสอบแสดงในรูปที่ 1

หมายเหตุ ชีตจำกัดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรุนแรงของการกะพริบที่รับรู้ได้ ซึ่งเกิดจากอุปกรณ์ให้แสงจากหลอดไส้เป็นชนิด 230V/60W โดยการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าจ่าย สำหรับระบบที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุน้อยกว่า 220 โวลต์ ระหว่างสายกับสายเป็นกลาง และ/หรือ ความถี่ 60 เฮิร์ตซ์ ชีตจำกัดและค่าวงจรอ้างอิงอยู่ในระหว่างการพิจารณา

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้มีข้อกำหนดซึ่งตลอดการอ้างอิงในเนื้อหา จะประกอบกันขึ้นเป็นข้อกำหนดของมาตรฐานเล่มนี้ ณ เวลาที่พิมพ์เผยแพร่ ฉบับที่ระบุไว้จะมีผลใช้ได้ เอกสารอ้างอิงทั้งหมดอาจมีการทบทวน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการนำมาตรฐานนี้ไปใช้ต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ในการที่จะใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด สมาชิกของ IEC และ ISO จะรักษาทะเบียนของมาตรฐานระหว่างประเทศที่ยังใช้อยู่ในปัจจุบัน

IEC 60050(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60725, *Consideration of reference impedances and public supply impedances for use in determining the disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current ≤ 75 A per phase*

IEC 60974-1, *Arc welding equipment-Part 1: Welding power sources*

มอก.1448 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-2 ขีดจำกัด - ขีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสดรอนิก (กระแสไฟฟ้าเข้าของบริภัณฑ์ ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส)

มอก.1450 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3 ขีดจำกัด - ส่วนที่ 5: ขีดจำกัดสำหรับการกระเพื่อมและการกะพริบของแรงดันไฟฟ้าในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำ สำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์

มอก. 2484 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-11: ขีดจำกัด - ขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า และการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ - บริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 75 แอมแปร์ และขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

3.1 รูปร่างแรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (r.m.s. voltage shape, $U(t)$) หมายถึง ฟังก์ชันเวลาของแรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่ประเมินค่าในลักษณะค่าเดียวสำหรับครึ่งคาบที่ติดต่อกันแต่ละอัน ระหว่างจุดผ่านศูนย์ของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย (ดูรูปที่ 2)

3.2 ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า (voltage change characteristic, $\Delta U(t)$) หมายถึง ฟังก์ชันเวลาของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ย ประเมินค่าในลักษณะค่าเดียวสำหรับครึ่งคาบที่ติดต่อกันแต่ละอัน ระหว่างช่วงเวลาซึ่งแรงดันไฟฟ้าอยู่ในภาวะอยู่ตัวเป็นเวลายาวอย่างน้อย 1 วินาที (ดูรูปที่ 2)

หมายเหตุ เนื่องจากลักษณะสมบัตินี้ใช้เฉพาะสำหรับการประเมินที่ใช้การคำนวณ แรงดันไฟฟ้าในภาวะอยู่ตัวถูกสมมุติให้คงที่ภายในความแม่นยำของการวัด (ดูข้อ 6.2)

3.3 ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (maximum voltage change characteristic, $\Delta U_{\max}$) หมายถึง ความแตกต่างระหว่างค่ารากกำลังสองเฉลี่ยสูงสุดกับต่ำสุดของลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า (ดูรูปที่ 2)

3.4 การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอยู่ตัว (steady-state voltage change, ΔU_c) หมายถึง ความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าอยู่ตัว 2 ค่าที่ประชิดกัน โดยแยกออกจากกันอย่างน้อยด้วยลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าหนึ่ง (ดูรูปที่ 2)

หมายเหตุ บทนิยามข้อ 3.2 ถึงข้อ 3.4 สัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าสัมบูรณ์เฟสถึงสายเป็นกลาง อัตราส่วนของขนาดต่างๆเหล่านี้ต่อค่าเฟสถึงสายเป็นกลางของแรงดันไฟฟ้าระบบ (U_n) ของโครงข่ายอ้างอิงในรูปที่ 1 ถูกเรียก:

- ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์ : $d(t)$ (บทนิยามข้อ 3.2)

- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์สูงสุด : $d_{\max}$ (บทนิยามข้อ 3.3)

- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอยู่ตัวสัมพัทธ์ : d_c (บทนิยามข้อ 3.4)

บทนิยามเหล่านี้ถูกอธิบายไว้ในตัวอย่างในรูปที่ 3

3.5 การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า (voltage fluctuation) หมายถึง อนุกรมของการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าค่าแรกกำลังสองเฉลี่ยที่ประเมินในลักษณะค่าเดียวสำหรับครึ่งคาบที่อยู่ติดกันระหว่างจุดผ่านศูนย์ของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย

3.6 การกะพริบ (flicker) หมายถึง การได้รับผลของความไม่คงตัวของความรู้สึกในการมองเห็นที่เหนียวแน่นโดยแสงที่กระตุ้น ซึ่งความส่องสว่างหรือการกระจายทางสเปกตรัมกระเพื่อมไปตามเวลา [IEV 161-08-13]

3.7 ตัวชี้การกะพริบระยะสั้น (short-term flicker indicator, P_{st}) หมายถึง ความรุนแรงการกะพริบที่ประเมินในคาบสั้นๆ (เป็นนาทิจำนวนหนึ่ง) ; $P_{st} = 1$ เป็นขีดเริ่มดั้งเดิมของความไวเกินต่อการกระตุ้น

3.8 ตัวชี้การกะพริบระยะยาว (long-term flicker indicator, P_{lt}) หมายถึง ความรุนแรงการกะพริบที่ประเมินในคาบยาว (2-3 ชั่วโมง) โดยใช้ค่า P_{st} ที่ต่อเนื่องกันมา

3.9 เครื่องวัดการกะพริบ (flickermeter) หมายถึง เครื่องมือที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณใดๆที่แทนการกะพริบ

หมายเหตุ ปกติค่าที่วัดคือ P_{st} และ P_{lt} [IEV 161-08-14]

3.10 เวลาการได้รับผลการกะพริบ (flicker impression time, t_f) หมายถึง ค่าที่มีหน่วยเป็นเวลาซึ่งอธิบายการได้รับผลการกะพริบของลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

3.11 การต่อแบบมีเงื่อนไข (conditional connection) หมายถึง การต่อของบริภัณฑ์ที่ต้องการให้แหล่งจ่ายของผู้ใช้ที่จุดต่อประสานมีอิมพีแดนซ์ต่ำกว่าอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} เพื่อให้สัญญาณปล่อยของบริภัณฑ์เป็นไปตามขีดจำกัดในมาตรฐานนี้

หมายเหตุ การเป็นไปตามขีดจำกัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอาจไม่ใช่เงื่อนไขสำหรับการต่อเท่านั้น ขีดจำกัดสัญญาณปล่อยสำหรับปรากฏการณ์อื่น เช่นฮาร์มอนิก อาจต้องเป็นที่น่าสนใจด้วย

3.12 จุดต่อประสาน (interface point) หมายถึง จุดที่ต่อประสานระหว่างโครงข่ายแหล่งจ่ายสาธารณะกับสิ่งติดตั้งของผู้ใช้

4. การประเมินการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า และการกะพริบ

4.1 การประเมินการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์, “d”

พื้นฐานของการประเมินการกะพริบคือลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วต่อนาทีของบริภัณฑ์ที่ทดสอบ นั่นคือความแตกต่างของ ΔU ของค่าที่ต่อเนื่องกันใดๆของแรงดันไฟฟ้าเฟสถึงสายเป็นกลาง $U(t_1)$ และ $U(t_2)$

$$\Delta U = U(t_1) - U(t_2) \quad (1)$$

ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย $U(t_1)$, $U(t_2)$ ของแรงดันไฟฟ้าต้องวัดหรือคำนวณ เมื่ออนุมานค่ารากกำลังสองเฉลี่ยจากรูปคลื่นออกสซิดโลกราฟิก ต้องคิดรวมความเพี้ยนของรูปคลื่นใดๆที่อาจมีด้วย การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า ΔU เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมอิมพีแดนซ์อ้างอิงเชิงซ้อน Z ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าด้านเข้าหลักมูลเชิงซ้อน ΔI ของบริภัณฑ์ที่ทดสอบ ΔI_p และ ΔI_q เป็นส่วนกัมมันต์และปฏิกัมมันต์ตามลำดับของการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้า ΔI

$$\Delta I = \Delta I_p - j \cdot \Delta I_q = I(t_1) - I(t_2) \quad (2)$$

หมายเหตุ 1 I_q เป็นบวกสำหรับกระแสไฟฟ้าตาม และเป็นลบสำหรับกระแสไฟฟ้านำ

หมายเหตุ 2 ถ้าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของกระแสไฟฟ้า $I(t_1)$ และ $I(t_2)$ น้อยกว่าร้อยละ 10 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยโดยรวมอาจถูกใช้แทนค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าหลักมูล

หมายเหตุ 3 สำหรับบริภัณฑ์เฟสเดียวและบริภัณฑ์สามเฟสสมมาตร การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสามารถประมาณ(หาก X เป็นบวก(เชิงเหนี่ยวนำ)) ได้เป็น

$$\Delta U = |\Delta I_p \cdot R + \Delta I_q \cdot X| \quad (3)$$

เมื่อ

ΔI_p และ ΔI_q เป็นส่วนกัมมันต์และปฏิกัมมันต์ของการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้า ΔI ตามลำดับ

R และ X เป็นส่วนประกอบของอิมพีแดนซ์อ้างอิงเชิงซ้อน Z (ดูรูปที่ 1)

การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์ให้ไว้โดย

$$“d” = \Delta U / U_n \quad (4)$$

4.2 การประเมินค่าการกะพริบระยะสั้น, P_{st}

ค่าการกะพริบระยะสั้น P_{st} กำหนดไว้ใน IEC 61000-4-15

ตารางที่ 1 แสดงวิธีที่เลือกได้สำหรับการประเมิน P_{st} เนื่องจากการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าแบบต่างๆ

ตารางที่ 1 วิธีประเมิน

แบบของการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า	วิธีประเมิน P_{st}
การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด (การประเมินออนไลน์ – on-line evaluation)	การวัดโดยตรง
การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด ในกรณีที่กำหนด $U(t)$	การจำลอง การวัดโดยตรง
ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าตามรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 7 โดยมีอัตราการเกิดน้อยกว่า 1 ครั้งต่อวินาที	วิธีวิเคราะห์ การจำลอง การวัดโดยตรง
การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นมุมฉากที่ระยะเวลาเท่ากัน	ใช้เส้นโค้ง $P_{st} = 1$ ของรูปที่ 4

4.2.1 เครื่องวัดการกะพริบ

การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าทุกแบบอาจถูกประเมินโดยการวัดโดยตรง โดยใช้เครื่องวัดการกะพริบซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดคุณลักษณะที่ให้ไว้ใน IEC 61000-4-15 และต่อในลักษณะที่อธิบายในข้อ 6 ของมาตรฐานนี้ วิธีนี้เป็นวิธีอ้างอิงสำหรับการนำจิตจำกัไปใช้

4.2.2 วิธีจำลอง

ในกรณีที่ทราบลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพันธ์ $d(t)$ สามารถประเมิน P_{st} โดยใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

4.2.3 วิธีวิเคราะห์

สำหรับลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เป็นแบบดังแสดงในรูปที่ 5 รูปที่ 6 และรูปที่ 7 สามารถประเมินค่า P_{st} โดยวิธีวิเคราะห์โดยใช้สมการ (5) และ (6)

หมายเหตุ 1 ค่าของ P_{st} ที่ได้จากการใช้วิธีนี้คาดว่าจะอยู่ภายใน $\pm$ ร้อยละ 10 ของผลลัพธ์ซึ่งได้จากการวัดโดยตรง (วิธีอ้างอิง)

หมายเหตุ 2 ไม่แนะนำวิธีนี้ถ้าระยะเวลาระหว่างจุดจบของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าหนึ่งกับจุดเริ่มของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าถัดไปน้อยกว่า 1 วินาที

4.2.3.1 คำอธิบายของวิธีวิเคราะห์

ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพันธ์แต่ละลักษณะต้องแสดงด้วยเวลาการได้รับผลการกะพริบ t_f เป็นวินาที

$$t_f = 2.3 (F \cdot d_{\max})^{3.2} \quad (5)$$

- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพันธ์สูงสุด $d_{\max}$ แสดงเป็นร้อยละของแรงดันไฟฟ้าระบุ

- ตัวประกอบรูปร่าง F , เกี่ยวข้องกับรูปร่างของลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า (ดูข้อ 4.2.3.2)

ผลรวมของเวลาได้รับผลการกะพริบ Σt_f ของคาบการประเมนทั้งหมดภายในช่วงเวลาทั้งหมด T_p เป็นวินาที เป็นพื้นฐานสำหรับการประเมน P_{st} ถ้าช่วงเวลาทั้งหมด T_p ถูกเลือกตามข้อ 6.5 จะเป็น “คาบการสังเกต” และ

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3.2} \quad (6)$$

4.2.3.2 ตัวประกอบรูปร่าง

ตัวประกอบรูปร่าง F แปลงลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัณพัทธ์ $d(t)$ ไปเป็นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นขั้นสัณพัทธ์สมมูลกับการกะพริบ ($F \cdot d_{max}$)

หมายเหตุ 1 ตัวประกอบรูปร่าง F เท่ากับ 1.0 สำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นขั้น

หมายเหตุ 2 ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัณพัทธ์อาจวัดโดยตรง (ดูรูปที่ 1) หรือคำนวณจากกระแสไฟฟ้าการากกำลังสองเฉลี่ยของบริกัณฑ์ที่ทดสอบ (ดูสมการ (1) ถึง (4))

ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัณพัทธ์ต้องได้จากฮิสโตแกรมของ $U(t)$ (ดูรูปที่ 3)

ตัวประกอบรูปร่างอาจอนุมานจากรูปที่ 5 รูปที่ 6 และรูปที่ 7 หากลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัณพัทธ์เข้ากันพอดีกับลักษณะสมบัติที่แสดงในรูป ถ้าลักษณะสมบัติเข้ากันพอดีให้ดำเนินการต่อไปนี้

- หากลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัณพัทธ์สูงสุด d_{max} (ตามรูปที่ 3) และ
- หาเวลา T (ms) ที่เหมาะสมกับลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 5 รูปที่ 6 และรูปที่ 7 และใช้ค่านี้ เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวประกอบรูปร่าง F ที่ต้องการ

หมายเหตุ 3 การประมาณค่านอกพิสัยของรูปอาจนำไปสู่ความผิดพลาดที่ไม่อาจยอมรับได้

4.2.4 การใช้เส้นโค้ง $P_{st} = 1$

ในกรณีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นมุมฉากของแอมพลิจูด “ d ” ขนาดเท่ากัน แยกจากกันด้วยช่วงเวลาเท่ากัน อาจใช้เส้นโค้งของรูปที่ 4 อนุมานแอมพลิจูดที่สมนัยกับ $P_{st} = 1$ สำหรับอัตราการซ้ำเฉพาะ (particular rate of repetition) แอมพลิจูดนี้เรียกว่า d_{lim} ค่า P_{st} ที่สมนัยกับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า “ d ” จึงให้ไว้ด้วย $P_{st} = d/d_{lim}$

4.3 การประเมนค่าการกะพริบระยะยาว, P_{lt}

ค่าการกะพริบระยะยาว P_{lt} กำหนดใน IEC 61000-4-15 และต้องใช้ด้วยค่า $N = 12$ (ดูข้อ 6.5)

โดยทั่วไปจำเป็นต้องประเมินค่าของ P_{lt} สำหรับบริกัณฑ์ซึ่งปกติทำงานมากกว่า 30 นาทีต่อครั้ง

5. ชิดจำกัด

ชิดจำกัดต้องนำมาใช้กับการกะเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบที่ชั่วต่อแหล่งจ่ายของบริกัณฑ์ที่ทดสอบ วัดหรือคำนวณตามข้อ 4 ภายใต้ภาวะทดสอบที่อธิบายในข้อ 6 และภาคผนวก ก. การทดสอบที่ทำเพื่อพิสูจน์การเป็นไปตามชิดจำกัดถือว่าเป็นการทดสอบเฉพาะแบบ

ให้ใช้ชิดจำกัดต่อไปนี้

- ค่าของ P_{st} ต้องไม่เกิน 1.0

- ค่าของ P_{lt} ต้องไม่เกิน 0.65
- ค่าของ $d(t)$ ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต้องไม่เกินร้อยละ 3.3 สำหรับเวลาที่นานกว่า 500 มิลลิวินาที
- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอยู่ตัวสัมพัทธ์ d_c ต้องไม่เกินร้อยละ 3.3
- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์สูงสุด d_{max} ต้องไม่เกิน
 - ก) ร้อยละ 4 โดยไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม
 - ข) ร้อยละ 6 สำหรับบริภัณฑ์ซึ่ง
 - เปิดปิดสวิตช์ด้วยมือ หรือ
 - เปิดปิดสวิตช์อัตโนมัติบ่อยกว่า 2 ครั้งต่อวัน และมีการเริ่มเดินเครื่องใหม่แบบหน่วงเวลา (การหน่วงไม่น้อยกว่า 10 - 20 วินาที) หรือเริ่มเดินเครื่องใหม่ด้วยมือ หลังการตัดของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

หมายเหตุ ความถี่วัฏจักรจะถูกจำกัดโดยขีดจำกัด P_{st} และ P_{lt} ตัวอย่างเช่น d_{max} ร้อยละ 6 ที่ทำให้เกิดลักษณะสมบัตินี้การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นมุมฉาก 2 ครั้งต่อชั่วโมง จะให้ P_{lt} ประมาณ 0.65

- ค) ร้อยละ 7 สำหรับบริภัณฑ์ซึ่ง
 - ต้องเฝ้าในการใช้งาน (เช่น เครื่องเป่าลม เครื่องดูดฝุ่น เครื่องครัว เช่น เครื่องผสมอาหาร บริภัณฑ์สำหรับทำสวน เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องมือเคลื่อนย้ายง่าย เช่น สว่านไฟฟ้า) หรือ
 - เปิดสวิตช์โดยอัตโนมัติ หรือตั้งใจให้เปิดสวิตช์ด้วยมือ ไม่เกิน 2 ครั้งต่อวัน และมีการเริ่มเดินเครื่องใหม่แบบหน่วงเวลา (การหน่วงไม่น้อยกว่า 10 - 20 วินาที) หรือเริ่มเดินเครื่องใหม่ด้วยมือ หลังการตัดของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ในกรณีของบริภัณฑ์ที่มีวงจรควบคุมแยกกันหลายวงจรตามข้อ 6.6 ให้ใช้ขีดจำกัดตาม ข) และ ค) เฉพาะถ้ามีการเริ่มเดินเครื่องใหม่แบบหน่วงเวลา หรือการเริ่มเดินเครื่องใหม่ด้วยมือ หลังการตัดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

สำหรับบริภัณฑ์ที่มีการสวิตช์อัตโนมัติซึ่งจะถูกป้อนพลังงานทันทีที่แหล่งจ่ายกลับคืนหลังการตัดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ให้ใช้ขีดจำกัดตาม ก)

สำหรับบริภัณฑ์ทั้งหมดที่มีการสวิตช์ด้วยมือ ให้ใช้ขีดจำกัดตาม ข) หรือ ค) ขึ้นอยู่กับอัตราของการสวิตช์

ข้อกำหนดของ P_{st} และ P_{lt} ต้องไม่ใช้กับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการสวิตช์ด้วยมือ

ขีดจำกัดต้องไม่ใช้กับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการสวิตช์ฉุกเฉินหรือการตัดตอนฉุกเฉิน

6. ภาวะทดสอบ

6.1 ทั่วไป

การทดสอบไม่จำเป็นต้องทำกับบริภัณฑ์ซึ่งมักจะไม่ทำให้เกิดการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าหรือการกะพริบ

อาจจำเป็นต้องหาว่าการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญมักจะเกิดขึ้นหรือไม่ โดยการตรวจสอบแผนภาพวงจรและข้อกำหนดคุณลักษณะของบริภัณฑ์และโดยการทดสอบหน้าที่ระยะสั้น

สำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยการสวิตช์ด้วยมือ บริภัณฑ์จะถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดโดยไม่ต้องทดสอบเพิ่มเติมถ้ากระแสไฟฟ้าเข้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยสูงสุด (รวมถึงกระแสไฟฟ้าไหลพุ่ง) ที่ประเมินตลอดครึ่งคาบ 10 มิลลิวินาทีแต่ละอัน ระหว่างผ่านศูนย์ ไม่เกิน 20 แอมแปร์ และกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายหลังไหลพุ่งอยู่ในแถบแปรผัน 1.5 แอมแปร์

ถ้าใช้วิธีการวัด การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์สูงสุด $d_{\max}$ ที่เกิดขึ้นโดยการสวิตช์ด้วยมือ ต้องวัดตามภาคผนวก ข.

การทดสอบเพื่อพิสูจน์การเป็นไปตามขีดจำกัดของบริภัณฑ์ ต้องทำโดยใช้วงจรทดสอบในรูปที่ 1

วงจรทดสอบประกอบด้วย

- แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายทดสอบ (ดูข้อ 6.3)
- อิมพีแดนซ์อ้างอิง (ดูข้อ 6.4)
- บริภัณฑ์ที่ทดสอบ (ดูภาคผนวก ก.)
- เครื่องวัดการกะพริบ ถ้าจำเป็น (ดู IEC 61000-4-15)

การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์ $d(t)$ อาจวัดโดยตรงหรือหาจากกระแสไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ย ตามที่อธิบายในข้อ 4.1 ในการหาค่า P_{st} ของบริภัณฑ์ที่ทดสอบ ต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่อธิบายในข้อ 4.2 ในกรณีที่มีข้อสงสัยต้องวัด P_{st} โดยใช้วิธีอ้างอิงด้วยเครื่องวัดการกะพริบ

หมายเหตุ ถ้าบริภัณฑ์หลายเฟสสมดุลถูกทดสอบ การวัดเฉพาะแรงดันไฟฟ้าสายถึงสายเป็นกลางเพียงเฟสเดียวก็เป็นที่ยอมรับ

6.2 ความแม่นยำของการวัด

ขนาดของกระแสไฟฟ้าต้องวัดด้วยความแม่นยำ $\pm$ ร้อยละ 1 หรือดีกว่า ถ้าใช้มัลติมิเตอร์สำหรับกระแสไฟฟ้ากัมมันต์และปฏิกรณ์กัมมันต์ ค่าผิดพลาดต้องไม่เกิน ± 2 องศา

การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์ “ d ” ต้องหาด้วยความแม่นยำที่ต่ำกว่า $\pm$ ร้อยละ 8 อ้างอิงกับค่าสูงสุด $d_{\max}$ อิมพีแดนซ์ทั้งหมดของวงจร ไม่รวมถึงบริภัณฑ์ที่ทดสอบ แต่รวมถึงอิมพีแดนซ์ภายในของแหล่งจ่าย ต้องเท่ากับอิมพีแดนซ์อ้างอิง เสถียรภาพและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอิมพีแดนซ์ทั้งหมดนี้ต้องเพียงพอที่จะมั่นใจว่ามีความแม่นยำทั้งหมด $\pm$ ร้อยละ 8 ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการประเมิน

หมายเหตุ ไม่แนะนำวิธีต่อไปนี้เป็นกรณีที่วัดได้ใกล้เคียงกับขีดจำกัด

เมื่ออิมพีแดนซ์แหล่งจ่ายไม่ได้ถูกกำหนดไว้อย่างดี ตัวอย่างเช่นในกรณีที่อิมพีแดนซ์อาจเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่คาดไม่ถึง อิมพีแดนซ์ที่มีความต้านทานและความเหนี่ยวนำเท่ากับค่าความต้านทานอ้างอิง อาจถูกต่อเข้าระหว่างแหล่งจ่ายกับขั้วต่อของบริภัณฑ์ที่ทดสอบ การวัดสามารถทำได้โดยวัดแรงดันไฟฟ้าที่ด้านแหล่งจ่ายของอิมพีแดนซ์

อ้างอิงและที่ขั้วต่อของบริภัณฑ์ ในกรณีนั้นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์สูงสุด $d_{\max}$ ที่วัดได้ที่ขั้วต่อแหล่งจ่ายต้องน้อยกว่าร้อยละ 20 ของค่า $d_{\max}$ สูงสุดที่วัดได้ที่ขั้วต่อของบริภัณฑ์

6.3 แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายทดสอบ (แรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร) ต้องเป็นแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบริภัณฑ์ ถ้าระบุพิสัยแรงดันไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์ แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องเป็น 230 โวลต์เฟสเดียว หรือ 400 โวลต์สามเฟส แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องรักษาไว้ภายใน $\pm$ ร้อยละ 2 ของค่าระบุ ความถี่ต้องเป็น 50 เฮิร์ตซ์ $\pm$ ร้อยละ 0.5

ความเพี้ยนฮาร์มอนิกโดยรวมเป็นร้อยละของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายต้องน้อยกว่าร้อยละ 3

การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าจ่ายทดสอบในระหว่างการทดสอบอาจจะได้ถ้าค่า P_{st} น้อยกว่า 0.4 ต้องทวนสอบภาวะนี้ก่อนและหลังการทดสอบแต่ละครั้ง

6.4 อิมพีแดนซ์อ้างอิง

สำหรับบริภัณฑ์ที่ทดสอบ อิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} ตาม IEC 60725 เป็นอิมพีแดนซ์ดั้งเดิมที่ใช้ในการคำนวณและการวัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์ “ d ” และค่า P_{st} และ P_{lt}

ค่าอิมพีแดนซ์ของส่วนประกอบต่างๆ ให้ไว้ในรูปที่ 1

6.5 คาบการสังเกต

คาบการสังเกต T_p สำหรับการประเมินค่าการกะพริบโดยการวัดการกะพริบ การจำลองการกะพริบ หรือวิธีวิเคราะห์ ต้องเป็นดังนี้

- สำหรับ P_{st} , $T_p = 10$ นาที
- สำหรับ P_{lt} , $T_p = 2$ ชั่วโมง

คาบการสังเกตต้องรวมส่วนของวัฏจักรการทำงานทั้งหมดซึ่งบริภัณฑ์ที่ทดสอบทำให้เกิดลำดับที่ไม่พึงประสงค์ของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

สำหรับการประเมินของ P_{st} วัฏจักรของการทำงานต้องทำซ้ำอย่างต่อเนื่อง นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นในภาคผนวก ก. เวลาต่ำสุดที่จะเริ่มเดินเครื่องใหม่ต้องรวมอยู่ในคาบการสังเกตนี้เมื่อทดสอบบริภัณฑ์ที่หยุดโดยอัตโนมัติเมื่อสิ้นสุดวัฏจักรการทำงาน ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าคาบการสังเกต

สำหรับการประเมิน P_{lt} วัฏจักรการทำงานไม่ต้องทำซ้ำ นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นในภาคผนวก ก. เมื่อทดสอบบริภัณฑ์ที่มีวัฏจักรการทำงานน้อยกว่า 2 ชั่วโมง และปกติไม่ได้ใช้อย่างต่อเนื่อง

หมายเหตุ ตัวอย่างเช่น ในกรณีของบริภัณฑ์ที่มีวัฏจักรการทำงานสั้นสุดลงใน 45 นาที ค่า P_{st} ที่ติดต่อกัน 5 ค่า จะวัดในระหว่างคาบทั้งหมด 50 นาที และค่า P_{st} 7 ค่าที่เหลือในคาบการสังเกต 2 ชั่วโมงจะถือว่าเป็นศูนย์

6.6 ภาวะทดสอบทั่วไป

ภาวะทดสอบสำหรับการวัดการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบให้ไว้ข้างล่างนี้

สำหรับบริษัทที่ไม่ได้กล่าวถึงในภาคผนวก ก. ตัวควบคุมและโปรแกรมอัตโนมัติต้องปรับตั้งให้เกิดลำดับที่ไม่พึงประสงค์ของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า โดยใช้เฉพาะการรวมเข้าด้วยกันของตัวควบคุมและโปรแกรมซึ่งผู้ผลิตกล่าวถึงในคู่มือข้อนำ หรือมีฉะนั้นก็ให้ใช้ที่มักใช้กันอยู่ ภาวะทดสอบเฉพาะสำหรับบริษัทที่ไม่รวมอยู่ในภาคผนวก ก. อยู่ในระหว่างการพิจารณา

บริษัทต้องทดสอบในภาวะซึ่งได้รับมาจากผู้ผลิต อาจต้องมีการทำงานก่อนทำงานจริงของหน่วยขับเคลื่อน เพื่อให้มั่นใจว่าผลที่สมนัยกับผลที่ได้ในการทำงานตามปกติ

หมายเหตุ ภาวะการทำงานรวมถึงภาวะโหลดทางกล และ/หรือ ทางไฟฟ้า

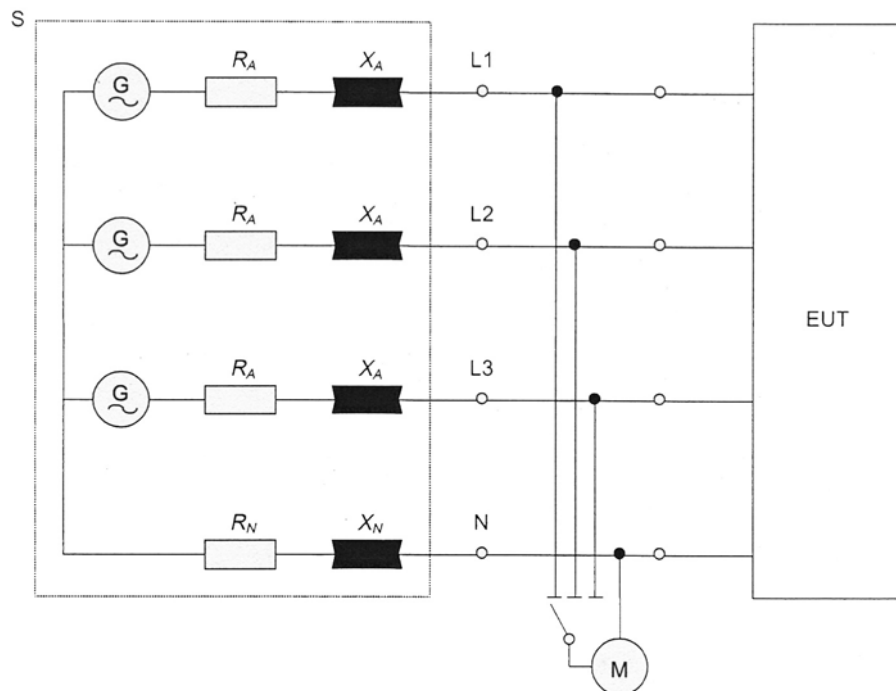
สำหรับมอเตอร์ อาจใช้การวัดสล็อตโรเตอร์เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยสูงสุด $d_{\max}$ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์

สำหรับบริษัทที่มีวงจรควบคุมแยกกันหลายวงจร ให้ใช้ภาวะต่อไปนี้

- แต่ละวงจรต้องพิจารณาเป็นรายการเดี่ยวของบริษัท ถ้าตั้งใจให้ใช้อย่างอิสระ หากตัวควบคุมไม่ถูกออกแบบให้ตัดต่อขณะเดียวกัน
- ถ้าตัวควบคุมของวงจรแยกถูกออกแบบให้ตัดต่อพร้อมกัน ให้พิจารณากลุ่มของวงจรถูกควบคุมเป็นรายการเดี่ยวของบริษัท

สำหรับระบบควบคุมที่คุมส่วนของโหลดเท่านั้น การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น โดยส่วนที่แปรได้ของโหลดตามลำพังต้องนำมาพิจารณา

ภาวะทดสอบเฉพาะแบบในรายละเอียดสำหรับบางบริษัท ให้ไว้ในภาคผนวก ก.



EUT ปริภัณฑ์ที่ทดสอบ

M ปริภัณฑ์วัด

S แหล่งจ่าย ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย G และอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z ที่มีชิ้นส่วนต่างๆ ดังนี้

$$R_A = 0.24 \, \Omega; \quad X_A = j \, 0.15 \, \Omega; \quad \text{ที่ } 50 \, \text{Hz}$$

$$R_N = 0.16 \, \Omega; \quad X_N = j \, 0.10 \, \Omega; \quad \text{ที่ } 50 \, \text{Hz}$$

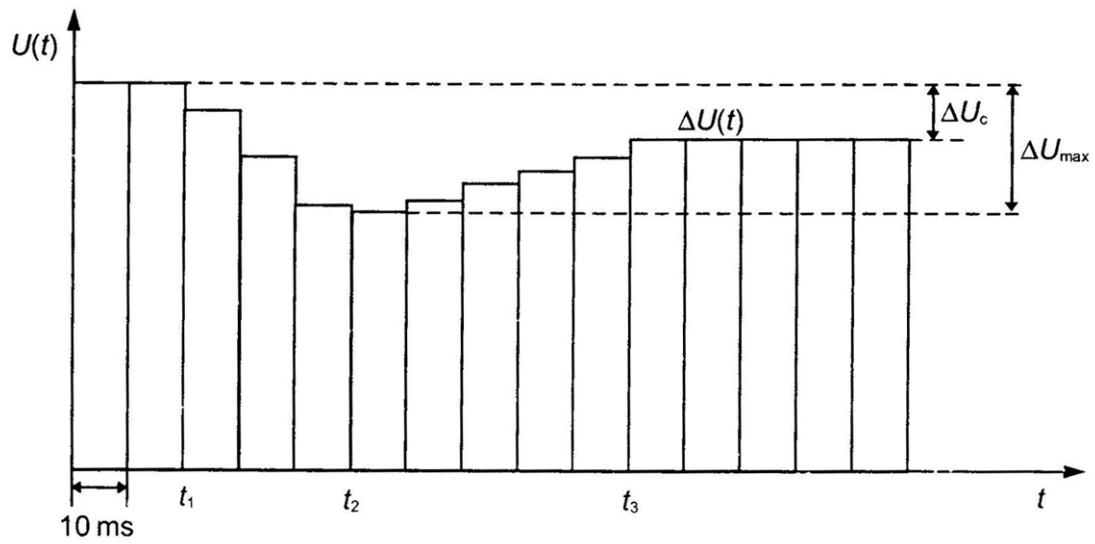
ชิ้นส่วนรวมถึงอิมพีแดนซ์จริงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เมื่ออิมพีแดนซ์แหล่งจ่ายไม่ได้กำหนดไว้อย่างดี ให้ดูข้อ 6.2

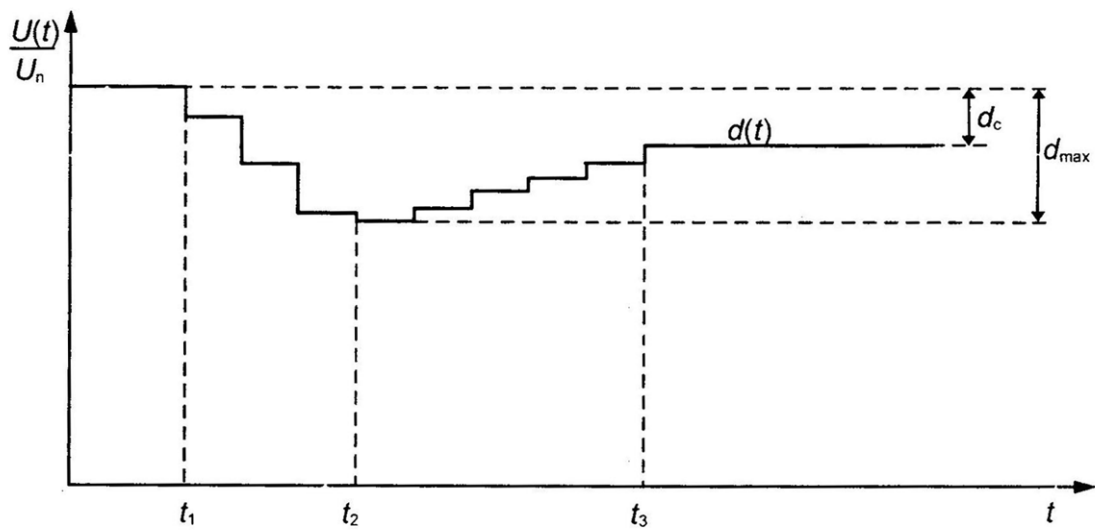
G แหล่งแรงดันไฟฟ้า ตามข้อ 6.3

หมายเหตุ โดยทั่วไปโหลดสามเฟสจะสมดุล และ R_N และ X_N สามารถละได้ เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าในสายเป็นกลาง

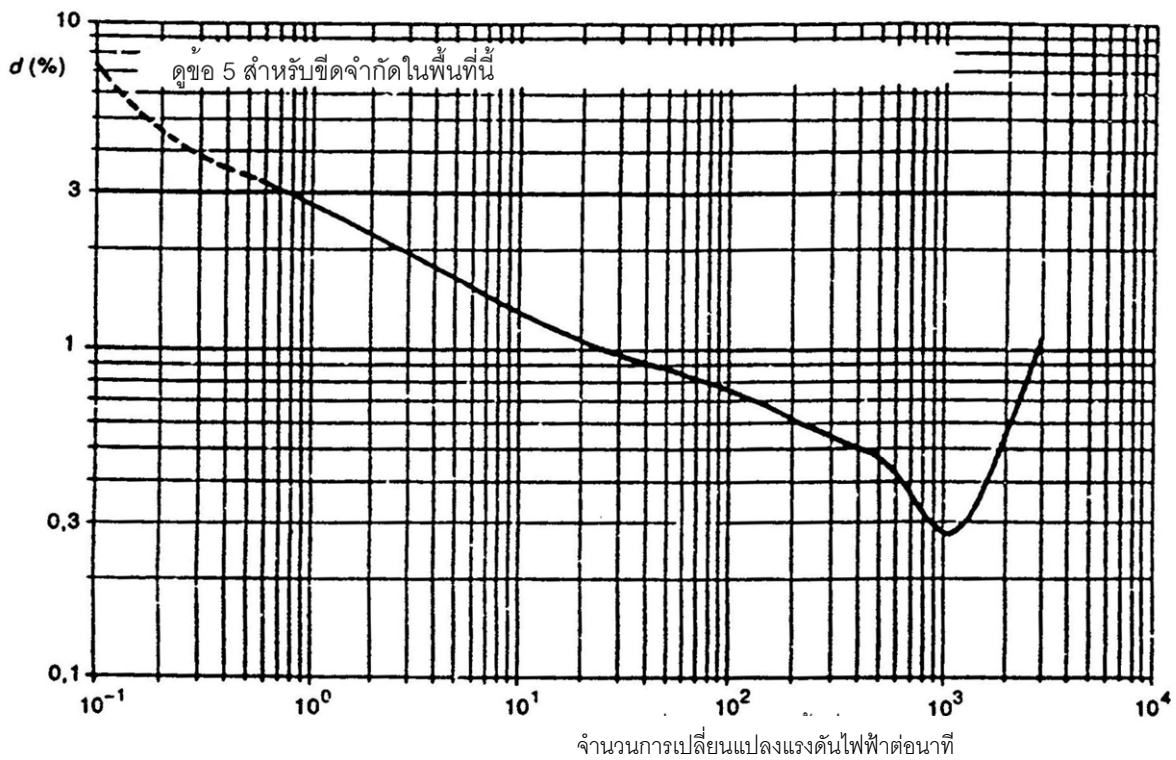
รูปที่ 1 โครงข่ายอ้างอิงสำหรับแหล่งจ่ายเฟสเดียวและสามเฟส
ได้จากแหล่งจ่ายสามเฟส สี่สาย



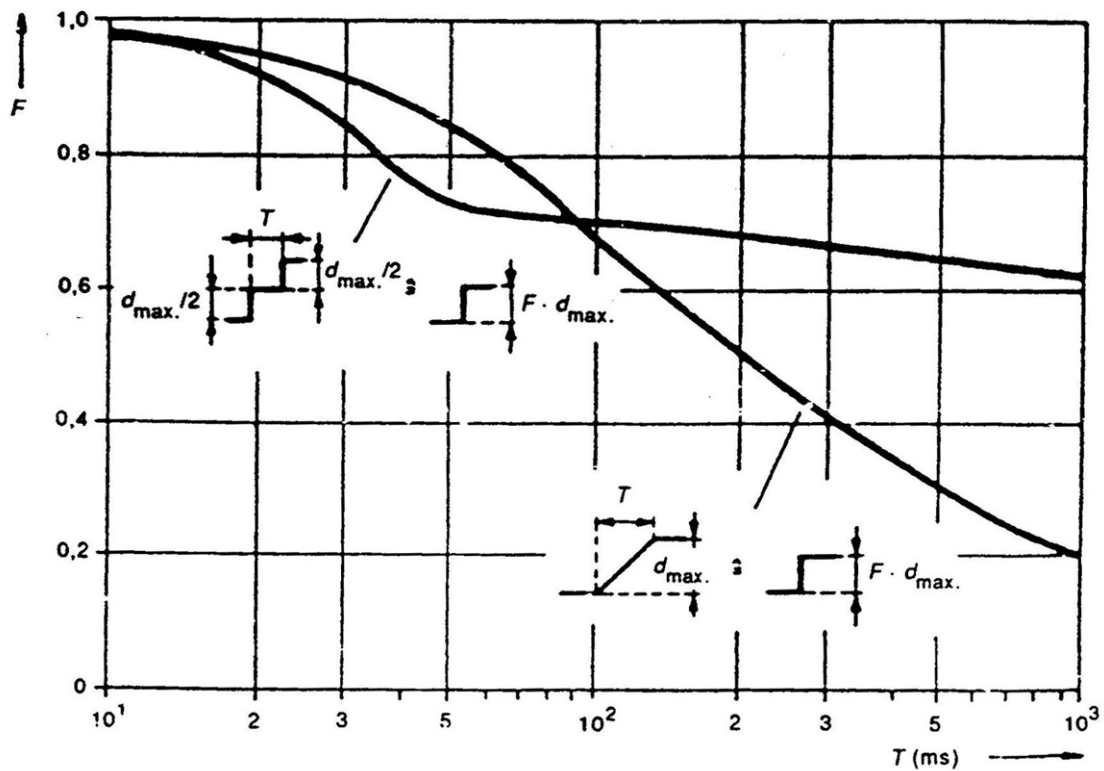
รูปที่ 2 การประเมินฮิสโตแกรมของ $U(t)$



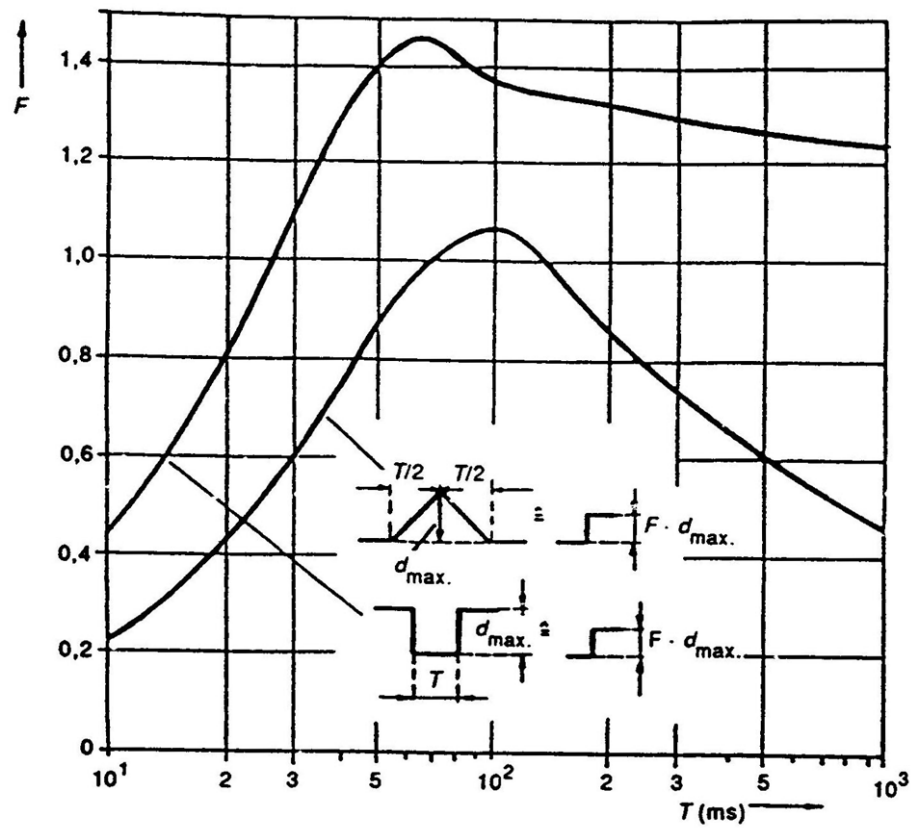
รูปที่ 3 ลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์



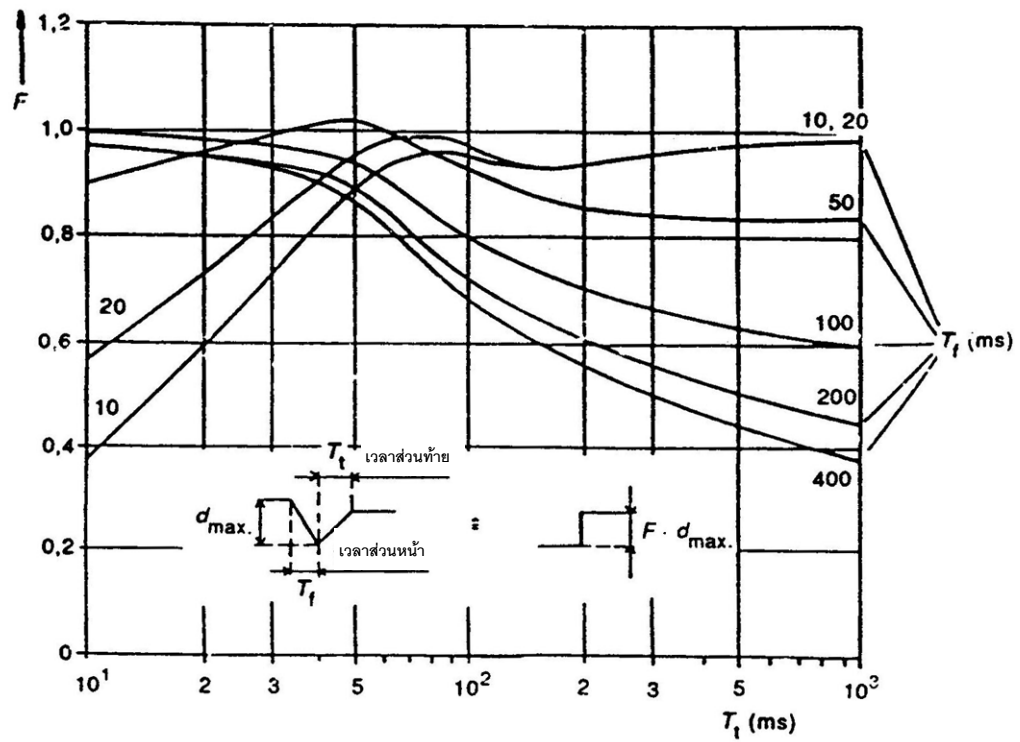
หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า 1 200 การเปลี่ยนแปลงต่ออนาที่ให้การกะพริบ 10 Hz
 รูปที่ 4 เส้นโค้งสำหรับ $P_{st} = 1$ สำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าระยะเท่าเป็นมุมฉาก



รูปที่ 5 ตัวประกอบรูปร่าง F สำหรับลักษณะสมบัติแรงดันไฟฟ้าสองชั้น และลักษณะสมบัติแรงดันไฟฟ้าเฉียง



รูปที่ 6 ตัวประกอบรูปร่าง F สำหรับลักษณะสมบัติแรงดันไฟฟ้ามุมฉากและสามเหลี่ยม



หมายเหตุ $T_t = t_3 - t_2$, $T_t = t_2 - t_1$ (ดูรูปที่ 3)

รูปที่ 7 ตัวประกอบรูปร่าง F สำหรับลักษณะสมบัติแรงดันไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์
ที่มีเวลาหน่วงคลื่นต่างๆ

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

การใช้ขีดจำกัดและภาวะทดสอบเฉพาะแบบ

สำหรับบริษัทเฉพาะ

ก.1 ภาวะทดสอบสำหรับภาชนะหุง

สำหรับภาชนะหุงที่ออกแบบให้ใช้ในที่อยู่อาศัย ไม่ต้องประเมิน P_u

การทดสอบของ P_{st} ต้องทำที่ภาวะอุณหภูมิอยู่ตัว นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

ตัวทำความร้อนแต่ละตัวต้องทดสอบแยกกันดังนี้

ก.1.1 แผ่นร้อน

แผ่นร้อนต้องทดสอบโดยใช้หม้อทอดมาตรฐานที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และปริมาณน้ำดังต่อไปนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นร้อน	ความสูงของหม้อ	ปริมาณน้ำ
mm	mm	g
145	ประมาณ 140	$1\ 000 \pm 50$
180	ประมาณ 140	$1\ 500 \pm 50$
220	ประมาณ 120	$2\ 000 \pm 50$

ต้องชดเชยความสูญเสียที่เป็นไปได้โดยการระเหย ในระหว่างเวลาการวัด

ในการทดสอบต่อไปนี้ทั้งหมด แผ่นร้อนต้องเป็นไปตามขีดจำกัดที่ให้ไว้ในข้อ 5

- ก) พิสูจน์อุณหภูมิต้ม : ปรับตั้งตัวควบคุมไว้ที่ตำแหน่งซึ่งน้ำเริ่มเดือดพอดี การทดสอบให้ทำ 5 ครั้ง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ
- ข) พิสูจน์อุณหภูมิทอด : ใส่น้ำมันซิลิโคนในหม้อ ไม่ต้องปิดฝา ให้ได้ 1.5 เท่าของปริมาณน้ำที่แสดงในตาราง ปรับตั้งตัวควบคุมไปที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส วัดด้วยเทอร์มอคัปเปิลในศูนย์กลางทางเรขาคณิตของน้ำมัน
- ค) พิสูจน์ทั้งหมดของการปรับตั้งกำลังไฟฟ้า : พิสูจน์กำลังไฟฟ้าทั้งหมดต้องตรวจสอบอย่างต่อเนื่องในระหว่างคาบการสังเกต 10 นาที ถ้าสวิตช์ควบคุมมีขั้นแยก ให้ทดสอบทุกขั้นจนครบ 20 ขั้น ถ้าไม่มีขั้นแยกให้แบ่งพิสัยทั้งหมดออกเป็น 10 ขั้นห่างเท่าๆกัน การวัดต้องเริ่มทำที่ขั้นกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ก.1.2 เตาอบความร้อน

เตาต้องทดสอบในลักษณะว่างเปล่า ประตูปิด ปรับแต่งตัวควบคุมในลักษณะที่เทอร์มอคัปเปิลติดอยู่ที่ศูนย์กลางทางเรขาคณิตวัดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ 220 องศาเซลเซียสสำหรับเตาดั้งเดิม และ 200 องศาเซลเซียสสำหรับเตาอากาศร้อน

ก.1.3 ตะแกรงย่าง

ตะแกรงย่างต้องทดสอบในลักษณะว่างเปล่า ประตูปิด ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นโดยผู้ผลิต ถ้ามีตัวควบคุมให้ปรับตั้งไปที่ตำแหน่งต่ำสุด กลาง และสูงสุด สำหรับการทำงานของตะแกรง และบันทึกผลที่เลวร้ายที่สุด

ก.1.4 เตาอบความร้อนผสมตะแกรงย่าง

เตาอบความร้อนผสมตะแกรงย่างต้องทดสอบในลักษณะว่างเปล่า ประตูปิด ปรับแต่งตัวควบคุมในลักษณะที่เทอร์มอสแตปเปิดติดอยู่ที่ศูนย์กลางทางเรขาคณิตวัดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ 250 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิที่หาได้ซึ่งใกล้เคียงกับค่านี้

ก.1.5 เตาอบไมโครเวฟ

เตาอบไมโครเวฟหรือหน้าที่ไมโครเวฟของเตาแบบผสม ต้องทดสอบที่ขึ้นต่ำสุด กลาง และขั้นที่สาม ซึ่งเป็นตำแหน่งกำลังไฟฟ้าปรับได้สูงสุดน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด โหลดเตาด้วยขนมแฉั้วที่บรรจุ น้ำ $1\,000 \pm 50$ กรัม

ก.2 ภาวะทดสอบสำหรับผลิตภัณฑ์ส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน

ภาวะทดสอบต่อไปนี้จะใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ที่มีหน้าที่เบื้องต้นในการก่อกำเนิด และ/หรือ ควบคุม และ/หรือ กระจายการแผ่รังสีแสง โดยใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดปล่อยประจุ หรือไดโอดเปล่งแสง

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องทดสอบด้วยหลอดที่มีกำลังไฟฟ้าซึ่งเป็นพิกัดของผลิตภัณฑ์ ถ้าผลิตภัณฑ์ส่องสว่างรวมหลอดมากกว่า 1 หลอด หลอดทุกหลอดต้องถูกใช้

การประเมิน P_{st} และ P_{lt} จำเป็นเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ส่องสว่างซึ่งมักทำให้เกิดการกะพริบ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ส่องสว่างคิสโกและผลิตภัณฑ์คุมค่าอัตโนมัติ

ไม่มีขีดจำกัดใช้ได้สำหรับหลอด

ดวงโคมหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่มีพิกัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 000 วัตต์ และดวงโคมหลอดปล่อยประจุที่มีพิกัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 600 วัตต์ ถือว่าเป็นไปตามขีดจำกัด d_{max} ในมาตรฐานนี้และไม่จำเป็นต้องทดสอบ ดวงโคมที่มีพิกัดสูงกว่าซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ ต้องขึ้นอยู่กับการต่อแบบมีเงื่อนไขตาม มอก.2484

บัลลาสต์ถือว่าเป็นส่วนของดวงโคมและไม่จำเป็นต้องทดสอบ

ก.3 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องซักผ้า

เครื่องซักผ้าต้องทดสอบในระหว่างการจบโปรแกรมซักที่สมบูรณ์ ซึ่งรวมถึงวัฏจักรการซักปกติ ใส่โหลดที่กำหนด ซึ่งเป็นผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก เย็บขอบพับ 2 ชั้น ขนาดประมาณ 70 เซนติเมตร $\times$ 70 เซนติเมตร น้ำหนักขณะแห้งจาก 140 กรัมต่อตารางเมตร ถึง 175 กรัมต่อตารางเมตร

อุณหภูมิของน้ำที่ใส่ต้องเป็น

- 65 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส สำหรับเครื่องซักผ้าที่ไม่มีตัวทำความร้อน
- 15 องศาเซลเซียส $+10$
 -5 องศาเซลเซียส สำหรับเครื่องซักผ้าอื่น

สำหรับเครื่องซักผ้าที่มีตัวตั้งโปรแกรม ให้ใช้โปรแกรม ผ้าฝ้าย 60 องศาเซลเซียส ปราศจากการซักก่อน นอกเหนือจากนั้นให้ใช้โปรแกรมซักธรรมดาปราศจากการซักก่อน ถ้าเครื่องซักผ้ามีตัวทำความร้อนซึ่งไม่ถูกควบคุมโดยตัวตั้งโปรแกรม น้ำจะถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส ก่อนเริ่มคาบซักแรก

ถ้าเครื่องซักผ้ามีตัวทำความร้อนและไม่มีตัวตั้งโปรแกรม น้ำจะถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ถ้าถึงภาวะอยู่ตัว ก่อนเริ่มคาบซักแรก

ไม่ต้องคำนึงถึงการตัดต่อวงจรที่พร้อมกันของตัวทำความร้อนและมอเตอร์ในการประเมิน d_c , d_{max} และ $d(t)$

ต้องประเมิน P_{st} และ P_{lt}

ก.4 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องอบผ้า

เครื่องอบผ้าต้องทำงานด้วยถังที่บรรจุวัสดุสิ่งทอที่มีมวลในภาวะแห้งเป็นร้อยละ 50 ของโหลดสูงสุดที่ระบุในข้อแนะนำการใช้งาน

วัสดุสิ่งทอประกอบด้วยผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก เย็บขอบพับ 2 ชั้น ขนาดประมาณ 70 เซนติเมตร $\times$ 70 เซนติเมตร น้ำหนักขณะแห้งจาก 140 กรัมต่อตารางเมตร ถึง 175 กรัมต่อตารางเมตร วัสดุต้องชุ่มด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส และมีมวลร้อยละ 60 ของวัสดุสิ่งทอ

ก.5 ภาวะทดสอบสำหรับตู้เย็น

ตู้เย็นต้องทำงานอย่างต่อเนื่องโดยประตูปิด ปรับเทอร์มอสแตตให้อยู่กลางพิสัยของการปรับแต่ง ช่องตู้ต้องว่างและไม่ร้อน การวัดต้องทำหลังถึงภาวะอยู่ตัว ไม่ต้องประเมิน P_{st} และ P_{lt}

ก.6 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ และเครื่องใช้ที่คล้ายกัน

ต้องทดสอบเครื่องใช้เพื่อหา P_{st} ที่อัตราการทำสำเนาสูงสุด ต้นฉบับที่จะทำสำเนา/พิมพ์ คือกระดาษขาวว่างเปล่า และกระดาษสำเนาต้องมีน้ำหนัก 80 กรัมต่อตารางเมตร ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นโดยผู้ผลิต

หาค่า P_{st} ในแบบวิธีสำรอง

ก.7 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องดูดฝุ่น

สำหรับเครื่องดูดฝุ่น ไม่ต้องประเมิน P_{st} และ P_{lt}

ก.8 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องผสมอาหาร

สำหรับเครื่องผสมอาหาร ไม่ต้องประเมิน P_{st} และ P_{lt}

ก.9 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องมือเคลื่อนย้ายง่าย

สำหรับเครื่องมือเคลื่อนย้ายง่าย ไม่ต้องประเมิน P_{li} สำหรับเครื่องมือเคลื่อนย้ายง่ายที่ไม่มีตัวทำความร้อน ไม่ต้องประเมิน P_{st} สำหรับเครื่องมือเคลื่อนย้ายง่ายที่มีตัวทำความร้อน ต้องประเมิน P_{st} ดังต่อไปนี้

เปิดสวิตช์เครื่องมือแล้วปล่อยให้ทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที หรือจนกระทั่งสวิตช์ปิดโดยอัตโนมัติ ในกรณีซึ่งใช้ข้อ 6.5 ได้

ก.10 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องเป่าลม

สำหรับเครื่องเป่าลมมือถือ ไม่ต้องประเมิน P_{li} ในการประเมิน P_{st} ให้เปิดสวิตช์เครื่องเป่าลมและปล่อยให้ทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที หรือจนกระทั่งสวิตช์ปิดโดยอัตโนมัติ ในกรณีซึ่งใช้ข้อ 6.5 ได้

สำหรับเครื่องเป่าลมที่รวมพัดยักกำลังไฟฟ้า ตรวจสอบพัดยักกำลังไฟฟ้าทั้งหมดอย่างต่อเนื่องในระหว่างคาบการสังเกต 10 นาที ถ้าสวิตช์ควบคุมมีขั้นแยก ต้องทดสอบทุกขั้นจนครบ 20 ขั้น ถ้าไม่มีขั้นแยก ให้แบ่งพัดยักทั้งหมดออกเป็น 10 ขั้นที่ห่างเท่าๆกัน การวัดต้องทำโดยเริ่มด้วยขั้นกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ก.11 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุทางเสียง คอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นแผ่นดิสก์ และบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ที่คล้ายกัน

บริษัทดังกล่าวซึ่งตั้งใจให้ใช้สำหรับผู้บริโภคตามครัวเรือน ต้องทดสอบเพื่อพิสูจน์เฉพาะการเป็นไปตามขีดจำกัด d_{max} ที่เหมาะสมในข้อ 5. ถ้าไม่มีภาวะทดสอบพิเศษในภาคผนวกนี้ที่จะนำมาใช้

ก.12 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องทำน้ำร้อนโดยตรง

สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนโดยตรงที่ไม่มีตัวควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ให้ประเมิน d_c เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเปิดและปิดสวิตช์ตัวทำความร้อน (ลำดับ 0 - P_{max} - 0)

สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนโดยตรงที่มีตัวควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ อุณหภูมิด้านออกของน้ำต้องเลือกในลักษณะที่เมื่อแปรผันอัตราการไหลของน้ำ อัตราการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ระหว่าง P_{min} กับ P_{max} ถูกกำหนดเป็นกำลังไฟฟ้าสูงสุดซึ่งสามารถเลือก และ $P_{min} > 0$ ถูกกำหนดเป็นกำลังไฟฟ้าน้อยที่สุดซึ่งสามารถเลือก

หมายเหตุ สำหรับบริษัทบางบริษัท กำลังไฟฟ้าสูงสุด P_{max} ซึ่งสามารถเลือกได้อาจน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่กำหนด

ค่าอุณหภูมิที่ปรับตั้งต้องรักษาไว้ไม่ให้เปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดสอบทั้งหมด

เริ่มจากอัตราการไหลของน้ำที่ต้องการสำหรับการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด P_{max} ลดอัตราการไหลใน 20 ขั้นเท่าๆกัน โดยประมาณลงสู่การใช้กำลังไฟฟ้าน้อยที่สุด P_{min}

ต่อมาเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเป็น 20 ขั้นเท่าๆกันโดยประมาณสู่การใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด P_{max} อีกครั้ง สำหรับแต่ละขั้นของ 40 ขั้นเหล่านี้ ต้องประเมินค่า P_{sti} การวัดเริ่มเมื่อถึงภาวะอยู่ตัว นั่นคือประมาณ 30 วินาทีหลังการเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำ

หมายเหตุ เป็นการพอเพียงที่จะคำนวณค่า $P_{st,i}$ บนพื้นฐานของคาบการวัดเพียง 1 นาที

นอกจากนี้ การกะพริบ $P_{st,z}$ ที่เกิดจากการเปิดและปิดสวิตซ์ที่ได้วัดภายในช่วงเวลา 10 นาที ในช่วงเวลานี้ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ถูกเปลี่ยน 2 ครั้ง ในทางที่เป็นไปได้เร็วที่สุดระหว่างขั้น $P=0$ และ $P=P_{max}$ (ลำดับ $0 - P_{max} - 0 - P_{max} - 0$)

วัฏจักรหน้าที่ของตัวทำความร้อนต้องเป็นร้อยละ 50 นั่นคือ P_{max} ในระหว่าง 5 นาที

ประเมินค่า P_{st} ลัพธ์ โดย

$$P_{st} = \left((P_{st,z})^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{st,i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

และเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดในข้อ 5

ไม่ต้องประเมิน P_{lt}

ก.13 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องขยายความถี่เสียง

เครื่องขยายเสียงต้องทดสอบภายใต้ภาวะการทำงานเดียวกับที่ระบุในข้อ ก.3 ของ มอก.1448

ก.14 ภาวะทดสอบสำหรับเครื่องปรับอากาศ เครื่องลดความชื้น เครื่องปั๊มความร้อน และตู้เย็นเชิงพาณิชย์

ให้บริษัททำงานจนกระทั่งถึงภาวะอยู่ตัวหรือเวลาเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ต่ำสุด 30 นาที

อุณหภูมิโดยรอบสำหรับการทดสอบต้องเป็น 15 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียสสำหรับการทำความร้อน และ 30 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียสสำหรับการทำความเย็นหรือการลดความชื้น

เครื่องปั๊มความร้อนวัฏจักรย้อนกลับต้องทดสอบเฉพาะในแบบวิธีทำความเย็น

ต้องประเมิน d_{max} ในแนวทางใดแนวทางหนึ่งดังต่อไปนี้

ก) การวัดโดยตรง

- ปิดสวิตช์มอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์โดยใช้เทอร์มอสแตต
- เปิดสวิตช์มอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์อีกโดยใช้เทอร์มอสแตตหลังเวลาปิดต่ำสุดที่กำหนดไว้ในคู่มือสำหรับผู้ใช้หรือที่ยอมให้โดยตัวควบคุมอัตโนมัติ
- ปิด/เปิดเป็นลำดับซ้ำ 24 ครั้ง และประเมินผลตามภาคผนวก ข. อย่างไรก็ตามถ้าผลการทดสอบครั้งแรกไม่อยู่ใน $\pm$ ร้อยละ 10 ของขีดจำกัด บริษัทอาจถูกประเมินว่าเป็นไปตามข้อกำหนดบนพื้นฐานของผลครั้งเดียว และการทดสอบอาจสิ้นสุดลง

ข) โดยวิธีวิเคราะห์

- กระแสไฟฟ้าลัดวงจร(ที่ใช้ในลักษณะกระแสไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่อง)และตัวประกอบกำลังของมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์และของโหลดอื่นๆ (เช่นมอเตอร์พัดลม) ซึ่งเปิดน้อยกว่า 2 วินาที ก่อนหรือหลังมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์เริ่มเดิน ; ขั้นตอนการดำเนินการนี้แยกจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

ต้องประเมิน P_{st} และ P_{lt} โดยการวิเคราะห์โดยใช้จำนวนวัฏจักรต่อชั่วโมงที่ผู้ผลิตแจ้ง

ก.15 ภาวะทดสอบสำหรับบริษัทที่เชื่อมอาร์กและกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบริษัทที่เชื่อมอาร์ก ที่ต้องเผ่าในขณะใช้งาน และกระบวนการที่เกี่ยวข้อง d_{max} ต้องประเมินกับขีดจำกัดร้อยละ 7 ในข้อ ก) ของข้อ 5 โดยใช้วิธีทดสอบที่ให้ไว้ในภาคผนวก ข.

นอกจากนั้น บริษัทที่ออกแบบให้ใช้สำหรับกระบวนการอาร์กโลหะด้วยมือ (manual metal arc: MMA) ค่า P_{st} และ d_c ต้องประเมินตามขั้นตอนการดำเนินการที่ให้ไว้ในข้อ ก.15.1 และข้อ ก.15.2

สำหรับทุกการทดสอบ แรงดันไฟฟ้าตกที่เกิดขึ้นโดยบริษัทภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติที่กำลังไฟฟ้าออกสูงสุดที่กำหนดต้องอยู่ภายในร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 5 ของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย

ถึงแม้ว่าขอบข่ายของมาตรฐานนี้ถูกจำกัดอยู่ที่บริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าเท่ากับหรือน้อยกว่า 16 แอมแปร์ ภาวะทดสอบเหล่านี้มีผลใช้ได้กับบริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ด้วย

ภาวะทดสอบต่อไปนี้อาจใช้ได้กับบริษัทที่เชื่อมที่ออกแบบตาม IEC 60974-1 ภาวะทดสอบสำหรับบริษัทแบบอื่นอยู่ในระหว่างการพิจารณา

ก.15.1 การประเมิน P_{st}

การทดสอบเพื่อประเมินค่า P_{st} สำหรับบริษัทที่เชื่อม MMA ควรทำโดยใช้การจัดเพื่อการทดสอบที่จำลองการเชื่อมด้วยอิเล็กโทรดพื้นฐาน 3.25 มิลลิเมตร ถ้า EUT ไม่เหมาะสำหรับอิเล็กโทรดนี้ ($I_{2max} < 130$ A) ต้องใช้พารามิเตอร์ที่แทนอิเล็กโทรด 2.5 มิลลิเมตร

ตารางที่ ก.1 พารามิเตอร์ของอิเล็กโทรด

เส้นผ่านศูนย์กลาง mm	ข้อมูลพื้นฐาน				
	I_{nom} A	U_{nom} V	อัตราการหยด l/min	t_{drop} ms	$R_{short\ circuit}$ mΩ
2.5	90	23.6	920	5.6	18
3.25	130	25.2	350	7.5	13

ค่าของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อด้านเข้าของ EUT , ΔU ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการหา P_{st} ต้องวัดหรือคำนวณจากการวัดกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขั้วต่อด้านเข้าแหล่งจ่ายของ EUT โดยใช้ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

ในทุกกรณีหน้าปัดแรงอาร์ก (arc-force dial) ถ้ามี ต้องปรับตั้งที่ตำแหน่งกลาง การต่อกับโหลดตัวแทนควรทำด้วยสายเชื่อมตัวนำทองแดงขนาด 50 ตารางมิลลิเมตร ยาว 3 เมตร 2 เส้น

ก.15.1.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ A

ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบง่าย ๆ นี้สามารถให้ผลการทดสอบที่อาจมองว่ามีผลร้ายสูง และดังนั้นอาจใช้สำหรับการทดสอบเบื้องต้นด้วย

วัดกระแสไฟฟ้าเข้าค่าแรกกำลังสองเฉลี่ยครั้งแรกด้วยการโหลด EUT ด้วยโหลดเชิงต้านทานที่เทียบเท่ากับกระแสและแรงดันไฟฟ้าด้านออกระบุ และครั้งที่สองโหลดด้วยความต้านทานลัดวงจรที่ระบุ $R_{\text{short circuit}}$ ที่ให้ไว้ในตารางที่ ก.1 ความแตกต่างของค่ากระแสไฟฟ้าเข้าค่าแรกกำลังสองเฉลี่ยที่วัดได้ ΔI_{input} ถูกใช้เพื่อหาค่า ΔU ในกระบวนการประเมิน

ก.15.1.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ B

ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบนี้ยุ่งยากกว่าการทดสอบ A แต่ให้ผลที่เป็นจริงมากกว่า

พารามิเตอร์ที่ให้ไว้ในตารางที่ ก.1 ต้องจำลองขึ้นโดยโหลดเชิงต้านทานมีการสวิตช์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถเปลี่ยนจากค่า “โหลดปกติ” ไปเป็นค่า “ลัดวงจร” ที่มีความต้านทานที่ระบุสำหรับเวลาหยุดที่ระบุที่มุมเฟสที่กำหนดตามแรงดันไฟฟ้าเข้า

การเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าด้านเข้า (ตัวอย่างค่าแรกกำลังสองเฉลี่ย 10 มิลลิวัตต์) ที่เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงโหลดเหล่านี้บนด้านออกต้องวัดด้วยหกดเริ่มที่จุดผ่านศูนย์และหนึ่งไว้ 2 มิลลิวัตต์ 4 มิลลิวัตต์ 6 มิลลิวัตต์ และ 8 มิลลิวัตต์ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าลัพท์ต้องใช้ในการกระบวนการประเมิน

ก.15.1.3 กระบวนการประเมิน P_{st}

P_{st} ของ EUT ต้องคำนวณโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$P_{\text{st}} = 0.365 \times \Delta U \times F \times r^{0.31} \times R$$

เมื่อ

$$\Delta U = \Delta I_{\text{input}} \times Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n \quad \%$$

F คือ ตัวประกอบความเทียบเท่า ขึ้นอยู่กับรูปร่างของลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า ; สำหรับ การเชื่อม MMA $F = 1.0$

r คือ ความถี่ของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต่ออนาติ

R คือ สัมประสิทธิ์ ขึ้นอยู่กับความถี่ที่ซ้ำ ซึ่งมีค่าแสดงไว้ในตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 ตัวประกอบความถี่ R ที่สัมพันธ์กับอัตราการใช้ “ r ”

r เป็นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า ต่อนาที	R	r เป็นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า ต่อนาที	R
0.2	0.98	2	0.99
0.3	1.03	3	1.00
0.4	1.02	4	1.00
0.5	1.00	5	1.03
0.6	1.00	6	1.02
0.7	1.02	7	1.02
0.8	1.00	8	1.03
0.9	1.00	9	1.03
1.0	1.00	10	1.08

หมายเหตุ ในทางปฏิบัติกระบวนการเชื่อม MMA ประกอบด้วย การเตรียมชิ้นงาน เวลาการเชื่อม เวลาที่ทำงานกับตะขีบ และเวลาที่เปลี่ยนอิเล็กโทรด ดังนั้นเวลาใช้งานที่ประมาณการซึ่งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าถูกทำให้มีขึ้นจะเป็นแค่ 2.5 นาทีในทุกๆ 10 นาทีที่แทนโดยวัฏจักรหน้าที่เป็น 0.25 ค่าของ r สำหรับการทำงานนี้เป็น 0.2 ครั้งต่อนาที ในลักษณะที่มีเพียงการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าตอนที่เริ่มและสิ้นสุดคาบของการเชื่อมเป็นนัยสำคัญ

ผลต้องเป็นไปตามขีดจำกัดในข้อ 5 ถ้าขีดจำกัดเกินบริษัทต้องไม่ได้รับการประกาศว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้ และต้องใช้ขั้นตอนการดำเนินการตาม มอก.2484

ก.15.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบสำหรับ d_c

กระแสไฟฟ้าเข้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยต้องวัดครั้งแรกด้วย EUT ที่โหลดด้วยโหลดเชิงต้านทานที่เทียบเท่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าด้านออกสูงสุดที่กำหนด และครั้งที่สองด้วยโหลดที่เทียบเท่าภาวะว่างงาน ความแตกต่างระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าด้านเข้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยต้องใช้ในกระบวนการประเมิน

ก.15.2 การประเมิน d_c

ต้องหา d_c โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$d_c = \Delta I_{\text{input}} \times Z_{\text{ref}} \times 100 / U_N$$

ผลต้องเป็นไปตามขีดจำกัดในข้อ 5 ถ้าขีดจำกัดเกินบริษัทต้องไม่ได้รับการประกาศว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้ และต้องใช้ขั้นตอนการดำเนินการตาม มอก.2484

ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

**ภาวะทดสอบและขั้นตอนการดำเนินการสำหรับการวัด
การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า $d_{\max}$ ที่เกิดขึ้นจากการสวิตช์ด้วยมือ**

ข.1 บทนำ

การแปรผันที่เห็นได้ชัดในการออกแบบและลักษณะสมบัติของการสวิตช์ด้วยมือที่ทำให้เกิดการแปรผันอย่างกว้างขวางในผลของการวัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า ขั้นตอนการดำเนินการวัดขึ้นอยู่กับการทำงานจริงของสวิตช์ทำงานด้วยมือของ EUT เป็นสิ่งจำเป็น

ดังนั้นต้องใช้วิธีทางสถิติกับการวัด $d_{\max}$ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการทดสอบที่มีความทำซ้ำได้

ข.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

ก) การวัดหาข้อมูลกระแสไฟฟ้าไหลพุ่งต้องทำตามลำดับต่อไปนี้

- เริ่มการวัด
- เปิดสวิตช์ EUT (เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า)
- ปล่อยให้ EUT ทำงานนานที่สุดเท่าที่จะทำได้ภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติในระหว่างช่วงเวลาการวัด 1 นาที
- ปิดสวิตช์ EUT ก่อนสิ้นสุดช่วงเวลาการวัด 1 นาที และต้องแน่ใจว่าส่วนเคลื่อนที่ทั้งหมดภายใน EUT หยุดนิ่งและอุปกรณ์ลดความรุนแรงของ $d_{\max}$ ใดๆมีเวลาในการเย็นลงสู่อุณหภูมิโดยรอบก่อนช่วงเวลาการวัดช่วงต่อไปจะเริ่มขึ้น
- เริ่มการวัดครั้งต่อไป

หมายเหตุ วิธีระบายความร้อนอาจเป็นวิธีธรรมชาติหรือวิธีเร่ง และคาบระบายความร้อนควรระบุไว้โดยผู้ผลิตบริษัท ถ้าต้องการ

ข) ผลการทดสอบสุดท้ายต้องคำนวณโดยการตัดผลการทดสอบสูงสุดและต่ำสุดทิ้ง และหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ 22 ค่าที่เหลือ