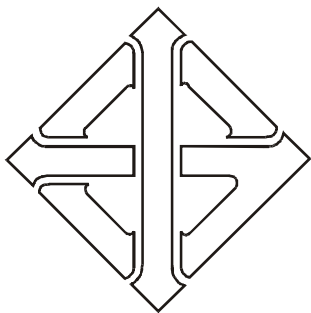




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2485 – 2553

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-12 ขีดจำกัด - ขีดจำกัดสำหรับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจาก
ผลิตภัณฑ์ที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มี
กระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ และไม่เกิน 75 แอมแปร์ต่อเฟส

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

PART 3-12 : LIMITS - LIMITS FOR HARMONIC CURRENTS PRODUCED BY EQUIPMENT
CONNECTED TO PUBLIC LOW-VOLTAGE SYSTEMS WITH INPUT CURRENT > 16 A AND ≤ 75 A
PER PHASE

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 33.100.10

ISBN 978-616-231-321-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-12 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดสำหรับกระแสน์ร่อนิกที่เกิดจาก
บริษัณท์ที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มี
กระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ และไม่เกิน 75 แอมแปร์ต่อเฟส

มอก. 2485 — 2553

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 99ง
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 สามารคคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นายสุรยุทธ บุญมาทัต

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำมักมีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณปล่อยซึ่งเกิดขึ้นจากผู้ใช้ไฟฟ้านำบริษัทไฟฟ้าที่มีสัญญาณรบกวนสูงมาต่อเข้ากับระบบ เพื่อให้มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-12 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดสำหรับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากบริษัทที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ และไม่เกิน 75 แอมแปร์ ต่อเฟส ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 61000-3-11(2000-08) Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-12: Limits-Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current $> 16\text{ A}$ and $\leq 75\text{ A}$ per phase

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4340 (พ.ศ. 2554)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-12 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดสำหรับกระแสฮาร์มอนิก

ที่เกิดจากบริภัณฑ์ที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ

ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ และไม่เกิน 75 แอมแปร์ต่อเฟส

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-12 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดสำหรับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากบริภัณฑ์ที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ และไม่เกิน 75 แอมแปร์ต่อเฟส มาตรฐานเลขที่ มอก.2485-2553 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2554

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

**เล่ม 3-12 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดสำหรับกระแสน์รโมนิกที่เกิดจากบริภณท์ที่ต่อเข้ากับระบบ
จ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ และไม่เกิน 75
แอมแปร์ ต่อเฟส**

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เกี่ยวข้องกับสัญญาณปล่อยที่เป็นสัญญาณรบกวนเนื่องจากฮาร์โมนิกที่ส่งเข้าไปในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าสาธารณะ ชีดจำกัดที่ให้ไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้ได้กับบริภณท์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าที่กำหนดเกิน 16 แอมแปร์ แต่ไม่เกิน 75 แอมแปร์ ต่อเฟส และตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำสาธารณะแบบต่อไปนี้

- แรงดันไฟฟ้าระบุไม่เกิน 240 โวลต์ เฟสเดียว สองหรือสามสาย
- แรงดันไฟฟ้าระบุไม่เกิน 690 โวลต์ สามเฟส สามหรือสี่สาย
- ความถี่ระบุ 50 เฮิรตซ์

ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าอื่นๆไม่รวมอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ชีดจำกัดที่ให้ไว้ในมาตรฐานนี้ใช้ได้กับบริภณท์เมื่อต่อเข้ากับระบบ 230/400 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ดูข้อ 5. ด้วย

หมายเหตุ ชีดจำกัดสำหรับระบบอื่นจะเพิ่มเข้ามาในมาตรฐานนี้ในอนาคต

มาตรฐานนี้ใช้ได้กับบริภณท์ที่ตั้งใจให้ต่อเชื่อมกับระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำที่ต่อประสานกับแหล่งจ่ายสาธารณะที่ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ ไม่ใช้กับบริภณท์ที่ตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำของเอกชนที่ต่อประสานกับแหล่งจ่ายสาธารณะเฉพาะที่แรงดันไฟฟ้ากลางหรือสูง

หมายเหตุ 1 ขอบข่ายของมาตรฐานนี้จำกัดอยู่ที่บริภณท์ที่ต่อเข้ากับระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำสาธารณะ เพราะว่าสัญญาณปล่อยจากบริภณท์ที่ติดตั้งในระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำของเอกชนสามารถควบคุมในผลรวมที่จุดต่อร่วมแรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ใช้ขั้นตอนการดำเนินการที่กำหนดใน IEC 61000-3-6 และ/หรือ โดยใช้ข้อตกลงแห่งสัญญาระหว่างผู้ดำเนินการโครงข่ายจ่ายกับผู้บริโภค กล่าวกับผู้ดำเนินการระบบของเอกชนจะจัดการสิ่งแวดล้อมด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในลักษณะที่มั่นใจได้ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดที่ให้ไว้ใน IEC 61000-3-6 และ/หรือ ข้อตกลงแห่งสัญญา

หมายเหตุ 2 ถ้าบริภณท์ตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบของเอกชนเท่านั้น ผู้ผลิตควรระบุไว้อย่างชัดเจนในเอกสารของผลิตภัณฑ์

หมายเหตุ 3 บริภณท์เพื่อการอาชีพซึ่งมีกระแสเข้าไม่เกิน 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ปฏิบัติตามคุณลักษณะที่ต้องการและชีดจำกัดของ มอก. 1448 อาจยอมให้ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าต่ำแบบ ในทำนองเดียวกันกับบริภณท์เพื่อการอาชีพซึ่งมีกระแสเข้ามากกว่า 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ปฏิบัติตามคุณลักษณะที่ต้องการและชีดจำกัดของ มอก.2485 (ดูภาคผนวก ก.)

หมายเหตุ 4 ชีดจำกัดในมาตรฐานนี้ไม่ใช้กับตัวกรองฮาร์โมนิกเอกเทศ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด

ก) คุณลักษณะที่ต้องการและขีดจำกัดสัญญาณปล่อยของบริษัท

ข) วิธีทดสอบเฉพาะแบบและภาวะจำลอง

การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้คือการทดสอบเฉพาะแบบของชิ้นสมบูรณ์ของบริษัท

การเป็นไปตามมาตรฐานนี้สามารถหาได้โดยการจำลองที่มีผลใช้ได้

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้เป็นเอกสารอ้างอิงที่จำเป็นสำหรับการใช้มาตรฐานนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ระบุวันที่เอกสารฉบับที่อ้างเท่านั้นที่ใช้ได้ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ไม่ระบุวันที่เอกสารอ้างอิง(รวมทั้งส่วนที่แก้ไขเพิ่มเติมใดๆ)ที่ใช้ได้คือเอกสารฉบับล่าสุด

IEC 60038, IEC standard voltages

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

มอก.1445 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 2 สิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 2 ระดับความเข้ากันได้สำหรับสัญญาณรบกวนและการส่งสัญญาณความถี่ต่ำที่นำมาตามสายในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ

IEC 61000-2-4, Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 2-4: Environment-Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances

มอก.1448 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-2 : ขีดจำกัด-ขีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสฮาร์มอนิก (กระแสไฟฟ้าเข้าของบริษัท ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส)

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

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานนี้มีดังต่อไปนี้ และเพิ่มเติมด้วยบทนิยามตาม IEC 60050(161)

3.1 ความเพี้ยนฮาร์มอนิกโดยรวม (total harmonic distortion: *THD*) หมายถึง อัตราส่วนของค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของฮาร์มอนิก (ในบริบทนี้กระแสฮาร์มอนิก I_n ของลำดับ n) กับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของหลักมูล นั่นคือ

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

หมายเหตุ บทนิยามนี้ถูกเลือกตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง คือ มอก.1445

3.2 ความเพี้ยนฮาร์โมนิกถ่วงน้ำหนักบางส่วน (partial weighted harmonic distortion: *PWHD*) หมายถึง อัตราส่วนของค่ารากกำลังสองเฉลี่ยกลุ่มฮาร์โมนิกลำดับสูงที่เลือก (ในที่นี้เริ่มจากฮาร์โมนิกที่ 14) ถ่วงน้ำหนักด้วยฮาร์โมนิกลำดับที่ n กับค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของหลักมูล

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

ความเพี้ยนฮาร์โมนิกถ่วงน้ำหนักบางส่วนถูกใช้เพื่อให้แน่ใจว่าผลของกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกลำดับสูงในผลลัพธ์จะถูกทดลองอย่างพอเพียงและไม่ต้องระบุขีดจำกัดแต่ละตัว

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

3.4 บริภัณฑ์เฟสเดียว (single-phase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่ออยู่ระหว่างตัวนำสายเฟสเส้นหนึ่งกับตัวนำเป็นกลาง

หมายเหตุ รวมถึงบริภัณฑ์ซึ่งโหลดแยกถูกต่อจากตัวนำเส้นหนึ่งหรือมากกว่า ไปยังตัวนำเป็นกลาง

3.5 บริภัณฑ์ระหว่างเฟส (interphase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่ออยู่ระหว่างตัวนำสายเฟสสองเส้น ตัวนำเป็นกลางไม่ถูกใช้เป็นตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้า ภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

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

หมายเหตุ บริภัณฑ์ที่ตั้งใจให้ต่อเข้ากับทั้ง 3 เฟส และตัวนำเป็นกลาง โดยที่ตัวนำเป็นกลางมีกระแสไหล ให้ถือว่าเป็นบริภัณฑ์เฟสเดียวแยกกัน 3 รายการ

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

3.6.2 บริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล (unbalanced three-phase equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ซึ่งต่อเข้ากับตัวนำมีไฟ 3 เส้นของแหล่งจ่ายสามเฟส และเป็นบริภัณฑ์ซึ่งกระแสไฟฟ้าของสายหรือเฟส 3 ค่าไม่ถูกออกแบบให้เหมือนกันทางแอมพลิจูดหรือรูปคลื่นหรือการกระจัดระหว่างเฟส 2 เฟสใดๆ ที่นอกเหนือจาก 1 ใน 3 ของคาบหลักมูล

3.7 บริภัณฑ์ลูกผสม (hybrid equipment) หมายถึง การรวมกันของโหลดสามเฟสสมดุลกับโหลดโหลดหนึ่งหรือมากกว่า ที่ต่อระหว่างเฟสกับสายเป็นกลางหรือระหว่างเฟสกับเฟส

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

$$S_{SC} = U_{nominal}^2 / Z$$

เมื่อ Z คือ อิมพีแดนซ์ของระบบที่ความถี่กำลัง

3.9 กำลังไฟฟ้าปรากฏที่กำหนดของบริภัณฑ์ (rated apparent power (S_{equ}) of the equipment) หมายถึง ค่าที่คำนวณจากกระแสไฟฟ้าสายมีไฟ (line current) ที่กำหนด I_{equ} ของชั้นบริภัณฑ์ที่ระบุโดยผู้ผลิต และจากแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด U_p (เฟสเดียว) หรือ U_i (ระหว่างเฟส) ดังต่อไปนี้

ก) $S_{\text{equ}} = U_p I_{\text{equ}}$ สำหรับบริภัณฑ์เฟสเดียว และส่วนเฟสเดียวของบริภัณฑ์ลูกผสม

ข) $S_{\text{equ}} = U_i I_{\text{equ}}$ สำหรับบริภัณฑ์ระหว่างเฟส

ค) $S_{\text{equ}} = \sqrt{3} U_i I_{\text{equ}}$ สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสสมดุล และส่วนสามเฟสของบริภัณฑ์ลูกผสม

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

ในกรณีที่เป็นพิสัยแรงดันไฟฟ้า U_p หรือ U_i เป็นแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบตาม IEC 60038 (ตัวอย่างเช่น 120 โวลต์ หรือ 230 โวลต์ สำหรับเฟสเดียว หรือ 400 โวลต์ เฟสต่อเฟส สำหรับระบบสามเฟส)

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

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

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

ค) $R_{\text{sce}} = S_{\text{SC}} / S_{\text{equ}}$ สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสทั้งหมด และส่วนสามเฟสของบริภัณฑ์ลูกผสม

หมายเหตุ 1 R_{sce} อาจสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณพื้นฐานที่รู้ค่าโดยใช้สมการ

$R_{\text{sce}} = U / (\sqrt{3} \times Z \times I_{\text{equ}})$ สำหรับบริภัณฑ์เฟสเดียว และส่วนเฟสเดียวของบริภัณฑ์ลูกผสม

$R_{\text{sce}} = U / (2 \times Z \times I_{\text{equ}})$ สำหรับบริภัณฑ์ระหว่างเฟส

$R_{\text{sce}} = U / (\sqrt{3} \times Z \times I_{\text{equ}})$ สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสสมดุล และส่วนสามเฟสของบริภัณฑ์ลูกผสม

$R_{\text{sce}} = U / (\sqrt{3} \times Z \times I_{\text{equ max}})$ สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล

เมื่อ $U = U_{\text{nominal}}$ และถูกสมมติให้เท่ากับ U_i หรือ $\sqrt{3} \times U_p$ แล้วแต่จะเกี่ยวข้องกับกรณีใด

หมายเหตุ 2 R_{sce} ไม่เหมือนกับ R_{sc} ตามที่ระบุใน IEC 61000-2-6

หมายเหตุ 3 สำหรับบริภัณฑ์ลูกผสม วิธีคำนวณค่า R_{sce} เดียว ให้ไว้ในข้อ 5.2

3.11 กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง (I_l) หมายถึง ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนประกอบหลักมูลของกระแสไฟฟ้าสายที่กำหนด I_{equ} ของบริภัณฑ์ (ดูข้อ 4.1 ด้วย)

3.12 กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกโดยรวม (total harmonic current: THC) หมายถึง ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยทั้งหมดของส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกลำดับที่ 2 ถึง 40

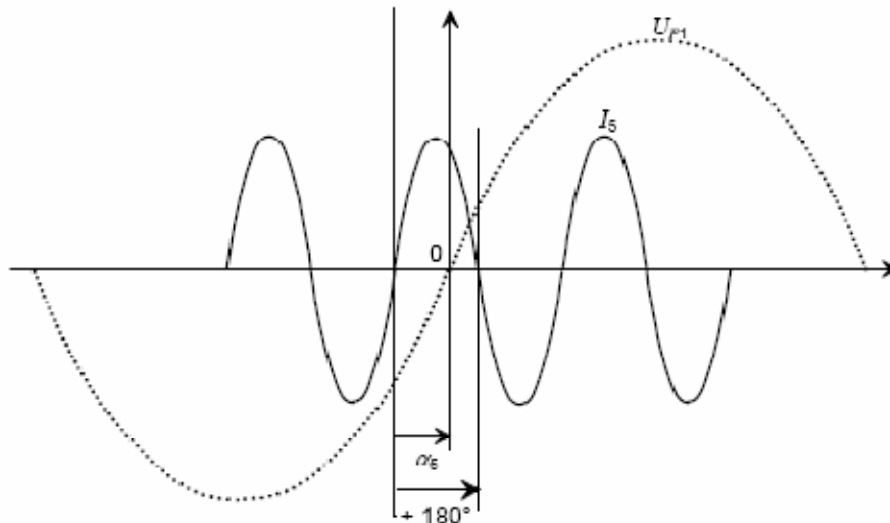
$$THC = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}$$

3.13 แบบวิธีเตรียมพร้อม (stand-by mode) หมายถึง แบบวิธีที่ไม่ทำงาน ใช้พลังงานต่ำ (มักชี้บ่งไว้บนบริภัณฑ์ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง) ซึ่งสามารถคงอยู่ในแบบวิธีนี้ได้โดยไม่จำกัดเวลา

หมายเหตุ: แบบวิธีนี้บางครั้งเรียกว่า แบบวิธีหลับ (sleep mode)

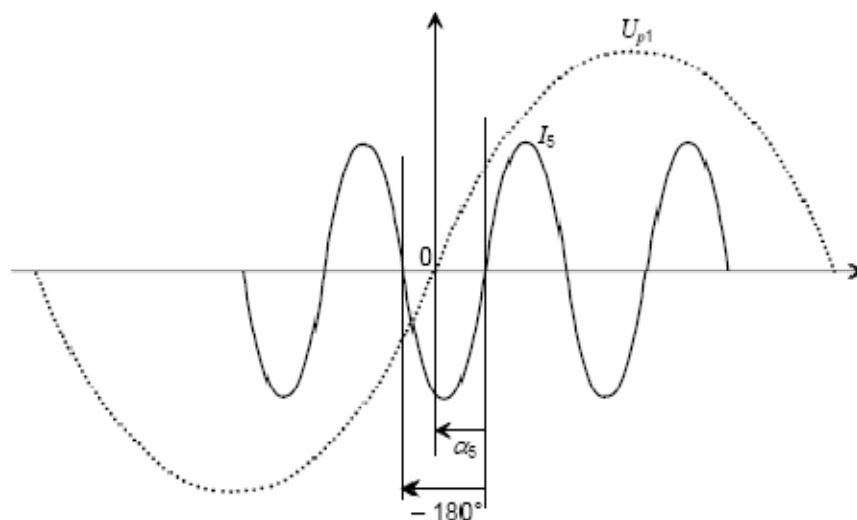
3.14 มุมเฟสของ I_5 ที่สัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าเฟสหลักมูล U_{p1} หมายถึง มุมเฟสของกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ 5 ที่กำหนดดังอธิบายในรูปที่ 1 และรูปที่ 2

3.15 บริภัณฑ์เพื่อการอาชีพ (professional equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ที่ใช้ในทางการค้าเพื่อการอาชีพ หรืออุตสาหกรรม และเป็นบริภัณฑ์ที่ไม่ได้ตั้งใจให้ขายแก่สาธารณชนทั่วไป การระบุระบุโดยผู้ผลิต



รูปที่ 1 บทนิยามของมุมเฟสของกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ 5

(I_5 นำ U_{p1} , $\alpha_5 > 0$)



รูปที่ 2 บทนิยามของมุมเฟสของกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ 5

(I_5 ตาม U_{p1} , $\alpha_5 < 0$)

4. ภาวะการวัด

4.1 กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง

กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง I_1 ที่กำหนดในข้อ 3.11 ต้องวัดหรือคำนวณดังต่อไปนี้

- ก) ถ้ากระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงถูกวัด การวัดค่าเฉลี่ยต้องทำตามที่กำหนดในข้อ 4.2.1 สำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก ในระหว่างการวัดกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง กระแสไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของสายต้องเท่ากับ กระแสไฟฟ้าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่กำหนดของสาย I_{equ} ที่ผู้ผลิตแจ้ง
- ข) ถ้ากระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงถูกคำนวณ การคำนวณให้ทำโดยใช้กระแสไฟฟ้าที่กำหนดของสาย I_{equ} ดังต่อไปนี้

$$I_1 = \frac{I_{\text{equ}}}{\sqrt{1 + \text{THD}^2}}$$

ค่ากระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงนี้ต้องระบุโดยผู้ผลิตและบันทึกไว้ในรายงานการทดสอบ ค่านี้ต้องใช้ในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4 สำหรับการกำหนดขีดจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก

ค่าของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงที่พบโดยการวัดในระหว่างการทดสอบสัญญาณปล่อยที่นอกเหนือจากการทดสอบการประเมินความเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตเจ้าตำหรับ ที่วัดตามข้อนี้ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 หรือมากกว่าร้อยละ 110 ของค่ากระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงที่ระบุโดยผู้ผลิตในรายงานการทดสอบ ในกรณีที่ค่าที่วัดได้อยู่นอกแถบความคลาดเคลื่อนรอบค่าที่ระบุ ต้องใช้กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงที่วัดได้ในการกำหนดขีดจำกัด

4.2 การวัดกระแสฮาร์มอนิก

ขีดจำกัดกระแสฮาร์มอนิกสำหรับบริภัณฑ์ที่ระบุไว้ ใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าของสายสำหรับการต่อกำลังไฟฟ้าและโหลดทุกแบบ

กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกแต่ละค่าที่ต่ำกว่าร้อยละ 1 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง ไม่ต้องนำมาพิจารณา

4.2.1 ขั้นตอนการดำเนินการวัด

การวัดกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกต้องทำดังนี้

- . สำหรับฮาร์มอนิกแต่ละลำดับ ให้วัดกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกค่ารากกำลังสองเฉลี่ยที่เรียบ 1.5 วินาที ในแต่ละหน้าต่างเวลา DFT (Discrete Fourier Transform) ตามที่กำหนดใน มอก.1456
- . สำหรับฮาร์มอนิกแต่ละลำดับ ให้คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าที่วัดได้จากหน้าต่างเวลา DFT ตลอดคาบสังเกตทั้งหมดตามที่กำหนดในข้อ 4.2.6

ภาวะทดสอบสำหรับการวัดหรือการคำนวณกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก ให้ไว้ในข้อ 7

4.2.2 ความทนซ้ำได้ (repeatability)

ข้อกำหนดนี้เป็นการทดสอบทนสอบสำหรับระบบการวัด ไม่ใช่ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์แต่ละการทดสอบ

ความทนซ้ำได้ของการวัดต้องดีกว่า

± ร้อยละ 5 สำหรับคลื่นหลักมูลและฮาร์โมนิกต่างๆที่ไม่เกินลำดับที่ 7

± ร้อยละ 10 สำหรับฮาร์โมนิกที่เกินลำดับที่ 7 หรือ ± ร้อยละ 1 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

เมื่อเป็นไปตามภาวะต่อไปนี้

- บริภัณฑ์ที่ทดสอบเครื่องเดียวกัน (ไม่ใช่เครื่องอื่นที่อาจคล้ายกันซึ่งเป็นแบบเดียวกัน)
- ภาวะทดสอบเหมือนกันทุกประการ
- ระบบทดสอบเหมือนกัน
- ภาวะกาลอากาศเหมือนกันทุกประการ ถ้ามีส่วนเกี่ยวข้อง

4.2.3 การเริ่มและการหยุด

เมื่อขึ้นของบริภัณฑ์ถูกนำไปให้ทำงานหรือไม่ให้ทำงาน โดยการใช้มือหรืออย่างอัตโนมัติ ไม่ต้องนำกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกและกำลังไฟฟ้าในช่วง 10 วินาทีแรกหลังเหตุการณ์ตัดต่อ มาคิดรวมด้วย

บริภัณฑ์ที่ทดสอบต้องไม่อยู่ในแบบวิธีเตรียมพร้อม (ดูข้อ 3.13) มากกว่าร้อยละ 10 ของคาบที่สังเกตใดๆ

4.2.4 การใช้ขีดจำกัด

ค่าเฉลี่ยสำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกแต่ละค่า คิดตลอดคาบสังเกตทดสอบทั้งหมด ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับขีดจำกัดที่ใช้ได้ ในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4

สำหรับลำดับฮาร์โมนิกแต่ละลำดับ ค่ากระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกแรกกำลังสองเฉลี่ยที่เรียบ 1.5 วินาที ตามที่กำหนดในข้อ 4.2.1 ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 150 ของขีดจำกัดที่ใช้ได้

4.2.5 รายงานการทดสอบ

รายงานการทดสอบอาจอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลจากผู้ผลิตให้แก่ห้องทดสอบ หรือเป็นเอกสารที่บันทึกรายละเอียดของการทดสอบของผู้ผลิตเอง รายงานนี้ต้องรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดสำหรับภาวะทดสอบ คาบสังเกต และกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงที่แสดงการเป็นไปตามมาตรฐาน

รายงานการทดสอบควรรวมถึง

. กระแสไฟฟ้าที่กำหนดของสาย I_{equ}

. กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงที่ระบุ I_1

- . อัตราส่วนลัทธิวงจรที่ใช้สำหรับการคำนวณหรือทดสอบ
- . อัตราส่วนลัทธิวงจรต่ำสุดที่ต้องการ
- . ข้อความเกี่ยวกับตารางที่ใช้ได้ (คือ เกี่ยวกับแบบของบริภัณฑ์)

4.2.6 คาบสังเกตทดสอบ

คาบสังเกตทดสอบ (T_{obs}) สำหรับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน 4 แบบของบริภัณฑ์ ได้รับการพิจารณาและอธิบายไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ค่าของคาบสังเกต

แบบของลักษณะการทำงานของ บริภัณฑ์	คาบสังเกต
เสมือนใช้ประจำที่	T_{obs} เป็นระยะเวลาที่พอเพียงที่จะเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับความทนซ้ำได้ในข้อ 4.2.2
วัฏจักรสั้น ($T_{cycle} \leq 2.5$ นาที)	$T_{obs} \geq 10$ วัฏจักร (วิธีอ้างอิง) หรือ T_{obs} เป็นระยะเวลาที่พอเพียงหรือการชิงโครไนซ์เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับความทนซ้ำได้ในข้อ 4.2.2 ⁿ
สุม	T_{obs} เป็นระยะเวลาที่พอเพียงที่จะเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับความทนซ้ำได้ในข้อ 4.2.2
วัฏจักรยาว ($T_{cycle} > 2.5$ นาที)	เต็มวัฏจักร โปรแกรมของบริภัณฑ์ (วิธีอ้างอิง) หรือคาบ 2.5 นาทีที่ใช้แทนซึ่งได้รับการพิจารณาโดยผู้ผลิตว่าเป็นคาบทำงานที่ให้ THC สูงสุด
ก “การชิงโครไนซ์” มีความหมายว่าคาบสังเกตทั้งหมดใกล้เคียงที่จะรวมจำนวนรวมพอดีของวัฏจักรของบริภัณฑ์ในลักษณะที่เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับความทนซ้ำได้ในข้อ 4.2.2	

4.3 บริภัณฑ์ที่ประกอบด้วยรายการที่สมบูรณ์ในตัวหลายรายการ

ในกรณีที่แต่ละรายการที่สมบูรณ์ในตัวของบริภัณฑ์ (อาจเป็นไปได้ว่าเป็นของผู้ผลิตหลายราย) ถูกติดตั้งอยู่ในชั้นยึดหรือตัวถัง การที่จะเลือกให้เป็นไปตามมาตรฐานปัจจุบันในลักษณะที่เป็นระบบทั้งหมดหรือในลักษณะที่เป็นแต่ละรายการที่สมบูรณ์ในตัว ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ผลิต

5. ข้อกำหนดและขีดจำกัดสำหรับบริภัณฑ์

5.1 วิธีควบคุม

วิธีควบคุมสมมาตร (ดู IEC 161-07-11) เท่านั้นที่ได้รับอนุญาตภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ

วิธีควบคุมสมมาตรซึ่งมักทำให้เกิดฮาร์มอนิกลำดับต่ำ ($n \leq 40$) ในกระแสไฟฟ้าเข้า และที่ใช้สำหรับควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้ตัวทำความร้อนเท่านั้นที่อนุญาตสำหรับบริภัณฑ์เพื่อการอาศัยซึ่งจุดประสงค์เบื้องต้นได้รับการพิจารณาว่าไม่ใช่สำหรับทำความร้อน นอกจากนั้นต้องเป็นไปตามภาวะทั้งสามต่อไปนี้

- 1) จิตจำกัดที่เกี่ยวข้องไม่เกินค่าที่กำหนด เมื่อทดสอบที่ขั้วต่อด้านเข้าแหล่งจ่าย
- 2) จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของตัวทำความร้อนที่ค่าคงตัวเวลาทางความร้อนน้อยกว่า 2 วินาที อย่างถูกต้อง
- 3) ไม่มีเทคนิคอื่นที่จะนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมทางเศรษฐกิจ

หมายเหตุ สำหรับจุดประสงค์ของมาตรฐานนี้ การจุดแบบเบิสต์ถือว่าเป็นควบคุมสมมาตร

5.2 จิตจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อย

จิตจำกัดที่ใช้กับระบบ 230/400 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ จิตจำกัดสำหรับระบบอื่นจะเพิ่มเติมในอนาคต

หมายเหตุ 1 (ว่าง)

จิตจำกัดกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ระบุในตารางใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าในสายมีไฟ และไม่ใช่กระแสไฟฟ้าในตัวนำสายเป็นกลาง

สำหรับบริบทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดหลายค่า ให้ประเมินสำหรับกระแสไฟฟ้าแต่ละค่า

ตัวอย่าง (สำหรับบริบทเดียวกัน)

. แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด: 230 โวลต์ เฟสเดียว กระแสไฟฟ้าที่กำหนด: x แอมแปร์ต่อเฟส ประเมินและทดสอบที่ 230 โวลต์

. แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด: 400 โวลต์ สามเฟส กระแสไฟฟ้าที่กำหนด: y แอมแปร์ต่อเฟส ประเมินและทดสอบที่ 400 โวลต์

จิตจำกัดกระแสฮาร์โมนิกระบุไว้ในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4

บริบทที่เป็นไปตามจิตจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสฮาร์โมนิกที่สมนัยกับ $R_{sce} = 33$ เหมาะสำหรับการต่อที่จุดใดๆ ของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า

หมายเหตุ 2 ค่าต่างๆอยู่บนพื้นฐานค่าต่ำสุดของ $R_{sce} = 33$ อัตราส่วนลัดวงจรน้อยกว่า 33 ไม่ได้พิจารณา

หมายเหตุ 3 เพื่อลดความลึกของร่องการสับเปลี่ยนของตัวแปลงผัน อัตราส่วนลัดวงจรที่สูงกว่า 33 อาจจำเป็น

สำหรับบริบทที่ไม่เป็นไปตามจิตจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสฮาร์โมนิกที่สมนัยกับ $R_{sce} = 33$ ยอมให้มีค่าสัญญาณปล่อยที่สูงกว่า ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าอัตราส่วนลัดวงจร R_{sce} สูงกว่า 33 คาดว่าจะใช้ได้กับบริบทส่วนใหญ่ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าสูงกว่า 16 แอมแปร์ต่อเฟส

ผู้ผลิตต้องเลือกค่า R_{sce} ที่สนับสนุนขึ้น

คู่มือกำหนดสำหรับการจัดทำเอกสารในข้อ 6

ตารางที่ 2 ใช้ได้กับบริบทนอกเหนือจากบริบทสามเฟสสมดุล และตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ใช้ได้กับบริบทสามเฟสสมดุล

อาจใช้ตารางที่ 4 (กับบริบทสามเฟสสมดุล) ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งต่อไปนี้

ก) มุมเฟสของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 ที่สัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าเฟสหลักมูล (ดูข้อ 3.14) อยู่ในพิสัย 90 องศาถึง 150 องศา ในระหว่างคาบสังเกตทั้งหมด

หมายเหตุ ปกติจะเป็นไปตามเงื่อนไขนี้ได้โดยบริษัทที่มีตัวเรียงกระแสแบบบริดจ์ที่ไม่ควบคุม และตัวกรองเชิงความจุ รวมทั้งรีแอคเตอร์กระแสสลับร้อยละ 3 หรือรีแอคเตอร์กระแสตรงร้อยละ 4

ข) การออกแบบของบริษัทที่อยู่ในลักษณะที่มุมเฟสของกระแสฮาร์โมนิกที่ 5 ไม่เจาะจงให้ใช้ค่าใดค่าหนึ่ง และสามารถใช้ค่าใดๆในช่วงเวลาทั้งหมดตลอดช่วงเวลา [0 องศา, 360 องศา]

หมายเหตุ ปกติจะเป็นไปตามเงื่อนไขนี้ได้โดยบริษัทที่มีบริดจ์ไทรสเตอร์ที่ควบคุมได้

ค) กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ 5 และ 7 แต่ละค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงในระหว่างคาบสังเกตทั้งหมด

หมายเหตุ ปกติจะเป็นไปตามเงื่อนไขนี้ได้โดยบริษัท “12 พัลส์”

ตารางที่ 3 หรือตารางที่ 4 สามารถใช้กับบริษัทลูกผสมในสถานการณ์ต่อไปนี้

- 1) บริษัทลูกผสมที่มีกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ 3 สูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 5 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง หรือ
- 2) มีการเตรียมการในการสร้างของบริษัทลูกผสมเพื่อแยกโหลดสามเฟสสมดุลและเฟสเดียวหรือระหว่างเฟสสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่าย และเมื่อกระแสไฟฟ้าถูกวัด ส่วนของบริษัทที่ถูกวัดดึงกระแสเท่ากับภาระการทำงานตามปกติ ในกรณีนั้นขีดจำกัดที่เกี่ยวข้องต้องใช้แยกกันกับส่วนเฟสเดียวหรือส่วนระหว่างเฟส และใช้กับส่วนสามเฟสสมดุล ตารางที่ 3 หรือตารางที่ 4 ใช้กับกระแสไฟฟ้าของส่วนสามเฟสสมดุล ตารางที่ 2 ใช้กับส่วนกระแสไฟฟ้าเฟสเดียว หรือส่วนระหว่างเฟส

สำหรับจุดประสงค์ในการทวนสอบ เมื่อใช้สถานการณ์ 2) ข้างต้น ผู้ผลิตต้องระบุกระแสไฟฟ้าที่กำหนดสำหรับแต่ละโหลดที่แยกกัน ค่า R_{scc} สำหรับบริษัทลูกผสมแบบนี้ถูกระบุจากค่าสูงสุดของ S_{sc} ที่หาจากค่า R_{scc} ต่ำสุดที่ให้ไว้ในตาราง คำนวณสำหรับแต่ละโหลด

ตารางที่ 2 จีดจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสสำหรับบริษัทที่นอกเหนือจาก

บริษัทสามเฟสสมดุล

R_{scc} ต่ำสุด	กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก ที่ยอมให้ แต่ละค่า I_n/I_1 %						ตัวประกอบความเพี้ยนกระแสไฟฟ้า ฮาร์มอนิกที่ยอมให้ %	
	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}	THD	$PWHD$
33	21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2	23	23
66	24	13	8	5	4	3	26	26
120	27	15	10	6	5	4	30	30
250	35	20	13	9	8	6	40	40
≥ 350	41	24	15	12	10	8	47	47
ค่าสัมพัทธ์ของฮาร์มอนิกจนถึงลำดับที่ 12 ต้องไม่เกินร้อยละ 16/n ส่วนฮาร์มอนิกที่เกินลำดับที่ 12 ต้องนำมาพิจารณาใน THD และ $PWHD$ ในทำนองเดียวกันกับฮาร์มอนิกที่								
หมายเหตุ ยอมให้ประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นระหว่างค่า R_{scc} ที่ติดต่อกัน คูณาคณนวก ข. ด้วย								
^ก I_1 = กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง; I_n = ส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก								

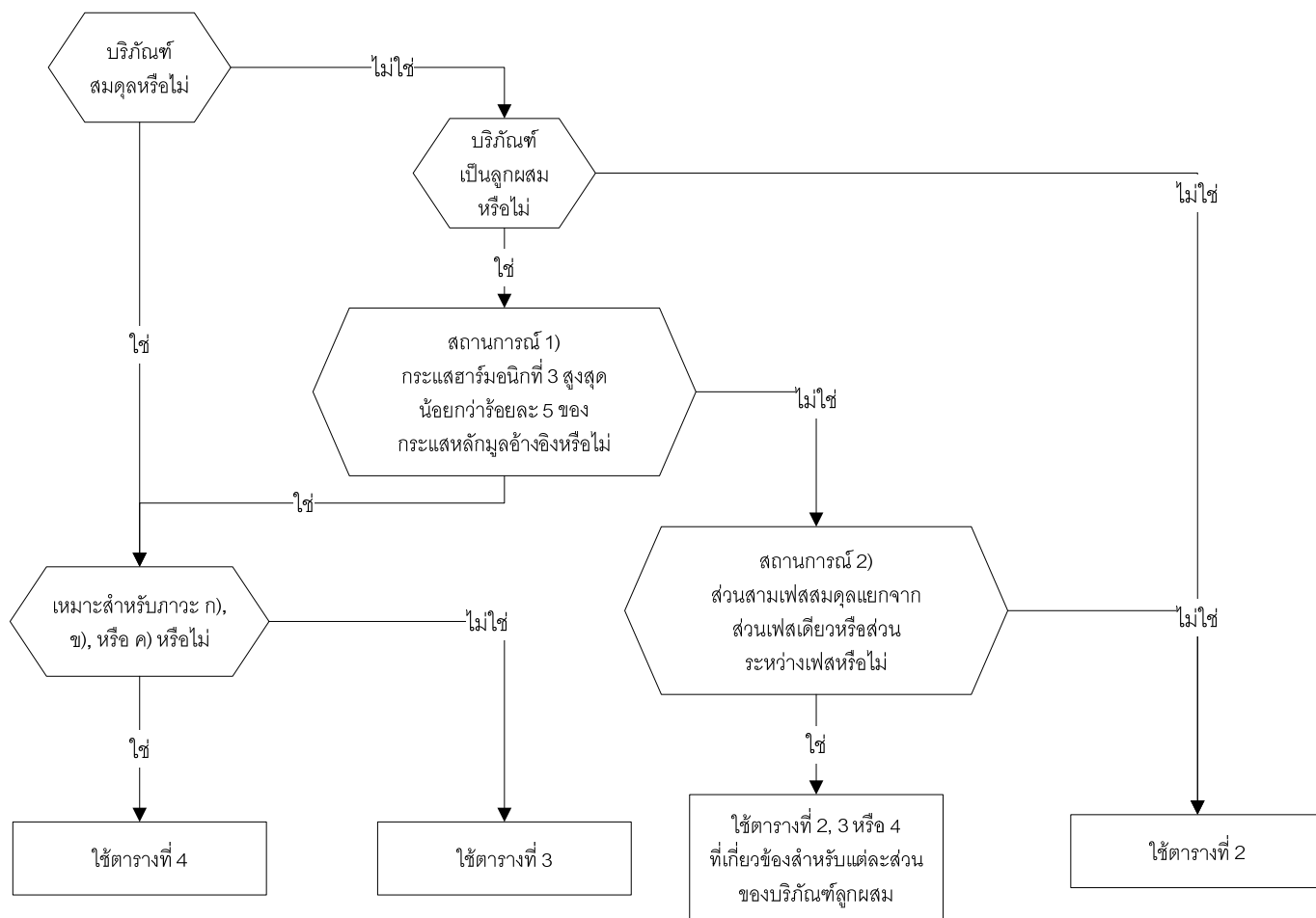
ตารางที่ 3 จีดจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสสำหรับบริษัทสามเฟสสมดุล

R_{scc} ต่ำสุด	กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก ที่ยอมให้ แต่ละค่า I_n/I_1 %				ตัวประกอบความเพี้ยนกระแสไฟฟ้า ฮาร์มอนิกที่ยอมให้ %	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	THD	$PWHD$
33	10.7	7.2	3.1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
≥ 350	40	25	15	10	48	46
ค่าสัมพัทธ์ของฮาร์มอนิกจนถึงลำดับที่ 12 ต้องไม่เกินร้อยละ 16/n ส่วนฮาร์มอนิกที่เกินลำดับที่ 12 ต้องนำมาพิจารณาใน THD และ $PWHD$ ในทำนองเดียวกันกับฮาร์มอนิกที่						
หมายเหตุ ยอมให้ประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นระหว่างค่า R_{scc} ที่ติดต่อกัน คูณาคณนวก ข. ด้วย						
^ก I_1 = กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง; I_n = ส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก						

ตารางที่ 4 ขีดจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสสำหรับบริษัทสามเฟสสมดุล
ภายใต้ภาวะที่ระบุ

R_{sce} ต่ำสุด	กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก ที่ยอมให้ แต่ละค่า I_n/I_1 ^ก %				ตัวประกอบความเพี้ยนกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกที่ ยอมให้ %	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	THD	$PWHD$
33	10.7	7.2	3.1	2	13	22
≥120	40	25	15	10	48	46
ค่าสัมพัทธ์ของฮาร์โมนิกจนถึงลำดับที่ 12 ต้องไม่เกินร้อยละ 16/n ส่วนฮาร์โมนิกที่เกินลำดับที่ 12 ต้องนำมาพิจารณาใน THD และ $PWHD$ ในทำนองเดียวกันกับฮาร์โมนิกที่						
หมายเหตุ ยอมให้ประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นระหว่างค่า R_{sce} ที่ติดต่อกัน ดูภาคผนวก ข. ด้วย						
^ก I_1 = กระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง; I_n = ส่วนประกอบกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก						

แผนภูมิการไหลแสดงขั้นตอนการดำเนินการใช้ตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4



6. การจัดทำเอกสารผลิตภัณฑ์

สำหรับบริษัทที่เป็นไปตามขีดจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่สมนัยกับ $R_{scc} = 33$ ผู้ผลิตต้องแจ้งในคู่มือขอแนะนำ หรือระบุข้อความ

“บริภัณฑ์เป็นไปตาม มอก.2485”

สำหรับปริมาตรที่ไม่เป็นไปตามขีดจำกัดสัญญาณปล่อยกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่สมนัยกับ $R_{\text{sc}} = 33$ ผู้ผลิตต้อง

- หาค่าต่ำสุดของ R_{sc} ซึ่งทำให้ค่าที่ใหไว้ในตารางที่ 2, 3 หรือ 4 ไม่เกิน
- ประกาศค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจร S_{sc} ที่สมนัยกับค่าต่ำสุดของ R_{sc} (ดูข้อ 3.10) ในคู่มือการใช้งานของบริษัท
- และแนะนำผู้ใช้ให้หาหรือผู้ให้บริการ โครงข่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้าหากจำเป็น ในการเชื่อมต่อบริษัทเข้ากับแหล่งจ่ายที่มีค่า S_{sc} เท่ากันหรือมากกว่าเท่านั้น สำหรับจุดประสงค์ดังกล่าวในคู่มือขอแนะนำต้องประกอบด้วยข้อความ

“บริษัทนี้จะเป็นไปตาม มอก.2485 หากกำลังไฟฟ้าลัดวงจร S_{sc} มากกว่าหรือเท่ากับ xx ที่จุดต่อประสานระหว่างแหล่งจ่ายของผู้ใช้กับระบบสาธารณะ ทั้งนี้ เป็นความรับผิดชอบของผู้ติดตั้งหรือผู้ใช้บริษัทเพื่อให้ความมั่นใจว่าบริษัทถูกต้องเข้ากับแหล่งจ่ายด้วยค่า S_{sc} มากกว่าหรือเท่ากับ xx เท่านั้น โดยการปรึกษากับผู้ดำเนินการโครงข่ายจ่าย ถ้าจำเป็น”

เมื่อ xx คือค่าของ S_{sc} ที่สมนัยกับค่าต่ำสุดของ R_{sc} ซึ่งทำให้ค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 2, 3 หรือ 4 ไม่เกิน

7. ภาวะการทดสอบและการจำลอง

การเป็นไปตามมาตรฐานนี้อาจหาโดยข้อใดข้อหนึ่ง

ก) การวัดโดยตรง (ดูข้อ 7.1)

ข) การคำนวณโดยการจำลองที่มีผลใช้ได้ (ดูข้อ 7.2)

เมื่อการทดสอบโดยตรงหรือการจำลองทำโดยผู้อื่นที่ไม่ใช่ผู้ผลิตบริษัทสำหรับจุดประสงค์ในการทวนสอบสัญญาณปล่อยฮาร์โมนิกของบริษัท การทดสอบโดยตรงหรือการจำลองต้องทำโดยใช้เงื่อนไขที่ให้ไว้ในรายงานการทดสอบของผู้ผลิต การทดสอบโดยตรงต้องทวนสอบโดยการทดสอบตรงและการจำลอง โดยทบทวนหรือทำการจำลองใหม่เพื่อทำซ้ำตามภาวะของการจำลองที่ผู้ผลิตได้ทำไว้แล้ว

7.1 ข้อกำหนดสำหรับการวัดโดยตรง

แหล่งจ่ายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- ก) แรงดันไฟฟ้าด้านออก U ต้องเป็นแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบริษัท ในกรณีที่ เป็นพิสัยแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าด้านออกต้องเป็นแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบไฟฟ้า (ตัวอย่างเช่น 120 โวลต์หรือ 230 โวลต์สำหรับแหล่งจ่ายเฟสเดียว หรือ 400 โวลต์ สายถึงสาย สำหรับสามเฟส)
- ข) ในระหว่างทำการวัด ต้องรักษาแรงดันไฟฟ้าด้านออกไว้ภายใน $\pm$ ร้อยละ 2.0 และความถี่ภายใน $\pm$ ร้อยละ 0.5 ของค่าระบุ
- ค) ในกรณีแหล่งจ่ายสามเฟส ความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้าต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 ของระดับความเข้ากันได้ ด้านความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้า ที่ให้ไว้ใน มอก.1445
- ง) อัตราส่วนฮาร์โมนิกของแรงดันไฟฟ้าด้านออก U ในภาวะไม่มีโหลด ต้องไม่เกินค่าต่อไปนี้
 - ร้อยละ 1.5 สำหรับฮาร์โมนิกลำดับที่ 5
 - ร้อยละ 1.25 สำหรับฮาร์โมนิกลำดับที่ 3 และ 7
 - ร้อยละ 0.7 สำหรับฮาร์โมนิกลำดับที่ 11
 - ร้อยละ 0.6 สำหรับฮาร์โมนิกลำดับที่ 9 และ 13
 - ร้อยละ 0.4 สำหรับฮาร์โมนิกลำดับที่ 2 ถึง 10
 - ร้อยละ 0.3 สำหรับฮาร์โมนิกลำดับที่ 12 และ 14 ถึง 40

จ) สำหรับการใช้อัตราที่ 2 และอัตราที่ 3 อิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายอยู่ในลักษณะที่ R_{sce} เท่ากับหรือสูงกว่าค่าต่ำสุดของ R_{sce} เริ่มต้น ($R_{sce\ min}$) ที่ยอมให้เป็นไปตามเกณฑ์ของบริภัณฑ์ที่มีการใส่รีแอกเตอร์ที่เป็นไปได้

สำหรับการใช้อัตราที่ 4 อิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายอยู่ในลักษณะที่ R_{sce} เท่ากับหรือสูงกว่า 1.6 เท่าของค่าต่ำสุดของ R_{sce} ที่ยอมให้เป็นไปตามเกณฑ์ของบริภัณฑ์ที่มีการใส่รีแอกเตอร์ที่เป็นไปได้

หมายเหตุ ตัวประกอบ 1.6 ให้นำมาคิดเพื่อว่าถ้าบริภัณฑ์ถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายที่มีค่า R_{sce} สูงกว่า $R_{sce\ min}$ กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกจะเพิ่มขึ้น การยอมข้างต้นได้รวมไว้ในตารางที่ 2 และ 3 เรียบร้อยแล้ว เพื่อไม่ให้จำเป็นต้องเผื่อค่า R_{sce} ที่จะใช้สำหรับการทดสอบอีก

ฉ) อิมพีแดนซ์ของส่วนรับรู้กระแสและสายไฟถูกรวมอยู่ในอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่าย

หมายเหตุ ค่าของอิมพีแดนซ์และความเพี้ยนที่ให้ไว้ข้างต้นได้ถูกเลือกในลักษณะประนีประนอม โดยพิจารณาว่าแหล่งจ่ายคุณภาพสูงที่มีวิสัยสามารถบริการกระแสไฟฟ้าสูงนั้นหายากมาก

ความทนซ้ำได้ของผลที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟต่างกันอาจมีค่าต่ำมาก ด้วยค่าความเพี้ยนและอิมพีแดนซ์ต่างๆ ที่กล่าวข้างต้น ความทนซ้ำได้ที่ใช้แหล่งจ่ายเดียวกันจะไม่ต่ำเพียงนั้น ถ้าทุกอย่างเป็นไปได้ควรใช้แหล่งจ่ายที่มีความเพี้ยนและอิมพีแดนซ์ต่ำ

ถ้าค่าต่ำสุดของ R_{sce} ที่ได้จากผลของการวัดสูงกว่าค่าเริ่มต้นที่ใช้ในข้อ จ) การวัดต้องทำซ้ำด้วยค่าใหม่นี้เป็นค่าต่ำสุดของ R_{sce} เริ่มต้น

ข้อกำหนดสำหรับเครื่องวัด ให้ไว้ใน มอก.1456

กระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์สามเฟสสมดุลอาจวัดในเฟสเดียวเท่านั้น แต่ในกรณีที่สงสัยสำหรับบริภัณฑ์ลูกผสมและกรณีใดๆ สำหรับบริภัณฑ์สามเฟสไม่สมดุล ต้องทดสอบทั้ง 3 เฟส

สำหรับบริภัณฑ์ที่ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายเฟสเดียว ยอมให้วัดกระแสไฟฟ้าในตัวนำสายเป็นกลางแทนกระแสไฟฟ้าในสายมีไฟ

การวัดต้องทำที่จุดของการต่อระหว่างแหล่งจ่ายกับ EUT

หมายเหตุ สำหรับการประเมินสัญญาณปล่อย ให้ดูข้อ 4.2 และ มอก.1456

7.2 ข้อกำหนดสำหรับการจำลอง

การประเมินสัญญาณปล่อยกระแสไฟฟ้าและค่า $R_{sce\ min}$ ที่สมมูลกัน สามารถทำได้โดยการจำลองบริภัณฑ์ที่พิจารณาด้วยคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการดำเนินการนี้อาจใช้เมื่อข้อกำหนดที่ให้ไว้ในข้อ 7.1 ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งจ่ายไม่สามารถเป็นไปได้ เพื่อให้มีผลใช้ได้ต้องทำโดยใช้ขั้นตอนต่อไปนี้

ก) การวัดแบบของบริภัณฑ์ภายใต้ภาวะห้องปฏิบัติการปกติตามที่อธิบายในข้อ 7.1 ที่มีความเป็นไปได้ของความเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่า หากระดับฮาร์มอนิกไม่เกินระดับความเข้ากันได้ที่ให้ไว้ใน มอก. (IEC 61000-2-4) ข้อ 3. การวัดเหล่านี้ต้องแสดงให้เห็นว่าบริภัณฑ์เป็นไปตามขีดจำกัดที่เกี่ยวข้อง

สเปกตรัมแรงดันไฟฟ้าในระหว่างทดสอบเช่นเดียวกับอิมพีแดนซ์แหล่งจ่าย (ค่าที่ความถี่หลักมูล ไม่ว่าในลักษณะดังกล่าวโดยตรงหรือในลักษณะเป็นกำลังไฟฟ้าลัดวงจรโดยตรง รวมถึงอิมพีแดนซ์ของส่วนรับรู้กระแสและสายไฟ) ต้องบันทึกไว้

ข) การจำลองบริษัทด้วยซอฟต์แวร์และขั้นตอนการดำเนินการของผู้ผลิต

ค่าที่วัดได้ของสเปกตรัมแรงดันไฟฟ้าและอิมพีแดนซ์แหล่งจ่ายให้นำมาเป็นพารามิเตอร์ด้านเข้าในการจำลองกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่คำนวณได้โดยการจำลองนี้จะถูกเปรียบเทียบกับผลของการวัดภายใต้ข้อ ก) การจำลองนี้ถือว่ามิผลใช้ได้ถ้าผลจากการวัดและการจำลองไม่แตกต่างกันเกินค่าต่อไปนี้

- $\pm$ ร้อยละ 2 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิง หรือ
- $\pm$ ร้อยละ 10 สำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกแต่ละค่า ($n \leq 13$)

แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

หมายเหตุ เทคโนโลยีปัจจุบันไม่อนุญาตการจำลองเพื่อให้ได้ระดับความแม่นยำสูงสำหรับฮาร์มอนิกอันดับสูง ดังนั้นจึงเป็นไปได้ในทางปฏิบัติที่จะจัดตั้งขีดจำกัดคลาดเคลื่อนสำหรับการเปรียบเทียบการจำลองและการวัดในกรณีนี้ ในการพัฒนาการเปรียบเทียบระหว่างผลการวัดและผลการจำลอง ผู้ผลิตต้องได้รับการกระตุ้นให้วัดค่าฮาร์มอนิกให้ถึงลำดับที่ 40 และพิจารณาความเบี่ยงเบนใดๆ ระหว่างผลการวัดกับผลการจำลอง อย่างไรก็ตามไม่มีข้อกำหนดในการหาความมิผลใช้ได้ของการจำลองสำหรับลำดับฮาร์มอนิกที่สูงกว่า 13 สำหรับผู้ผลิตที่จะไม่คำนึงถึงความเบี่ยงเบนที่มีนัยสำคัญที่สูงกว่าฮาร์มอนิกลำดับที่ 13 อนุমানว่ามีความเสี่ยงที่ในความเป็นจริงบริษัทจะไม่เป็นไปตามขีดจำกัด

ฮาร์มอนิกที่วัดได้น้อยกว่าร้อยละ 1 ของกระแสไฟฟ้าหลักมูลอ้างอิงไม่นำมาเปรียบเทียบเป็นส่วนของความมิผลใช้ได้

ความมิผลใช้ได้ของการจำลองไม่จำเป็นต้องทำซ้ำสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ในผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดภายในพิสัย 16 แอมแปร์ถึง 75 แอมแปร์ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีเดียวกัน การจำลองถือว่ามิผลใช้ได้ถ้าได้รับการพิสูจน์ความมิผลใช้ได้สำหรับผลิตภัณฑ์หนึ่งหรือใกล้เคียงพิสัย (ภายในพิสัย 16 แอมแปร์ถึง 75 แอมแปร์) ของพิสัยผลิตภัณฑ์

ค) การจำลองต้องทำซ้ำด้วยแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายรูปคลื่นไซน์บริสุทธิ์ สมดุล และอิมพีแดนซ์ที่เป็นเชิงเหนี่ยวนำบริสุทธิ์

สำหรับการใช้ตารางที่ 2 และตารางที่ 3 อิมพีแดนซ์ต้องสมนัยกับ R_{sc} ที่สูงกว่าหรือเท่ากับค่าต่ำสุดของ R_{sc} เริ่มต้น ที่ยอมให้เป็นไปตามเกณฑ์ของบริษัท

สำหรับการใช้ตารางที่ 4 อิมพีแดนซ์ต้องสมนัยกับ R_{sc} ที่สูงกว่าหรือเท่ากับ 1.6 เท่าของค่าต่ำสุดของ R_{sc} เริ่มต้น ที่ยอมให้เป็นไปตามเกณฑ์ของบริษัท

ผลของการจำลองครั้งที่สองนี้ถือว่าเป็นกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่เกี่ยวข้อง และจะใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าต่ำสุดของ R_{sc} จากตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4

อย่างไรก็ตามถ้าค่าต่ำสุดของ R_{sce} ที่ได้สูงกว่าค่าเริ่มต้นที่ใช้สำหรับการจำลอง การจำลองต้องทำซ้ำด้วยค่าใหม่นี้เป็นค่าต่ำสุดของ R_{sce} เริ่มต้น

7.3 ภาวะทั่วไปสำหรับการทดสอบและจำลอง

การทดสอบสัญญาณปล่อยต้องทำด้วยการตั้งตัวควบคุมการทำงานของผู้ใช้หรือโปรแกรมอัตโนมัติให้อยู่ในแบบวิธีที่คาดว่าจะทำให้กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกโดยรวม (THC) มีค่าสูงสุดภายใต้ภาวะการทำงานตามปกติ ลักษณะนี้จะกำหนดการจัดเพื่อการทดสอบของบริภัณฑ์ในระหว่างการทดสอบสัญญาณปล่อย และไม่ใช่อำนาจที่กำหนดที่จะวัด THC หรือทำการค้นหาสัญญาณปล่อยกรณีร้ายแรงที่สุด

บริภัณฑ์จะถูกทดสอบในลักษณะที่ผู้ผลิตนำเสนอ การทำงานล่วงหน้าของหน่วยขับเคลื่อนโดยผู้ผลิตอาจจำเป็นก่อนการทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าผลสมนัยกับการใช้งานตามปกติ

หมายเหตุ ภาวะทดสอบจำเพาะสำหรับการประเมินการวัดหรือการจำลองของกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิก พร้อมกับบริภัณฑ์บางแบบที่เขียนขึ้นตาม IEC Guide 107 อาจให้ไว้ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

ภาวะทดสอบในภาคผนวก ค. ของ มอก.1448 อาจใช้กับบริภัณฑ์ที่เป็นแบบที่เกี่ยวข้องซึ่งอยู่ภายในขอบข่ายของมาตรฐานนี้

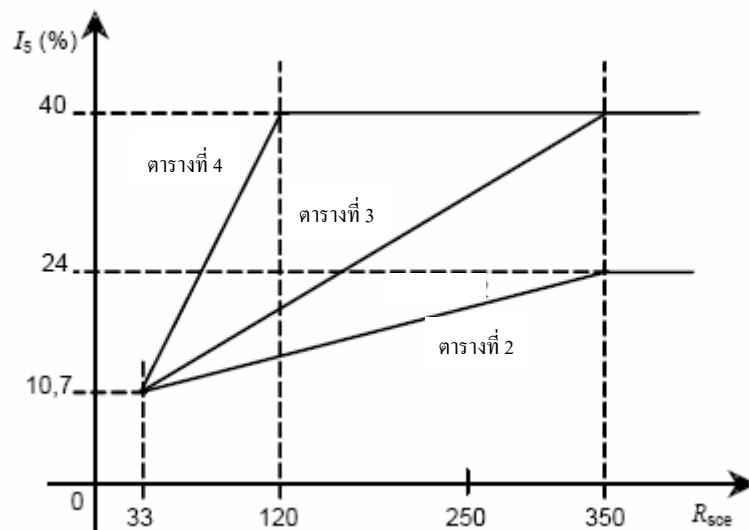
ภาวะทดสอบสำหรับบริภัณฑ์อื่นจะให้ไว้ตามที่ต้องการ

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

การแสดงขีดจำกัดสำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิก

กระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่ยอมให้แต่ละค่าจะเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นตาม R_{sce} ที่เพิ่มขึ้นระหว่างค่า R_{sce} ต่ำสุด(33)กับ R_{sce} สูงสุดที่พบในตารางที่ 2, 3 และ 4 หลักการนี้ถูกแสดงไว้ในรูปที่ ก.1 สำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่ 5



รูปที่ ก.1 ขีดจำกัดของกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่ 5 เป็นฟังก์ชันของ R_{sce}

ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

สูตรการประมาณค่าในช่วงโดยประมาณ

ข.1 ภาพรวม

สูตรโดยประมาณต่อไปนี้สามารถใช้เพื่อประมาณค่าในช่วงระหว่างค่า R_{sce} ที่ให้ไว้ในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4 ดังอธิบายไว้ในหมายเหตุของตารางนั้นๆ

สูตรให้ไว้เพื่อคำนวณ R_{sce} ต่ำสุดสำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่ให้ไว้ด้วย

สัญลักษณ์ : $i_n (\%) = I_n / I_1 \times 100$

ข.2 การคำนวณ R_{sce} และตัวประกอบความเพี้ยนฮาร์มอนิกสำหรับบริภัณฑ์นอกเหนือจากบริภัณฑ์สามเฟสสมดุล (ตารางที่ 2)

R_{sce} ในพิสัย 33 ถึง 350

$i_3 = 0.06 \times R_{sce} + 20$	$R_{sce} = (i_3 - 20)/0.06$
$i_5 = 0.04 \times R_{sce} + 10$	$R_{sce} = (i_5 - 10)/0.04$
$i_7 = 0.025 \times R_{sce} + 6.5$	$R_{sce} = (i_7 - 6.5)/0.025$
$i_9 = 0.025 \times R_{sce} + 3$	$R_{sce} = (i_9 - 3)/0.025$
$i_{11} = 0.02 \times R_{sce} + 2.5$	$R_{sce} = (i_{11} - 2.5)/0.02$
$i_{13} = 0.02 \times R_{sce} + 1.4$	$R_{sce} = (i_{13} - 1.4)/0.02$
$THD = 0.075 \times R_{sce} + 21$	$R_{sce} = (THD - 21)/0.075$
$PWHD = 0.075 \times R_{sce} + 21$	$R_{sce} = (PWHD - 21)/0.075$

ข.3 การคำนวณ R_{sce} และตัวประกอบความเพี้ยนฮาร์มอนิกสำหรับบริภัณฑ์สามเฟสสมดุล (ตารางที่ 3)

R_{sce} ในพิสัย 33 ถึง 350

$i_5 = 0.09 \times R_{sce} + 8$	$R_{sce} = (i_5 - 8)/0.09$
$i_7 = 0.06 \times R_{sce} + 5$	$R_{sce} = (i_7 - 5)/0.06$
$i_{11} = 0.04 \times R_{sce} + 2$	$R_{sce} = (i_{11} - 2)/0.04$
$i_{13} = 0.025 \times R_{sce} + 1.2$	$R_{sce} = (i_{13} - 1.2)/0.025$
$THD = 0.11 \times R_{sce} + 9$	$R_{sce} = (THD - 9)/0.11$
$PWHD = 0.075 \times R_{sce} + 20$	$R_{sce} = (PWHD - 20)/0.075$

ข.4 การคำนวณ R_{sce} และตัวประกอบความเพี้ยนฮาร์มอนิกสำหรับบริภัณฑ์สามเฟสสมดุลภายใต้ภาวะที่ระบุ (ตารางที่ 4)

R_{sce} ในพิสัย 33 ถึง 120

$$i_5 = 0.33 \times R_{sce}$$

$$R_{sce} = i_5 / 0.33$$

$$i_7 = 0.2 \times R_{sce}$$

$$R_{sce} = i_7 / 0.2$$

$$i_{11} = 0.14 \times R_{sce} - 1.5$$

$$R_{sce} = (i_{11} + 1.5) / 0.14$$

$$i_{13} = 0.1 \times R_{sce} - 1$$

$$R_{sce} = (i_{13} + 1) / 0.1$$

$$THD = 0.4 \times R_{sce}$$

$$R_{sce} = THD / 0.4$$

$$PWHD = 0.27 \times R_{sce} + 13$$

$$R_{sce} = (PWHD - 13) / 0.27$$

ภาคผนวก ค.

(ข้อแนะนำ)

บริษัทที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและขีดจำกัดของมาตรฐานนี้

บริษัทที่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานนี้ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและขีดจำกัดที่ให้ไว้ในข้อ 5 ไม่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ ทั้งนี้ได้หมายความว่า เป็นไปไม่ได้ที่จะต่อบริษัทดังกล่าวในพื้นที่เฉพาะเข้ากับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ ซึ่งตกลงกันเป็นกรณีๆ ระหว่างผู้ผลิต ผู้ติดตั้งหรือผู้ใช้ฝ่ายหนึ่ง กับผู้ให้บริการโครงข่ายจ่ายอีกฝ่ายหนึ่ง ภาวะการต่อพิเศษดังกล่าวและข้อตกลงอยู่นอกเหนือขอบข่ายของมาตรฐานนี้

ภาคผนวก ง.

(ข้อแนะนำ)

ข้อมูลเกี่ยวกับตัวประกอบ *PWHD*

ภาคผนวกนี้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับที่มาของตัวประกอบ *PWHD* เหตุผลโดยสมบูรณ์ที่มากกว่านี้จะให้ไว้ในเอกสาร IEC 61000-1-4

แรงดันไฟฟ้าฮาร์โมนิกลำดับที่ n ที่เกิดจากชิ้นบริภัณฑ์ไม่เป็นเชิงเส้นที่ต่อเข้ากับระบบแรงดันต่ำ ให้ไว้โดย

$$V_n = Z_n \cdot I_n$$

เมื่อ

V_n คือ แรงดันไฟฟ้าฮาร์โมนิกลำดับ n

I_n คือ กระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกลำดับ n ที่ปล่อยออกจากชิ้นบริภัณฑ์

Z_n คือ อิมพีแดนซ์ของระบบแรงดันต่ำที่ความถี่ฮาร์โมนิกลำดับ n

ผลกระทบในวงกว้างของชิ้นบริภัณฑ์นี้ต่อแรงดันไฟฟ้าฮาร์โมนิกของระบบสามารถประเมินได้โดยใช้ความเพี้ยนแรงดันไฟฟ้าฮาร์โมนิกโดยรวม ที่กำหนดโดย

$$THD_V = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{V_n}{V_1} \right)^2}$$

ในลักษณะที่เป็นการประมาณครั้งที่ 1 อิมพีแดนซ์ของระบบถูกสมมุติว่าเป็นเชิงเหนี่ยวนำบริสุทธิ์ ในกรณีนั้นอิมพีแดนซ์ Z_n ที่ความถี่ฮาร์โมนิกสามารถแสดงเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของอิมพีแดนซ์ Z ที่ความถี่หลักมูล

$$Z_n = n \cdot Z$$

$$\text{ดังนั้น } THD_V = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{n \cdot Z \cdot I_n}{V_1} \right)^2} = \frac{Z \cdot I_1}{V_1} \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 \cdot \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

$$\text{จะให้ } THD_V = \frac{Z \cdot I_1}{V_1} \cdot GCF \quad \text{โดย } GCF = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 \cdot \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

ตัวประกอบ GCF นี้แทนค่าผลกระทบเป็นวงกว้างของชิ้นบริภัณฑ์ต่อแรงดันฮาร์โมนิกของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกลำดับต่ำเป็นลักษณะเด่น

อย่างไรก็ตาม ในระบบแรงดันต่ำเป็นไปได้ที่จะพิจารณาว่าอิมพีแดนซ์ Z_n เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของอิมพีแดนซ์ Z สำหรับความถี่ฮาร์โมนิกที่สูงกว่า ดังนั้นสำหรับฮาร์โมนิกลำดับสูงกว่าสามารถใช้การประมาณครั้งที่ 2 เพื่ออธิบายอิมพีแดนซ์ของระบบ

$$Z_n = \sqrt{n} \cdot Z$$

ดังนั้นค่าผลกระทบเป็นวงกว้างจะเท่ากับ

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

ในขณะที่ขีดจำกัดแต่ละขีดจำกัดสำหรับกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกไม่เกินลำดับที่ 13 ตัวประกอบ PWHD ถูกนำมาแทนค่าผลกระทบเป็นวงกว้างของกระแสไฟฟ้าฮาร์โมนิกสูงกว่าที่ปล่อยออกจากชั้นบริภัณฑ์ชั้นหนึ่งในระบบแรงดันฮาร์โมนิก

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

บรรณานุกรม

IEC 61000-1-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-4: General – Historical rationale for the limitation of power-frequency conducted harmonic current emissions from equipment, in the frequency range up to 2 kHz*

NOTE The derivation of limits defined in the present standard IEC 61000-3-12 will be documented in the IEC 61000-1-4.

มอก.1447 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 2 สิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 6 การประเมินระดับสิ่งที่ส่งออกมาในแหล่งจ่ายไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมในขณะที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณรบกวนที่นำมาตามสายความถี่ต่ำ

มอก.2483 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-4 ชีดจำกัด-ชีดจำกัดสำหรับสัญญาณปล่อยซึ่งเป็นกระแสฮาร์โมนิกในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์

IEC 61000-3-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems*

IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*