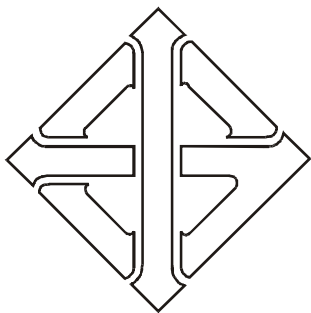




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2484 – 2553

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-11 ขีดจำกัด - ขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า
การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบในระบบจ่ายกำลัง
ไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ - วัตถุที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด $\leq$
75 แอมแปร์ และขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

PART 3-11: LIMITS - LIMITATION OF VOLTAGE CHANGES, VOLTAGE FLUCTUATIONS AND FLICKER
IN PUBLIC LOW-VOLTAGE SUPPLY SYSTEMS - EQUIPMENT WITH RATED CURRENT $\leq$
75 A AND SUBJECT TO CONDITIONAL CONNECTION

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 33.100.10

ISBN 978-616-231-320-2

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-11 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า
การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบในระบบจ่ายกำลัง
ไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ - บริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด < 75 แอมแปร์
และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข

มอก. 2484 — 2553

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 63 ง
วันที่ 7 มิถุนายน 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 3-11 ชีตจำกัด - ชีตจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ-บริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 75 แอมแปร์ และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 61000-3-11(2000-08) Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-11: Limits-
Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in
public low-voltage supply systems - Equipment with rated current
 ≤ 75 A and subject to conditional connection

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม
มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4323 (พ.ศ. 2554)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-11 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า
การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ -
บริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 75 แอมแปร์ และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-11 ซีตจำกัด - ซีตจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า และการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ - บริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 75 แอมแปร์ และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข มาตรฐานเลขที่ มอก.2484-2553 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2554

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เล่ม 3-11 ชีดจำกัด - ชีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า และการกะพริบ ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ - บริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 75 แอมแปร์ และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เกี่ยวข้องกับสัญญาณปล่อยที่เป็นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อม และการกะพริบของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากบริษัทและมีผลต่อระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ระบุขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากบริษัทที่ทดสอบภายใต้ภาวะที่ระบุ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เบื้องต้นใช้ได้กับบริษัทไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าจาก 16 แอมแปร์ จนถึง 75 แอมแปร์ ซึ่งตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบระหว่าง 220 กับ 230 โวลต์ระหว่างสายมีไฟกับสายเป็นกลาง ที่ 50 เฮิร์ตซ์ และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ยังใช้ได้กับบริษัทภายในขอบข่ายของ มอก.1449 ที่ไม่เป็นไปตามขีดจำกัดเมื่อทดสอบหรือประเมินด้วยอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} และขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข บริษัทซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.1449 ไม่รวมอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

การทดสอบตามมาตรฐานนี้คือการทดสอบเฉพาะแบบ

หมายเหตุ ขีดจำกัดการกะพริบที่ระบุในมาตรฐานเล่มนี้เหมือนกับใน มอก.1449 ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรุนแรงที่รู้สึกได้ของการกะพริบซึ่งเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ให้แสงจากหลอดไส้เป็นชนิด 230V/60W โดยการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าจ่าย

2. เอกสารอ้างอิง

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

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

IEC 60725, Considerations on reference impedances for use in determining the disturbance characteristics of household appliances and similar electrical equipment

มอก.1449 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 3-3 จิตจำกัด - จิตจำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าและการกะพริบ ในระบบจ่ายแรงดันไฟฟ้าต่ำสาธารณะ สำหรับบริภัณฑ์ที่มี กระแสไฟฟ้าที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์ต่อเฟส และไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในอนุกรมความเข้ากันได้ทาง แม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง มอก.1449 และบทนิยามต่อไปนี้

3.1 อิมพีแดนซ์อ้างอิง, Z_{ref} หมายถึง อิมพีแดนซ์ดั้งเดิมที่ระบุใน มอก.1449 ที่มีค่าตาม IEC 60725 ซึ่งใช้ในการ คำนวณและการวัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์ d ค่า P_{st} และ P_{it}

หมายเหตุ ส่วนเชิงต้านทานและส่วนปฏิกิริยาคือของ Z_{ref} ให้ไว้ในรูปที่ 1

3.2 จุดต่อประสาน (interface point) หมายถึง การต่อประสานระหว่างโครงข่ายจ่ายสาธารณะกับสิ่งติดตั้งของผู้ใช้

3.3 การต่อแบบมีเงื่อนไข (conditional connection) หมายถึง การต่อของบริภัณฑ์ซึ่งต้องการให้แหล่งจ่ายของผู้ใช้ ที่จุดต่อประสานมีอิมพีแดนซ์ต่ำกว่าอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} เพื่อให้สัญญาณปล่อยของบริภัณฑ์เป็นไปตามจิตจำกัด ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

หมายเหตุ การทำให้เป็นไปตามจิตจำกัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าไม่ใช่เงื่อนไขเดียวสำหรับการต่อเท่านั้น จิตจำกัดสัญญาณ ปล่อยสำหรับปรากฏการณ์อื่น เช่น ฮาร์มอนิก อาจต้องเป็นที่น่าสนใจด้วย

3.4 ความสามารถในการให้บริการกระแสไฟฟ้า (service current capacity) หมายถึง กระแสไฟฟ้าต่อเฟสซึ่งผู้ใช้สามารถ ดึงไปใช้ได้อย่างต่อเนื่องที่จุดต่อประสานโดยปราศจากการเกินพิกัดแหล่งจ่ายไฟที่ติดตั้งโดยการไฟฟ้าในการ ออกแบบระบบ

หมายเหตุ ในทางปฏิบัติความสามารถให้บริการกระแสคือพิกัดของฟิวส์บริการหลัก หรือค่าปรับตั้งของเครื่องตัดวงจรที่จุดต่อ ประสาน ในกรณีซึ่งการไฟฟ้าประกาศความสามารถจ่ายเป็นโวลต์แอมแปร์ กระแสไฟฟ้าต่อเฟสอาจถูกอนุมานสำหรับแหล่งจ่าย เฟสเดียว โดยการหารโวลต์แอมแปร์ด้วยแรงดันไฟฟ้าเฟสที่ประกาศ และสำหรับแหล่งจ่ายสามเฟสโดยการหารด้วย $\sqrt{3}$ เท่าของ แรงดันไฟฟ้าสายที่ประกาศ

4. ข้อกำหนด

ถ้าบริภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.1449 และดังนั้นจึงไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการต่อแบบมีเงื่อนไข ผู้ผลิตอาจจะระบุใน เอกสารที่ผู้ซื้อหาได้ก่อนการซื้อ

บริภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามจิตจำกัดของ มอก.1449 เมื่อทดสอบและประเมินด้วยอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} จะขึ้นอยู่กับ การต่อแบบมีเงื่อนไข และผู้ผลิตต้อง

ก) หากอิมพีแดนซ์ของระบบที่ยอมให้สูงสุด $Z_{\max}$ ที่จุดต่อประสานของแหล่งจ่ายผู้ใช้ตามข้อ 6.2 แจก $Z_{\max}$ ในคู่มือคำแนะนำของบริษัท และแนะนำผู้ใช้ให้หา (โดยการปรึกษากับการไฟฟ้า ถ้าจำเป็น) ว่าบริษัทถูกต้องเข้ากับแหล่งจ่ายด้วยอิมพีแดนซ์ค่าดังกล่าวหรือน้อยกว่า หรือ

ข) ทดสอบบริษัทตามข้อ 6.3 และแจ้งในคู่มือคำแนะนำของบริษัทว่าตั้งใจให้ใช้บริษัทเฉพาะในที่ซึ่งมีความสามารถให้บริการกระแสไฟฟ้า ≥ 100 แอมแปร์ต่อเฟส ป้อนจากโครงข่ายจ่ายที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุ 400/230 โวลต์ และแนะนำผู้ใช้ให้หา (โดยการปรึกษากับการไฟฟ้า ถ้าจำเป็น) ว่าความสามารถให้บริการกระแสไฟฟ้าที่จุดต่อประสานพอเพียงสำหรับบริษัท

บริษัทต้องทำเครื่องหมายอย่างชัดเจนว่าเหมาะกับการใช้ในที่ซึ่งมีความสามารถให้บริการกระแสไฟฟ้าเท่ากับหรือมากกว่า 100 แอมแปร์ต่อเฟส เท่านั้น

หมายเหตุ 1 ในกรณีทางเลือก ก) ข้อเข้มงวดในการต่ออาจใช้โดยการไฟฟ้ากับการใช้บริษัท ถ้าอิมพีแดนซ์จริงของระบบที่จุดต่อประสานในสถานที่ของผู้ใช้ Z_{act} เกิน $Z_{\max}$

หมายเหตุ 2 ในกรณีทางเลือก ข) สัญลักษณ์ใหม่ (IEC 60417-5855) กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณา สำหรับจุดประสงค์ของการทำเครื่องหมายบริษัท

หมายเหตุ 3 สำหรับทางเลือก ก) และ ข) ถ้าความสามารถจ่าย และ/หรือ อิมพีแดนซ์จริงของระบบ Z_{act} ถูกแจ้ง(หรือวัด)โดยผู้ใช้ ข้อมูลนี้อาจถูกใช้เพื่อประเมินความเหมาะสมของบริษัทโดยไม่ต้องอ้างอิงการไฟฟ้า

5. ขีดจำกัด

ขีดจำกัดใช้ได้กับการกระเพื่อมและการกะพริบของแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อแหล่งจ่ายของบริษัทที่ทดสอบ วัดหรือคำนวณตามข้อ 4 ภายใต้ภาวะทดสอบที่อธิบายในข้อ 6 การทดสอบทำเพื่อพิสูจน์การเป็นไปตามขีดจำกัดถือว่าเป็นการทดสอบเฉพาะแบบ

ให้ใช้ขีดจำกัดต่อไปนี้

- ค่าของตัวชี้การกะพริบระยะสั้น, P_{st} ต้องไม่เกิน 1.0
- ค่าของตัวชี้การกะพริบระยะยาว, P_{lt} ต้องไม่เกิน 0.65
- ค่าของ $d(t)$ ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต้องไม่เกินร้อยละ 3.3 นานกว่า 500 มิลลิวินาที
- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอยู่ตัวสัมพัทธ์ d_c ต้องไม่เกินร้อยละ 3.3
- การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสัมพัทธ์สูงสุด $d_{\max}$ ต้องไม่เกิน
- ก) ร้อยละ 4 โดยไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม
- ข) ร้อยละ 6 สำหรับบริษัทซึ่ง
 - เปิดปิดสวิตช์ด้วยมือ หรือ

- เปิดปิดสวิตช์อัตโนมัติบ่อยกว่า 2 ครั้งต่อวัน และมีการหน่วงการเริ่มเดินเครื่อง (การหน่วงไม่น้อยกว่า 10 - 20 วินาที) หรือเริ่มเดินเครื่องใหม่ด้วยมือ หลังการตัดของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ค) ร้อยละ 7 สำหรับบริษัทซึ่ง

- ต้องเฝ้าในการใช้งาน (เช่น เครื่องเป่าลม เครื่องดูดฝุ่น เครื่องกร้าว เช่นเครื่องผสม บริษัทสำหรับการทำสวน เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องมือเคลื่อนย้ายง่าย เช่น ส่วนไฟฟ้า) หรือ
- เปิดสวิตช์โดยอัตโนมัติ หรือตั้งใจให้เปิดสวิตช์ด้วยมือ ไม่เกิน 2 ครั้งต่อวัน และมีตัวเริ่มเดินเครื่องหน่วงเวลา (การหน่วงไม่น้อยกว่า 10 - 20 วินาที) หรือเริ่มเดินเครื่องใหม่ด้วยมือ หลังการตัดของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ในกรณีของบริษัทที่รวมโหลดหลายโหลด ชิดจำกัด ข) และ ค) จะใช้ได้เฉพาะถ้ามีการเริ่มเดินเครื่องแบบหน่วง หรือเริ่มเดินเครื่องด้วยมือ หลังการตัดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า สำหรับบริษัททั้งหมดที่มีการสวิตช์อัตโนมัติซึ่งได้รับการจ่ายกำลังไฟฟ้าทันทีที่แหล่งจ่ายคืนสภาพหลังการตัดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ให้ใช้ขีดจำกัด ก) สำหรับบริษัททั้งหมดที่มีการสวิตช์ด้วยมือ ให้ใช้ขีดจำกัด ข) หรือ ค) ขึ้นอยู่กับอัตราการสวิตช์

ข้อกำหนด P_{st} และ P_{it} จะไม่ใช้กับการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการสวิตช์ด้วยมือ

ขีดจำกัดจะไม่ใช้กับการสวิตช์ฉุกเฉินหรือการทำงานฉุกเฉิน

6. ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ วัด และประเมิน

ภาพรวมในรูปแบบของแผนภูมิการไหลแสดงขั้นตอนการดำเนินการประเมินและทดสอบที่ใช้ในการประเมินบริษัทและนำไปสู่การต่อที่ให้ไว้ในภาคผนวก ข.

ในการคำนวณที่อธิบายในข้อย่อต่อไปนี้ต้องใช้ค่าแบบรูปของอิมพีแดนซ์เชิงซ้อน

เพื่อประเมินบริษัทและหาอิมพีแดนซ์ของระบบที่ยอมให้สูงสุดจากการทดสอบเฉพาะแบบ ปริมาณช่วยบางอย่างเป็นสิ่งจำเป็น ปริมาณช่วยเหล่านี้ได้ถูกให้หน่วยค่าเดิมหลังเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในสูตรและการคำนวณ ดูตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน่วยคำเดิมหลังและการใช้

หน่วยคำเดิมหลัง	ความหมาย	การใช้
sys	ระบบ	Z_{sys} คือค่าขนาด(modulus)ของอิมพีแดนซ์ของระบบซึ่งอาจต่อปริพันธ์เพื่อให้เป็นไปตามขีดจำกัดเฉพาะ ตัวเลขหลังหน่วยคำเดิมหลังซึ่งเป็นการคำนวณเฉพาะ
ref	อ้างอิง	Z_{ref} คืออิมพีแดนซ์อ้างอิง
act	จริง	Z_{act} คือค่าขนาดของอิมพีแดนซ์จริงของแหล่งจ่ายที่มีอยู่ที่จุดต่อประสาน
max	สูงสุด	Z_{max} คือค่าขนาดของค่าสูงสุดของอิมพีแดนซ์แหล่งจ่ายซึ่งปริพันธ์เป็นไปตามขีดจำกัดทั้งหมดของมาตรฐานนี้
test	การทดสอบหรือการวัด	Z_{test} คือค่าขนาดของอิมพีแดนซ์ของวงจรทดสอบซึ่งทำการทดสอบสัญญาณปล่อย และ $d_{c\ test}$, $d_{max\ test}$, $P_{st\ test}$ และ $P_{it\ test}$ เป็นค่าที่วัดได้

6.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบและการวัด

ภาวะทดสอบที่ระบุในภาคผนวก ก. ของ มอก.1449 ใช้ได้กับบริภัณฑ์ที่มีกระแสที่กำหนด ≤ 16 แอมแปร์

6.1.1 อิมพีแดนซ์ทดสอบ Z_{test}

อิมพีแดนซ์ทดสอบ Z_{test} อาจต่ำกว่า Z_{ref} โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับบริภัณฑ์ที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์ ในการหาอิมพีแดนซ์ทดสอบค่าที่ดีที่สุดต้องเป็นไปตามเงื่อนไข 2 เงื่อนไขต่อไปนี้

- เงื่อนไขที่ 1 แรงดันไฟฟ้าตก ΔU ที่เกิดจากบริภัณฑ์ต้องอยู่ภายในพิสัยร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 5 ของแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายทดสอบ

- เงื่อนไขที่ 2 อัตราส่วนของส่วนประกอบเชิงเหนี่ยวนำต่อส่วนประกอบเชิงต้านทานของ Z_{test} ที่ได้จาก X_{test}/R_{test} ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 0.75 (คล้ายกับอัตราส่วนของส่วนประกอบอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref})

หมายเหตุ เงื่อนไขร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 5 ทำให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าสัมผัสของบริภัณฑ์ในสถานการณ์โครงข่ายจริงใกล้เคียงกับในระหว่างการทดสอบ

6.1.2 การทดสอบบริภัณฑ์กับ Z_{test}

การทดสอบต้องทำด้วยวงจรทดสอบที่ระบุในรูปที่ 1 ยกเว้นว่าอิมพีแดนซ์ Z_{ref} จะถูกแทนด้วย Z_{test} ต้องวัดค่า 4 ค่า $d_{c\ test}$, $d_{max\ test}$, $P_{st\ test}$, $P_{lt\ test}$ ความหมายของ d_c , d_{max} , P_{st} , P_{lt} ให้ไว้ใน มอก.1449

6.1.3 การประเมินด้วย Z_{ref}

ถ้า Z_{test} ไม่เท่ากับ Z_{ref} ค่าที่วัดได้ต้องคำนวณอีกครั้งด้วยสูตรต่อไปนี้

$$d_c = d_{c\ test} \cdot \frac{Z_{ref}}{Z_{test}}$$

$$d_{\max} = d_{\max \text{ test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

$$P_{\text{st}} = P_{\text{st test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

$$P_{\text{lt}} = P_{\text{lt test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

ค่าของ d_c , $d_{\max}$, P_{st} , P_{lt} คล้ายกับค่าซึ่งจะได้โดยการวัดกับ Z_{ref} ในลักษณะที่ภาวะที่ใช้กับ Z_{test} ในข้อ 6.1.1 ทำให้มั่นใจว่าค่าขนาดของ Z_{test} และ Z_{ref} มีเฟสตรงกัน (in phase) โดยประมาณ และแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ ค่า P_{st} และ P_{lt} สามารถแปลงไปเป็นค่าเทียบเท่าด้วยความแม่นยำที่สมเหตุสมผล โดยการคูณด้วยอัตราส่วน $\frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$

$d(t)$ ต้องถือว่าเป็นที่น่าพอใจหากภาวะสำหรับ d_c และ $d_{\max}$ เป็นไปตามเกณฑ์ด้วย Z_{test}

6.2 การประเมินและประกาศโดยผู้ผลิตเกี่ยวกับอิมพีแดนซ์ของระบบที่ยอมให้สูงสุด

ในการคำนวณที่อธิบายในข้อย่อต่อไปนี้ ต้องใช้ค่าขนาดของอิมพีแดนซ์เชิงซ้อน

6.2.1 การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณกับค่าที่วัดได้ ตามขีดจำกัดตามข้อ 5 เพื่อให้สามารถประกาศการเป็นไปตาม มอก.1449

ถ้าค่าทั้งหมดที่คำนวณได้ตามข้อ 6.1.3 หรือวัดได้ตาม มอก.1449 น้อยกว่าหรือเท่ากับขีดจำกัดในข้อ 5 ผู้ผลิตอาจประกาศว่า “ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคของ มอก.1449”

6.2.2 การคำนวณอิมพีแดนซ์ของระบบที่ยอมให้สูงสุด

ขั้นตอนการดำเนินการประเมินต่อไปนี้ใช้ในกรณีที่สัญญาณปล่อยของบริภัณฑ์ไม่สามารถเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคของ มอก.1449 และดังนั้นผู้ผลิตบริภัณฑ์ไม่สามารถประกาศว่าเป็นไปตามข้อ 6.2.1 ในกรณีนั้น บริภัณฑ์ต้องต่อเข้ากับแหล่งจ่ายที่มีอิมพีแดนซ์ของระบบต่ำกว่า Z_{ref}

ในการคำนวณอิมพีแดนซ์ค่าต่ำของระบบ (the lower system impedance) Z_{sys} ค่าของ d_c , $d_{\max}$, P_{st} และ P_{lt} ที่คำนวณได้ตามข้อ 6.1.3 ต้องใช้สูตรต่อไปนี้

สำหรับการวัดด้วยมือ

$$Z_{\text{sys1}} = Z_{\text{ref}} \cdot \frac{\text{ขีดจำกัด } d_{\max} \text{ ที่ให้ไว้ในข้อ 5 ซึ่งเหมาะสมกับ EUT}}{d_{\max}}$$

$$Z_{\text{sys2}} = Z_{\text{ref}} \cdot \frac{3.3\%}{d_c}$$

$$Z_{\text{sys3}} = Z_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{1}{P_{\text{st}}}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$Z_{\text{sys4}} = Z_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{0.65}{P_{\text{lt}}}\right)^{\frac{3}{2}}$$

ค่าต่ำสุดของค่า Z_{sys} ที่คำนวณได้ 4 ค่า เป็นอิมพีแดนซ์ของระบบที่ยอมให้สูงสุด Z_{max} ซึ่งผู้ผลิตจะประกาศตามข้อ 4 ในการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการสวิตช์ด้วยมือ ให้คำนวณเฉพาะค่า $Z_{\text{sys } 1}$ และ $Z_{\text{sys } 2}$ โดยค่า Z_{max} คือ ค่าต่ำสุดของ 2 ค่านี้

ข้อมูลเพิ่มเติมให้ดูภาคผนวก ก.

$d(t)$ ต้องถือว่าเป็นที่น่าพอใจหากภาวะสำหรับ d_c และ d_{max} เป็นไปตามเกณฑ์ด้วย Z_{test}

6.3 การประเมินและประกาศโดยผู้ผลิตบริษัทเกี่ยวกับความสามารถให้บริการกระแสไฟฟ้าต่ำสุดที่ต้องการ

สำหรับบริษัทเฟสเดียวที่ตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุ 230 โวลต์ สายถึงสายเป็นกลาง โดยใช้การบริการเฟสเดียวหรือสามเฟสที่มีความสามารถในการให้บริการกระแสไฟฟ้า ≥ 100 แอมแปร์ต่อเฟส อิมพีแดนซ์ทดสอบ Z_{test} ต้องปรับตั้งในทอมเชิงซ้อนที่ $0.25 + j 0.25 \Omega$ (ดูรูปที่ 1)

สำหรับบริษัทสามเฟสที่ตั้งใจให้ต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสาธารณะที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุ 400 โวลต์ สายถึงสาย โดยใช้การบริการสามเฟสที่มีความสามารถในการให้บริการกระแสไฟฟ้า ≥ 100 แอมแปร์ต่อเฟส อิมพีแดนซ์ทดสอบ Z_{test} ต้องปรับตั้งในทอมเชิงซ้อนที่ $0.15 + j 0.15 \Omega$ สำหรับสายแต่ละสาย และ $0.1 + j 0.1 \Omega$ สำหรับสายเป็นกลาง (ดูรูปที่ 1)

บริษัทที่ทดสอบกับอิมพีแดนซ์ทดสอบที่ระบุไว้ในย่อหน้าก่อน ต้องเป็นไปตามขีดจำกัดที่ให้ไว้ในข้อ 5

ผู้ผลิตต้องประกาศความสามารถให้บริการกระแสไฟฟ้าต่ำสุด ตามข้อ 4 ข)

ภาคผนวก ก.

(ข้อเสนอแนะ)

คำอธิบายด้วยกำลังการกะพริบ

ก.1 คำอธิบายของข้อ 6.2.2

สำหรับฮาร์มอนิกหรือการกะพริบ การเปลี่ยนแปลงที่ยอมให้ของแรงดันไฟฟ้าของระบบจะลดลงในขณะที่อิมพีแดนซ์ของระบบลดลง เพราะจำนวนของผู้บริโภคที่ได้รับอิทธิพลจากการรบกวนจะเพิ่มขึ้นและมีความหลากหลายน้อยลง

อย่างไรก็ตาม การบรรจบของสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอาจจะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง 2 ครั้งมีความแตกต่างของเวลาเพียง 1 วินาที สามารถถือว่าเป็นเหตุการณ์แยกกัน จึงมักไม่พบว่ามอเตอร์ 2 ตัวจะเริ่มเดินเครื่องในเวลาเดียวกัน และแรงดันไฟฟ้าตกจะเสริมกัน ด้วยเหตุนี้การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ยอมให้จะเป็นอิสระจากอิมพีแดนซ์ของโครงข่าย ดังนั้น จะมีแรงดันไฟฟ้าตกในระหว่างการทำงานที่อิมพีแดนซ์ของระบบ แต่ไม่ควรเกินค่าขีดจำกัดตามข้อ 5

ในกรณีที่ความน่าจะเป็นของกระบวนการการสวิตช์ที่เกิดพร้อมกันพอดี 2 กระบวนการหรือมากกว่ามีน้อย และไม่จำเป็นต้องลดแรงดันไฟฟ้าตกสัมพัทธ์ที่ยอมให้ ค่า P_{st} และ P_{lt} ควรน้อยกว่าค่าขีดจำกัดที่มีผลใช้ได้สำหรับอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z_{ref} เนื่องจากบริษัทที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 16 แอมแปร์ต้องการอิมพีแดนซ์ของระบบ Z_{sys} น้อยกว่า ตัวอย่างเช่นบริษัทขนาดใหญ่ซึ่งต่ออยู่ใกล้หม้อแปลงแหล่งจ่ายจะส่งผลกระทบต่อครอบคลุมพื้นที่มากกว่าอุปกรณ์ขนาด 16 แอมแปร์

ความน่าจะเป็นของการบรรจบกับการกะพริบของแรงดันไฟฟ้าจากอุปกรณ์อื่นจะแปรตามขนาดพื้นที่ที่มากขึ้น ค่าของ P_{st} และ P_{lt} ที่ยอมรับได้ก็ควรจะลดลงตามขนาดการลดลงของอิมพีแดนซ์ของระบบ Z_{sys}

“ผลกระทบรบกวนทั้งหมด” ของบริษัทสมนัยกับค่า P_{st} รวมทั้งหมดที่เกิดจากบริษัทบน “พื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบ” ภายใต้หลักการ “ได้รับผลเท่ากัน” “ผลกระทบรบกวนทั้งหมด” ควรเท่ากันสำหรับทุกบริษัท

การคำนวณขยายผลที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานกฎของการกะพริบซ้อนทับเชิงลูกบาศก์ แสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามภาวะนี้ ถ้าค่าการกะพริบที่ยอมให้ลดลงตามความสัมพันธ์

$$P_{st} \sim \left(\frac{Z_{sys}}{Z_{ref}} \right)^{1/3 \dots 2/3}$$

เพื่อให้มีการกะพริบที่ยอมให้ที่เป็นไปได้ของบริบทมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เมื่อมีกำลังไฟฟ้าสูงขึ้น ด้วยกำลังของความสัมพันธ์นี้ถูกตั้งไว้ที่ 1/3 ซึ่งจะนำไปสู่สมการที่เกี่ยวข้องกับ P_{st} และ P_{lt} ในข้อ 6.2.2

ตัวอย่าง : สมมุติว่าค่า P_{st} ที่คำนวณใหม่ของบริษัทซึ่งสัมพันธ์กับอิมพีแดนซ์อ้างอิงคือ $P_{st} = 4$

ตามข้อ 6.2.2 อิมพีแดนซ์ของระบบที่เกี่ยวข้องคำนวณโดย

$$Z_{\text{sys}} = Z_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{3/2} = \frac{Z_{\text{ref}}}{8}$$

การกะพริบจริงที่สร้างโดยบริภัณฑ์ที่อิมพีแดนซ์ของระบบจึงลดลงโดยความสัมพันธ์ $Z_{\text{sys}}/Z_{\text{ref}}$ ต่อค่าการกะพริบที่อิมพีแดนซ์อ้างอิง

$$P_{\text{st}} = \frac{Z_{\text{sys}}}{Z_{\text{ref}}} \cdot 4 = \frac{1}{8} \cdot 4 = \frac{1}{2}$$

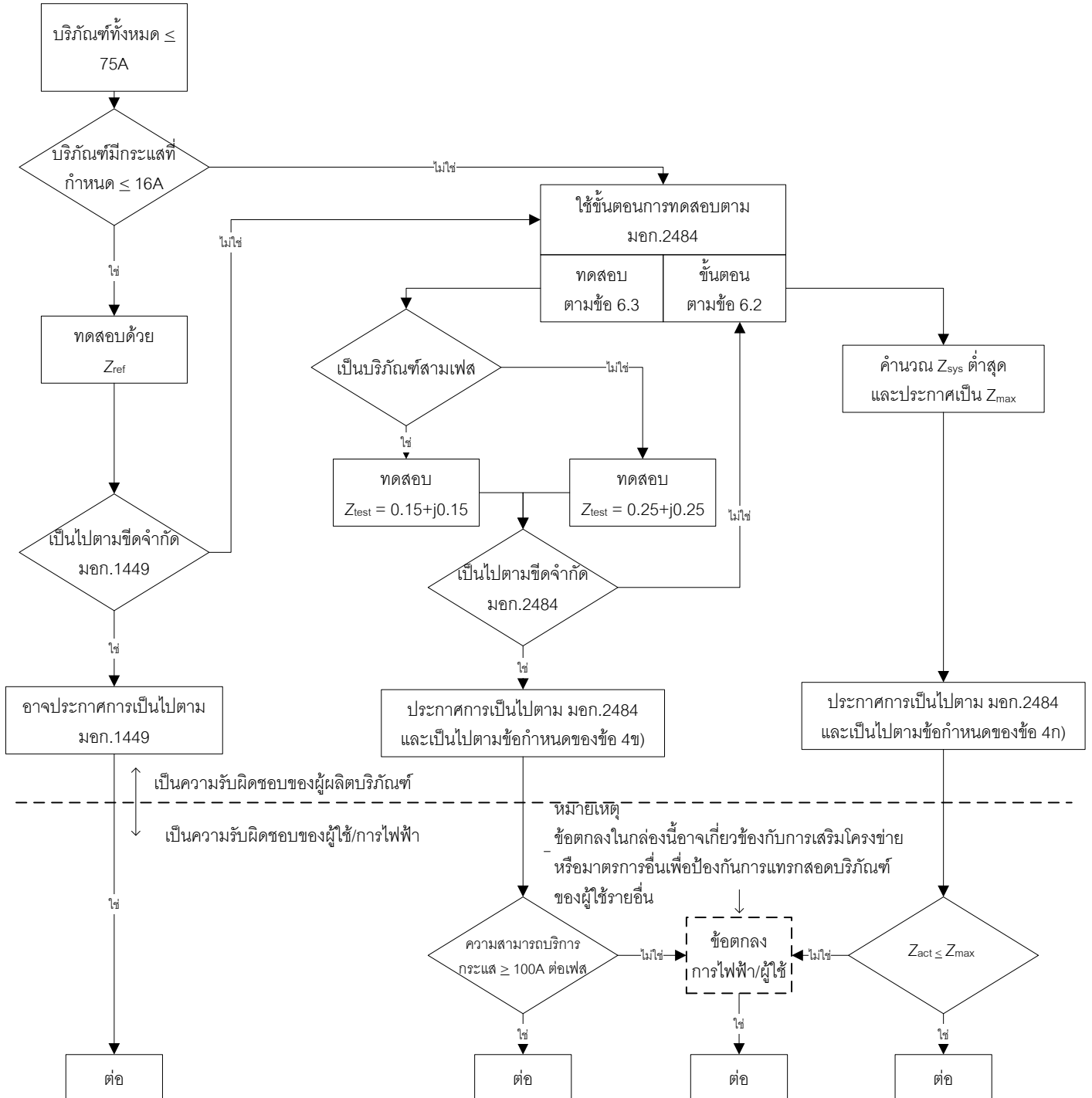
การเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ที่กล่าวมาแล้วระหว่างอิมพีแดนซ์ของระบบกับการกะพริบที่ยอมให้ ยืนยันด้วยกำลัง 1/3 ที่ให้ไว้

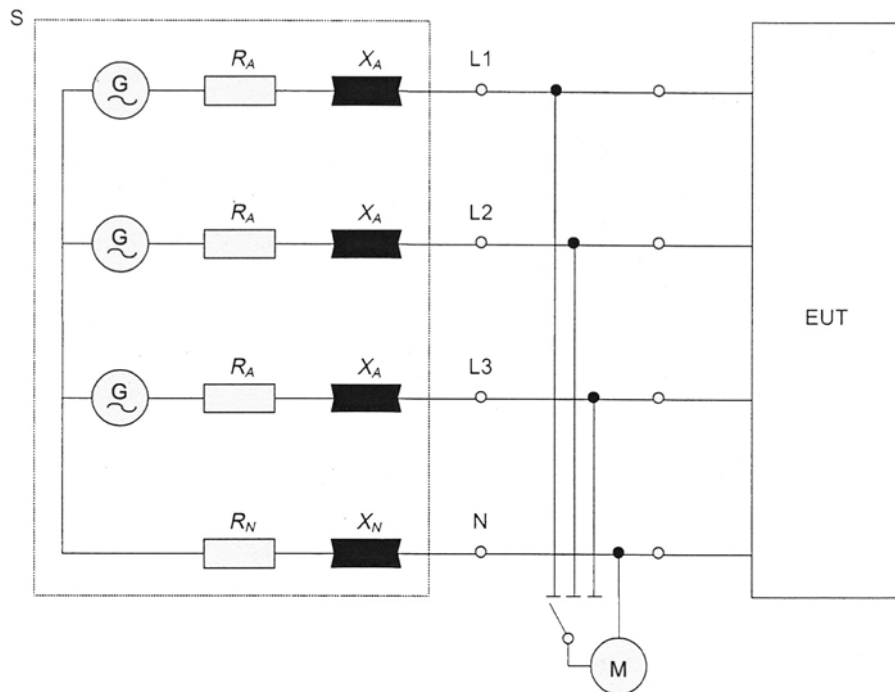
$$P_{\text{st}} = \left(\frac{1}{8}\right)^{1/3} = \frac{1}{2}$$

ภาคผนวก ข.

(ข้อแนะนำ)

แผนภูมิการไหลแสดงขั้นตอนการดำเนินการประเมินและทดสอบ
ที่นำไปสู่การต่อของบริภัณฑ์





EUT ปริภัณฑ์ที่ทดสอบ

M ปริภัณฑ์วัด

G แหล่งแรงดันไฟฟ้า ตามข้อ 6.3 ของ มอก.1449

S แหล่งจ่าย ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย G และอิมพีแดนซ์อ้างอิง Z ที่มีชิ้นส่วนต่างๆ ดังนี้
สำหรับการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับข้อ 6.1 และข้อ 6.2 ที่ใช้ Z_{ref}

$$R_A = 0.24 \, \Omega; \quad X_A = j0.15 \, \Omega \text{ ที่ } 50 \, \text{Hz};$$

$$R_N = 0.16 \, \Omega; \quad X_N = j0.10 \, \Omega; \text{ ที่ } 50 \, \text{Hz}$$

นอกเหนือจากนี้ ค่า Z_{test} ต้องเป็นไปตาม 6.1.1

$$R_A = 0.15 \, \Omega; \quad X_A = j0.15 \, \Omega; \text{ ที่ } 50 \, \text{Hz};$$

$$R_N = 0.10 \, \Omega; \quad X_N = j0.10 \, \Omega; \text{ ที่ } 50 \, \text{Hz}$$

เมื่ออิมพีแดนซ์แหล่งจ่ายไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน ให้ดูข้อ 6.2 ของ มอก.1449

หมายเหตุ โดยทั่วไปโหลดสามเฟสจะสมดุล และ R_N และ X_N สามารถละได้ เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าในสายเป็นกลาง

รูปที่ 1 โครงข่ายอ้างอิงสำหรับแหล่งจ่ายเฟสเดียวและสามเฟส
ได้จากแหล่งจ่ายสามเฟส สี่สาย