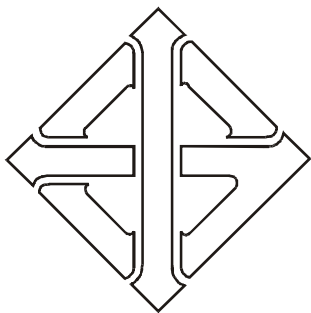




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2483 – 2553

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-4 ขีดจำกัด - ขีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสฮาร์มอนิก
ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีกระแส
ไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

PART 3-4: LIMITS - LIMITATION OF EMISSION OF HARMONIC CURRENTS IN LOW-VOLTAGE POWER
SUPPLY SYSTEMS FOR EQUIPMENT WITH RATED CURRENT GREATER THAN 16 A

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 33.100.10

ISBN 978-616-231-319-6

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-4 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสดำเนินการ
ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริภัณฑ์
ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์

มอก. 2483 — 2553

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 99 ง
วันที่ 1 กันยายน พุทธศักราช 2554

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 890
มาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

ประธานกรรมการ

รศ. วีระเชษฐ์ ชันเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรรมการ

นายเสน่ห์ สายวงศ์

นายชุมพร เครือขวัญ

นายจักรพันธ์ แซ่ลี

นายกมล เอื้อชินกุล

นายมนตรี นันทนุรักษ์

นายธงชัย นิวิจรรย์รงค์

นายวิชัย ดีเจริญกุล

นายสมนึก ชินวานิชย์เจริญ

นายธีรศักดิ์ อนันตกุล

นายอำนาจ เสนีตันติกุล

นายภูติ สวัสดิ์รางคกุล

รศ. สันติ อัครศรีพงษ์ธร

นายทศพร อุดมสินศิริกุล

นายคเชนทร์ ประสาน

นายสุเมธ อักษรกิตติ

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

กรมประชาสัมพันธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

การไฟฟ้านครหลวง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

บริษัท ซินคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

บริษัท สามารทคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นายสุรยุทธ บุญมาทัต

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำมักมีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณปล่อยซึ่งเกิดขึ้นจากผู้ใช้ไฟฟ้านำบริษัทไฟฟ้าที่มีสัญญาณรบกวน สูงมาต่อเข้ากับระบบ เพื่อให้มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-4 ซีตจำกัด-ซีตจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสฮาร์โมนิกในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำ สำหรับบริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์ ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 61000-3-4(1998-10)	Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-4 : Limits-Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A
------------------------	--

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม
มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4337 (พ.ศ. 2554)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-4 ชีตจำกัด - ชีตจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสมอนิก
ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-4 ชีตจำกัด - ชีตจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสมอนิกในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์ มาตรฐานเลขที่ มอก.2483-2553 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2554

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

**เล่ม 3-4 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสมอนิก
ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด
มากกว่า 16 แอมแปร์**

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เกี่ยวข้องกับสัญญาณปล่อยที่เป็นสัญญาณรบกวนเนื่องจากฮาร์โมนิก

ข้อแนะนำของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้ได้กับบริภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าที่กำหนดเกิน 16 แอมแปร์ต่อเฟส และตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำสาธารณะแบบต่อไปนี้

- แรงดันไฟฟ้าระบุไม่เกิน 240 โวลต์ เฟสเดียว สองหรือสามสาย
- แรงดันไฟฟ้าระบุไม่เกิน 600 โวลต์ สามเฟส สามหรือสี่สาย
- ความถี่ระบุ 50 เฮิร์ตซ์

ระบบจ่ายไฟฟ้าอื่นๆไม่รวมอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้คือการทดสอบเฉพาะแบบของขึ้นสมมูลของบริภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น พัดลมความเร็วแปรผัน และไม่ใช่ของส่วนประกอบ ตัวอย่างเช่น ตัวแปลงผัน

การต่อของบริภัณฑ์นี้เข้ากับแหล่งจ่ายโดยทั่วไปต้องการข้อตกลงพิเศษระหว่างการไฟฟ้ากับผู้ซื้อ ข้อตกลงนี้จะขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายตัว รวมทั้งระดับที่คาดหวังของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นโดยบริภัณฑ์ และสถานการณ์จริงที่จุดต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า

ข้อแนะนำเหล่านี้ระบุข้อมูลที่ต้องการที่ทำให้การไฟฟ้าสามารถประเมินบริภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณรบกวนฮาร์โมนิก และตัดสินใจว่าจะยอมรับให้ต่อบริภัณฑ์หรือไม่ในมุมมองของความเพี้ยนฮาร์โมนิก

หมายเหตุ 1 สำหรับแบบของบริภัณฑ์เหล่านี้ สามารถให้ข้อแนะนำทั่วไปเกี่ยวกับการประเมินสัญญาณรบกวนเท่านั้น ไม่รับรองว่าการต่อบริภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อแนะนำนี้จะได้รับอนุญาตทุกกรณี ตามข้อตกลงที่จะต่อบริภัณฑ์เข้ากับระบบจ่ายขึ้นอยู่กับระดับของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นโดยบริภัณฑ์และภาวะโหลดในโครงข่าย

หมายเหตุ 2 ข้อแนะนำเหล่านี้สามารถใช้ได้กับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าที่กำหนดต่ำด้วย แต่ต้องการข้อตกลงพิเศษของการไฟฟ้า (ดู มอก.1448)

หมายเหตุ 3 ข้อแนะนำเหล่านี้ไม่ใช้กับตัวกรองกัมมันต์

คำแนะนำให้ไว้ในเรื่อง

- ก) กำลังไฟฟ้าลัดวงจรที่ต้องการ สำหรับบริษัทที่ส่งฮาร์โมนิกออกมา ที่ถูกทดสอบหรือจำลองขึ้นภายใต้ภาวะที่ระบุ
- ข) วิธีทดสอบเฉพาะแบบหรือภาวะจำลอง

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

มอก. 1444 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 2 สิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 1 การอธิบายสิ่งแวดล้อม- สิ่งแวดล้อมทางแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับสัญญาณรบกวนและการส่งสัญญาณความถี่ต่ำที่นำมาตามสายในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าสาธารณะ

มอก.1445 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 2 สิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 2 ระดับความเข้ากันได้สำหรับสัญญาณรบกวนและการส่งสัญญาณความถี่ต่ำที่นำมาตามสายในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ

มอก.1448 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-2 : ชีดจำกัด-ชีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสฮาร์โมนิก (กระแสไฟฟ้าเข้าของบริษัท ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส)

มอก.1450 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3 ชีดจำกัด – ส่วนที่ 5 : ชีดจำกัดสำหรับการกระเพื่อมและการกะพริบของแรงดันไฟฟ้าในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำ สำหรับบริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์

มอก. 1456 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 4 เทคนิคการทดสอบและการวัด ส่วนที่ 7 ข้อเสนอแนะทั่วไปเกี่ยวกับการวัดฮาร์โมนิกส์และอินเตอร์ฮาร์โมนิกส์ และการใช้เครื่องมือวัด สำหรับระบบส่งกำลัง และบริษัทซึ่งต่อเข้ากับระบบเหล่านั้น

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานนี้มีดังต่อไปนี้ และเพิ่มเติมด้วยบทนิยามตาม IEC 60050(161)

3.1 ความเพี้ยนฮาร์โมนิกโดยรวม (total harmonic distortion: *THD*) หมายถึง อัตราส่วนของค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของฮาร์โมนิก (ในบริบทนี้กระแสฮาร์โมนิก I_n ของลำดับ n) กับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของหลักมูล นั่นคือ

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

3.2 ความเพี้ยนฮาร์มอนิกถ่วงน้ำหนักบางส่วน (partial weighted harmonic distortion: *PWHD*) หมายถึง อัตราส่วนของค่ารากกำลังสองเฉลี่ยกลุ่มฮาร์มอนิกลำดับสูงที่เลือก (ในที่นี้เริ่มจากฮาร์มอนิกที่ 14) ถ่วงน้ำหนักด้วยฮาร์มอนิกลำดับที่ n กับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของหลักมูล

$$PWHD = \sqrt{\sum_{n=14}^{40} n \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

หมายเหตุ ความเพี้ยนฮาร์มอนิกถ่วงน้ำหนักบางส่วนถูกใช้เพื่อให้แน่ใจว่าผลของกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกลำดับสูงในผลลัพธ์จะถูกลดลงอย่างพอเพียงและไม่ต้องระบุขีดจำกัดแต่ละตัว

3.3 จุดต่อร่วม (point of common coupling: PCC) หมายถึง จุดในโครงข่ายสาธารณะซึ่งใกล้กับส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้บริโภคมากที่สุด และเป็นจุดซึ่งผู้บริโภคคนอื่นต่อหรืออาจต่อ

3.4 การติดตั้งของผู้บริโภค (consumer's installation) หมายถึง บริภัณฑ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับผู้บริโภค รวมทั้งบริภัณฑ์ป้องกันและควบคุม และสายไฟฟ้า ที่ต่ออยู่ที่ด้านผู้บริโภคจากจุดที่ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายสาธารณะ

3.5 บริภัณฑ์เฟสเดียว (single-phase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่ออยู่ระหว่างตัวนำสายเฟสเส้นหนึ่งกับตัวนำเป็นกลาง

3.6 บริภัณฑ์ระหว่างเฟส (interphase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่ออยู่ระหว่างตัวนำสายเฟสสองเส้น ตัวนำเป็นกลางไม่ถูกใช้เป็นตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้า ภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

3.7 บริภัณฑ์สามเฟส (three-phase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่อเข้ากับตัวนำสายเฟส 3 เส้น ตัวนำเป็นกลางไม่ถูกใช้เป็นตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้าภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

หมายเหตุ บริภัณฑ์ที่ตั้งใจให้ต่อเข้ากับทั้ง 3 เฟส และตัวนำเป็นกลางได้รับการพิจารณาว่าเป็นเฟสเดียวแยกกัน 3 รายการ

3.7.1 บริภัณฑ์สามเฟสสมดุล (balanced three-phase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่อเข้ากับตัวนำมีไฟ 3 เส้นของแหล่งจ่ายสามเฟส และเป็นบริภัณฑ์ซึ่งกระแสไฟฟ้าของสายหรือเฟส 3 ค่าถูกออกแบบให้เหมือนกันทางแอมพลิจูดและรูปคลื่น แต่ละเฟสกระจัดจากเฟส 2 เฟสอื่นๆ เป็น 1 ใน 3 ของคาบหลักมูล ตัวนำเป็นกลางไม่ถูกใช้เป็นตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้าภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

3.7.2 บริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล (unbalanced three-phase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่อเข้ากับตัวนำมีไฟ 3 เส้นของแหล่งจ่ายสามเฟส และเป็นบริภัณฑ์ซึ่งกระแสไฟฟ้าของสายหรือเฟส 3 ค่าไม่ถูกออกแบบให้เหมือนกันทางแอมพลิจูดหรือรูปคลื่น หรือการกระจัดระหว่างเฟส 2 เฟสใดๆ ที่นอกเหนือจาก 1 ใน 3 ของคาบหลักมูล ตัวนำเป็นกลางไม่ถูกใช้เป็นตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้าภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

3.8 กำลังไฟฟ้าลัดวงจร (short-circuit power: S_{SC}) หมายถึง ค่าของกำลังไฟฟ้าลัดวงจรสามเฟสที่คำนวณจากแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ $U_{nominal}$ และอิมพีแดนซ์ Z ที่จุดต่อร่วม, $U_{nominal}^2 / Z$

3.9 กำลังไฟฟ้าปรากฏที่กำหนดของบริภัณฑ์ (rated apparent power (S_{equ}) of the equipment) หมายถึง ค่าที่คำนวณจากกระแสไฟฟ้าสายมีไฟค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่กำหนด I_{equ} ของชั้นบริภัณฑ์ และที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด U_p (เฟสเดียว) หรือ U_i (ระหว่างเฟส)

$$S_{\text{equ}} = U_p I_{\text{equ}} \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์เฟสเดียว}$$

$$S_{\text{equ}} = U_i I_{\text{equ}} \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์ระหว่างเฟส}$$

$$S_{\text{equ}} = \sqrt{3} U_i I_{\text{equ}} \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสสมดุล}$$

$$S_{\text{equ}} = 3 U_p I_{\text{equ max}} \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล ซึ่ง } I_{\text{equ max}} \text{ เป็นค่าสูงสุดของกระแสไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่ไหลในเฟสใดเฟสหนึ่งของสามเฟส}$$

3.10 อัตราส่วนลัดวงจร (short-circuit ratio: R_{sce}) ใช้กับค่าลักษณะสมบัติของชั้นบริภัณฑ์หรือการติดตั้งของผู้บริโภค

$$R_{\text{sce}} = S_{\text{SC}} / (3 S_{\text{equ}}) \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์เฟสเดียว}$$

$$R_{\text{sce}} = S_{\text{SC}} / (2 S_{\text{equ}}) \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์ระหว่างเฟส}$$

$$R_{\text{sce}} = S_{\text{SC}} / S_{\text{equ}} \quad \text{สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสทั้งหมด}$$

4. ข้อกำหนดทั่วไป

4.1 วิธีควบคุม

วิธีควบคุมสมมาตรเท่านั้น (คือ ที่ให้ผลลัพธ์ในรูปคลื่นที่เหมือนกันสำหรับครึ่งคลื่นบวกและครึ่งคลื่นลบ) ที่ยอมให้ภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

วิธีควบคุมสมมาตรซึ่งอาจทำให้เกิดฮาร์โมนิกลำดับต่ำ ($n \leq 40$) ในกระแสไฟฟ้าเข้า ต้องไม่ใช่สำหรับการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้ตัวทำความร้อน ยกเว้นถ้ากำลังไฟฟ้าทำความร้อนน้อยกว่าร้อยละ 10 ของ S_{equ}

4.2 การวัดกระแสฮาร์โมนิก

ขีดจำกัดกระแสฮาร์โมนิกสำหรับบริภัณฑ์ที่ระบุไว้ ใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าของสายสำหรับการต่อกำลังไฟฟ้าและโหลดทุกแบบ

กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกแต่ละค่าที่ต่ำกว่าร้อยละ 0.6 ของกระแสไฟฟ้าเข้าหลักมูล ไม่ต้องนำมาพิจารณา

กระแสไฟฟ้า I_1 ในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 คือส่วนประกอบหลักมูลของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดของบริภัณฑ์

ภาวะทดสอบสำหรับการวัดหรือการคำนวณกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก ให้ไว้ในข้อ 7

ก) กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่สิ้นสุดลงในเวลาไม่เกิน 10 วินาที เมื่อชั้นของบริภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานหรือหยุดการใช้งาน ด้วยมือหรือโดยอัตโนมัติ ต้องไม่เกิน 1.5 เท่าของค่าขีดจำกัดที่ให้ไว้สำหรับขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง

ข) ชิดจำกัดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 ใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการประเมินค่าของบริภัณฑ์หรือส่วนของบริภัณฑ์ ตามข้อ 7

อย่างไรก็ตาม สำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกลำดับที่ 2 ถึง 10 และกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 ถึง 19 ค่าไม่เกิน 1.5 เท่าของขีดจำกัดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 ยอมให้ใช้ได้สำหรับฮาร์มอนิกแต่ละฮาร์มอนิกในระหว่างค่าสูงสุดเป็นร้อยละ 10 กับคาบสังเกตใดๆเป็นเวลา 2.5 นาที

4.3 บริภัณฑ์ที่ประกอบด้วยรายการที่สมบูรณ์ในตัวหลายรายการ

ในกรณีที่บริภัณฑ์ประกอบด้วยรายการที่สมบูรณ์ในตัวหลายรายการซึ่งมีสายนำจ่ายร่วม กระแสไฟฟ้าเข้าทั้งหมดของบริภัณฑ์ต้องได้รับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับขีดจำกัดที่ให้ไว้ในข้อ 5 ตารางที่ 1 ถึง 3

5. ขั้นตอนการดำเนินการต่อบริภัณฑ์

กลุ่มของขั้นตอนการประเมินที่ต่อเนื่องกันที่เป็นไปได้กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ถ้าบริภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดของขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แนะนำว่าไม่ควรปฏิเสธการต่อด้วยเหตุผลทางสัญญาณปล่อยฮาร์มอนิก

ขั้นตอน 1: การต่ออย่างง่าย

ขั้นตอน 2: การตอบบนพื้นฐานของข้อมูลโครงข่ายและบริภัณฑ์

ขั้นตอน 3: การตอบบนพื้นฐานของกำลังไฟฟ้าที่ผู้บริโภคได้ทำข้อตกลงไว้

สำหรับบริภัณฑ์ที่กระแสไฟฟ้าเข้าต่อเฟส เกิน 75 แอมแปร์ ให้ใช้ขั้นตอน 3 ในกรณีใดๆ

หมายเหตุ ตัวเลขที่ให้ไว้ใช้ได้กับระบบ 230/400 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ ตัวเลขสำหรับระบบอื่นอยู่ในระหว่างการพิจารณา

5.1 ขั้นตอน 1: การต่ออย่างง่าย

บริภัณฑ์ที่เป็นไปตามตารางที่ 1 สำหรับสัญญาณปล่อยที่เป็นกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่เข้าสู่ระบบจ่ายไฟฟ้าสาธารณะ สามารถต่อที่จุดใดๆของระบบจ่ายไฟฟ้า หากอัตราส่วนลัดวงจร R_{sc} เท่ากับหรือมากกว่า 33

หมายเหตุ 1 อัตราส่วนลัดวงจรที่น้อยกว่า 33 ไม่ต้องพิจารณา กรณีนี้บริภัณฑ์ไม่เป็นไปตาม มอก.1450 และต้องได้รับความยินยอมจากหน่วยงานจ่ายไฟฟ้า

หมายเหตุ 2 เพื่อจำกัดความลึกของร่องการสับเปลี่ยนของตัวแปลงผัน อัตราส่วนลัดวงจรที่สูงกว่า 33 อาจจำเป็น

ตารางที่ 1 ขั้นตอน 1 ค่าสัญญาณปล่อยกระแสสำหรับการต่ออย่างง่าย

ของบริภัณฑ์ ($S_{\text{equ}} \leq S_{\text{SC}}/33$)

หมายเลขฮาร์โมนิก n	กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ยอมให้ $I_n/I_1^* \%$	หมายเลขฮาร์โมนิก n	กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ยอมให้ $I_n/I_1^* \%$
3	21.6	21	≤ 0.6
5	10.7	23	0.9
7	7.2	25	0.8
9	3.8	27	≤ 0.6
11	3.1	29	0.7
13	2	31	0.7
15	0.7	≥ 33	≤ 0.6
17	1.2		
19	1.1	คู่	$\leq 8/n$ หรือ ≤ 0.6

* I_1 = กระแสไฟฟ้าหลักมูลที่กำหนด; I_n = ส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก

5.2 ขั้นตอน 2: การตอบบนพื้นฐานของข้อมูลโครงข่ายและบริภัณฑ์

สำหรับบริภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามค่าสัญญาณปล่อยของตารางที่ 1 อาจยอมให้มีสัญญาณปล่อยค่าที่สูงกว่า หากอัตราส่วนลัดวงจร R_{scc} มากกว่า 33

ตารางที่ 2 ขั้นตอน 2 ค่าสัญญาณปล่อยกระแสสำหรับบริภัณฑ์เฟสเดียว

ระหว่างเฟส และสามเฟสไม่สมดุล

R_{scc} ต่ำสุด	ตัวประกอบความเพี้ยนกระแสไฟฟ้า ฮาร์โมนิกที่ยอมให้ %		กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก ที่ยอมให้แต่ละค่า I_n/I_1^* %					
	THD	$PWHD$	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}
66	25	25	23	11	8	6	5	4
120	29	29	25	12	10	7	6	5
175	33	33	29	14	11	8	7	6
250	39	39	34	18	12	10	8	7
350	46	46	40	24	15	12	9	8
450	51	51	40	30	20	14	12	10
600	57	57	40	30	20	14	12	10

หมายเหตุ 1 ค่าสัมพัทธ์ของฮาร์โมนิกคู่ต้องไม่เกินร้อยละ 16/n

หมายเหตุ 2 ยอมให้ประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นระหว่างค่า R_{scc} ที่ติดต่อกัน

หมายเหตุ 3 ในกรณีของบริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล ค่าเหล่านี้ใช้ได้กับแต่ละเฟส

* I_1 = กระแสไฟฟ้าหลักมูลที่กำหนด; I_n = ส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก

ตารางที่ 3 ขั้นตอน 2 ค่าสัญญาณปล่อยกระแสสำหรับบริภัณฑ์สามเฟสสมดุล

R_{scc} ต่ำสุด	ตัวประกอบความเพี้ยนกระแสไฟฟ้า ฮาร์มอนิกที่ยอมให้ %		กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก ที่ยอมให้ แต่ละค่า I_n/I_1^* %			
	<i>THD</i>	<i>PWHD</i>	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
66	16	25	14	11	10	8
120	18	29	16	12	11	8
175	25	33	20	14	12	8
250	35	39	30	18	13	8
350	48	46	40	25	15	10
450	58	51	50	35	20	15
600	70	57	60	40	25	18
หมายเหตุ 1 ค่าสัมพัทธ์ของฮาร์มอนิกคู่ต้องไม่เกินร้อยละ 16/n						
หมายเหตุ 2 ยอมให้ประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นระหว่างค่า R_{scc} ที่ติดต่อกัน						
* I_1 = กระแสไฟฟ้าหลักมูลที่กำหนด; I_n = ส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก						

5.3 ขั้นตอน 3: การตอบบนพื้นฐานของกำลังไฟฟ้าที่ผู้บริโภคได้ทำข้อตกลงไว้

ถ้าไม่เป็นไปตามภาวะของขั้นตอน 1 หรือขั้นตอน 2 หรือถ้ากระแสไฟฟ้าเข้าของบริภัณฑ์เกิน 75 แอมแปร์ หน่วยงานจ่ายไฟฟ้าอาจขอรับการต่อของบริภัณฑ์บนพื้นฐานของกำลังไฟฟ้ากัมมันต์ที่ผู้บริโภคได้ทำข้อตกลงไว้ ข้อกำหนดท้องถิ่นของหน่วยงานจ่ายไฟฟ้าสามารถใช้ในกรณีนี้ได้

6. การจัดทำเอกสารผลิตภัณฑ์

6.1 ทั่วไป

ผู้ซื้อจำเป็นต้องได้รับข้อมูลจากผู้ขายที่รับผิดชอบ ว่า

- บริภัณฑ์อาจก่อให้เกิดการแทรกสอดทางแม่เหล็กไฟฟ้า
- ข้อตกลงของหน่วยงานจ่ายไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็น ก่อนที่จะตอบริภัณฑ์เข้ากับแหล่งจ่ายสาธารณะ
- ข้อเสนอแนะจากหน่วยงานจ่ายไฟฟ้าอาจจำเป็น ก่อนการต่อเข้ากับแหล่งจ่ายสาธารณะ

6.2 ขั้นตอน 1

สำหรับบริภัณฑ์ที่เป็นไปตามขั้นตอน 1 ผู้ผลิตต้องแจ้งในคู่มือข้อเสนอแนะ หรือระบุข้อความ “บริภัณฑ์ตาม มอก. 2483 ที่ให้ $R_{scc \min} = 33$ ตามที่ทวนสอบโดยหน่วยงานจ่ายไฟฟ้า”

6.3 ขั้นตอน 2

สำหรับบริษัทที่เป็นไปตามขั้นตอน 2 ผู้ผลิตต้องแจ้งในคู่มือข้อมแนะนำ หรือระบุข้อความ “บริษัทตาม มอก. 2483 ที่ให้ $R_{sc\ min} = xx$ ตามที่ทวนสอบโดยหน่วยงานจ่ายไฟฟ้า” โดยที่ xx คือค่าต่ำสุดของ R_{sc} ซึ่งทำให้ค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 2 หรือตารางที่ 3 ไม่เกิน

6.4 ขั้นตอน 3

สำหรับบริษัทที่ไม่เป็นไปตามขั้นตอน 1 หรือขั้นตอน 2 ผู้ผลิตต้องแจ้งในคู่มือข้อมแนะนำ หรือระบุข้อความ “บริษัทมีขีดจำกัดเกินค่าที่กำหนดใน มอก.2483 ” นอกจากนั้นผู้ผลิตต้องให้ค่าฮาร์มอนิกแต่ละตัวที่วัดได้และค่า THD และค่า $PWHD$ ที่หาได้ตามข้อ 7

7. วิธีสำหรับการทดสอบเฉพาะแบบ

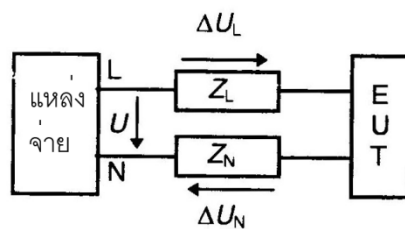
สำหรับการทดสอบเฉพาะแบบ อาจใช้ 2 วิธีที่แตกต่างกัน โดยเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งหรือ 2 วิธีรวมกัน

ก) การวัดสัญญาณปล่อยโดยตรง (ดูข้อ 7.1)

ข) การคำนวณสัญญาณปล่อยโดยการจำลองที่มีผลใช้ได้ (ดูข้อ 7.2)

7.1 ข้อกำหนดสำหรับวงจรวัด

ในกรณีการวัดสัญญาณปล่อยโดยตรง การจัดเพื่อการวัดให้ไว้ในรูปที่ 1 และรูปที่ 2



U = แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย สายมีไฟ-สายเป็นกลาง

$Z_{L,N}$ = อิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้าและส่วนรับรู้กระแสไฟฟ้า

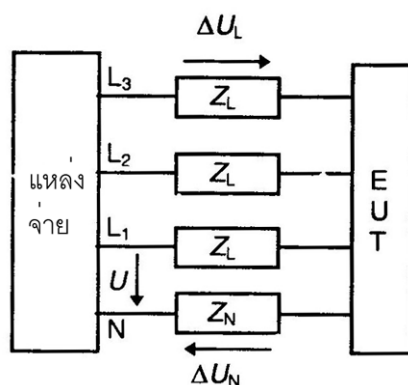
EUT = บริษัทที่ทดสอบ

ΔU = แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม Z_L และ Z_N ($\Delta U = \Delta U_L + \Delta U_N$)

L = การต่อสายมีไฟ

N = การต่อสายเป็นกลาง

รูปที่ 1 การจัดเพื่อการวัดสัญญาณปล่อยเฟสเดียว



U = แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย สายมีไฟ-สายเป็นกลาง

$Z_{L,N}$ = อิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้าและส่วนรับรู้กระแสไฟฟ้า

EUT = บริภัณฑ์ที่ทดสอบ

ΔU = แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม Z_L และ Z_N ($\Delta U = \Delta U_L + \Delta U_N$) ; ระหว่างเฟส ($\Delta U = 2 \Delta U_L$)

L = การต่อสายมีไฟ

N = การต่อสายเป็นกลาง

รูปที่ 2 การจัดเพื่อการวัดสัญญาณปล่อยสามเฟส

ในขณะทำการวัด แรงดันไฟฟ้าทดสอบ U ที่ขั้วต่อของแหล่งจ่ายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ก) แรงดันไฟฟ้าทดสอบ U ต้องเป็นแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบริภัณฑ์ ในกรณีที่เป็นพัลส์แรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องเป็น 230 โวลต์สำหรับแหล่งจ่ายเฟสเดียวหรือสามเฟส (สมนัยกับ 400 โวลต์ ระหว่างเฟส) ต้องรักษาแรงดันไฟฟ้าทดสอบไว้ภายใน $\pm$ ร้อยละ 2.0 และความถี่ภายใน $\pm$ ร้อยละ 0.5 ของค่าระบุ

หมายเหตุ แรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับแหล่งจ่ายอื่นอยู่ในระหว่างการพิจารณา

ข) ในกรณีของแหล่งจ่ายสามเฟส มุมระหว่างแรงดันไฟฟ้าหลักมูลบนคู่เฟสแต่ละคู่ของแหล่งจ่ายสามเฟส ต้องเป็น 120 องศา ± 1.5 องศา

ค) อัตราส่วนฮาร์มอนิกของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ U ต้องไม่เกินค่าต่อไปนี้ เมื่อต่อ EUT ในลักษณะการทำงานตามปกติ

ร้อยละ 0.9 สำหรับฮาร์มอนิกลำดับที่ 3

ร้อยละ 0.4 สำหรับฮาร์มอนิกลำดับที่ 5

ร้อยละ 0.3 สำหรับฮาร์มอนิกลำดับที่ 7

ร้อยละ 0.2 สำหรับฮาร์มอนิกลำดับที่ 9

ร้อยละ 0.2 สำหรับฮาร์มอนิกลำดับที่ 2 ถึง 10

ร้อยละ 0.1 สำหรับฮาร์มอนิกลำดับที่ 11 ถึง 40

ง) ค่ายอดของแรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องอยู่ภายใน 1.40 และ 1.42 เท่าของค่ารากกำลังสองเฉลี่ย และต้องถึงค่านี้ภายใน 87 องศา ถึง 93 องศา หลังผ่านศูนย์ (zero crossing)

แรงดันไฟฟ้าตก ΔU รวมอิมพีแดนซ์ของส่วนรับรู้กระแสและสายไฟต้องไม่เกิน $0.5 V_{peak}$

กำลังไฟฟ้าของบริภัณฑ์ ถ้าต้องการ ต้องวัดโดยใช้แรงดันไฟฟ้า U ที่แสดงในรูปที่ 1 หรือรูปที่ 2 และกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่ EUT

ข้อกำหนดสำหรับเครื่องวัด ให้ไว้ในภาคผนวก ข. ของ มอก.1448

กระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์สามเฟสสมดุลอาจวัดในเฟสเดียวเท่านั้น แต่ในกรณีที่สงสัยและกรณีใดๆ สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล ทั้ง 3 เฟสต้องถูกทดสอบ

หมายเหตุ สำหรับการประเมินสัญญาณปล่อย ดู มอก.1456

7.2 ข้อกำหนดสำหรับการจำลอง

การประเมินสัญญาณปล่อยกระแสไฟฟ้าและค่า $R_{s_{ce\ min}}$ ที่สมนัยกัน สามารถทำได้โดยการจำลองบริภัณฑ์ที่พิจารณาด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีผลใช้ได้ ต้องทำโดยใช้ขั้นตอนต่อไปนี้

ก) การวัดแบบของบริภัณฑ์ภายใต้ภาวะห้องปฏิบัติการปกติ ด้วยการจัดเพื่อการทดสอบที่สมนัยกับรูปที่ 1 และรูปที่ 2

แรงดันไฟฟ้าป้อน U อาจเพิ่มขึ้นไป อย่างไรก็ตามแรงดันไฟฟ้าฮาร์มอนิกแต่ละลำดับไม่ควรเกินร้อยละ 70 ของระดับที่เข้ากันได้ให้ไว้ใน มอก.1445

ถ้าเป็นไปได้ $R_{s_{ce\ actual}} = S_{sc\ actual} / S_{equ}$ และ $R_{s_{ce\ expected}}$ ต้องเข้ากันพอดี

$R_{s_{ce\ expected}}$ คือค่าที่คาดหวังให้เข้ากันพอดีกับค่า $R_{s_{ce}}$ ในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 ตามกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกภายใต้ภาวะทดสอบ

สเปกตรัมแรงดันไฟฟ้าในระหว่างการทดสอบและอิมพีแดนซ์แหล่งจ่าย (ค่าที่ความถี่หลักมูล ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในรูปของ S_{sc} รวมถึงอิมพีแดนซ์ของส่วนรับรู้กระแสไฟฟ้าและสายไฟ) ต้องบันทึกไว้

ข) การจำลองบริภัณฑ์ด้วยซอฟต์แวร์และขั้นตอนการดำเนินการของผู้ผลิต

ค่าที่วัดได้ของสเปกตรัมแรงดันไฟฟ้าและอิมพีแดนซ์แหล่งจ่ายให้นำมาเป็นพารามิเตอร์ด้านเข้าในการจำลองกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่คำนวณได้โดยการจำลองนี้จะถูกเปรียบเทียบกับผลของการวัดภายใต้ข้อ ก) การจำลองนี้ถือว่ามิผลใช้ได้ถ้าผลจากการวัดและการจำลองไม่แตกต่างกันเกินค่าสูงสุดต่อไปนี้

- $\pm$ ร้อยละ 5 สำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกแต่ละค่าที่วัดได้ หรือ
- $\pm$ ร้อยละ 0.6 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูล

หมายเหตุ การมีผลใช้ได้ของการจำลองไม่จำเป็นต้องทำซ้ำสำหรับ EUT แต่ละเครื่อง ถือว่ามีผลใช้ได้ถ้าแบบเดียวกันของบริษัท ถูกศึกษาและถ้ากำลังไฟฟ้าเข้าที่กำหนดแตกต่างจากค่าของ EUT ในข้อ ก) ไม่เกินร้อยละ 25

ค) การจำลองซ้ำด้วยข้อมูลด้านเข้าตามข้อกำหนดที่ให้ไว้ในข้อ 7.1 ค่าที่คำนวณถือว่าเป็นกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก ภายใต้ภาวะทดสอบและอาจใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งค่า $R_{\text{sc min}}$ จากตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3

7.3 ภาวะทดสอบและภาวะจำลอง

ภาวะทดสอบสำหรับการวัดหรือการประเมินการจำลองของกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่เกี่ยวข้องกับบางแบบของ บริษัทที่ให้ไว้ในข้อย่อต่อไปนี้ สำหรับบริษัทที่ไม่ได้กล่าวถึง ตัวควบคุมหรือโปรแกรมอัตโนมัติของผู้ใช้ต้อง ถูกปรับตั้งให้ได้กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกสูงสุดภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ สำหรับส่วนประกอบฮาร์มอนิกที่ ติดต่อกันแต่ละตัว หมุนเวียนกันไป

ให้ทดสอบบริษัทในลักษณะที่นำเสนอโดยผู้ผลิต อาจให้ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ของผู้ผลิตทำงานก่อนที่จะทดสอบเพื่อให้ แน่ใจว่าผลการทดสอบที่ได้สมนัยกับการใช้งานปกติ

7.3.1 ภาวะทดสอบสำหรับหน่วยขับที่ถูกควบคุมซึ่งใช้ตัวแปลงผันแหล่งจ่ายกระแสหรือแหล่งจ่ายแรงดันที่ด้าน ออก (อยู่ในระหว่างการพิจารณา)

7.3.2 ภาวะทดสอบสำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่องในแบบวิธีการทำงานซึ่งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง กำเนิดฮาร์มอนิกเอง (ไม่ใช่แบบวิธีทางเบี่ยง) (อยู่ในระหว่างการพิจารณา)

7.3.3 ภาวะทดสอบสำหรับบริษัทเทคโนโลยีสารสนเทศกำลังสูง (อยู่ในระหว่างการพิจารณา)

7.3.4 ภาวะทดสอบสำหรับบริษัทอื่น

ภาวะทดสอบสำหรับบริษัทอื่นจะให้ไว้ตามที่ต้องการ