

**ข้อกำหนดกฎเกณฑ์แรงดันกระเพื่อม  
ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน**

คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- การไฟฟ้านครหลวง
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

## คำนำ

คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ได้พิจารณาเห็นว่าคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality) เป็นสิ่งสำคัญในการใช้ไฟฟ้า สมควรให้มีการวางข้อกำหนดกฎเกณฑ์วิธีตรวจสอบและขีดจำกัดของฮาร์โมนิก (Harmonics) , ไฟกะพริบ (Flickering) และแรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) สำหรับลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทรวมทั้งการบังคับใช้ข้อกำหนดกับลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีระบบไฟฟ้าซึ่งก่อให้เกิดฮาร์โมนิก , ไฟกะพริบ และแรงดันกระเพื่อมด้วย

เพื่อวางข้อกำหนดกฎเกณฑ์ดังกล่าว คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าจึงได้มีมติในการประชุมครั้งที่ 2 / 2538 วันที่ 1 พฤศจิกายน 2538 ให้ตั้งคณะทำงานกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับฮาร์โมนิกและแรงดันกระเพื่อม ซึ่งภายหลังได้เปลี่ยนเป็น คณะทำงานศึกษาและกำหนดค่าที่เหมาะสมของ Power Quality ประกอบด้วย

- |                               |   |      |   |
|-------------------------------|---|------|---|
| 1. นายวันชัย สيناโรจน์        | รองผู้อำนวยการฝ่ายบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า           | กฟน. | ประธานคณะทำงาน (ตั้งแต่ 1 พ.ย 2538 ถึง 23 ต.ค 2539) |
| 2. นายสมบัติ กำกัฒนชัย        | วิศวกรไฟฟ้า 10 ฝ่ายวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า      | กฟน. | ประธานคณะทำงาน (ตั้งแต่ 24 ต.ค 2539)                |
| 3. นายรังสรรค์ อัฐม โนลาก     | หัวหน้ากองมาตรวัดพลังงานซื้อขาย                 | กฟผ. | รองประธาน   |
| 4. นายพงษ์ศักดิ์ หาญบุญญานนท์ | รองผู้อำนวยการกองวิจัย                          | กฟภ. | รองประธาน   |
| 5. นายอนุสรณ์ ตติยปรีชา       | ผู้ช่วยหัวหน้ากองวิศวกรรมสถานีไฟฟ้าแรงสูง       | กฟผ. | คณะทำงาน  |
| 6. นายสาคร พยัคฆเรือง         | วิศวกรระดับ 8 กองปฏิบัติการอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล | กฟภ. | คณะทำงาน  |
| 7. นายชัยวัฒน์ ชัยมณีเทศ      | รองผู้อำนวยการกองจัดการและสั่งการระบบไฟฟ้า      | กฟน. | คณะทำงาน  |
| 8. นายนิวัติ ศรีกล้า          | วิศวกรไฟฟ้า 5 กองระบบบริเลย์                    | กฟน. | คณะทำงาน  |
| 9. นายชยยุทธ จิตรพยัคฆ์       | หัวหน้าแผนกศึกษาและวิเคราะห์ระบบพลังไฟฟ้า       | กฟน. | คณะทำงาน และเลขานุการ                               |

คณะทำงานได้เชิญผู้เกี่ยวข้องเข้าร่วมทำงานและร่วมประชุม ดังนี้

- |                           |                                     |      |           |
|---------------------------|-------------------------------------|------|-----------|
| 1. นายสุกิจ เกียรติบุญศรี | รองผู้อำนวยการกองวิศวกรรมไฟฟ้า      | กฟน. | ที่ปรึกษา |
| 2. นายชุมพล เวียงแสง      | วิศวกรระดับ 6 ฝ่ายบำรุงรักษาระบบส่ง | กฟผ. |           |

|                            |   |                       |
|----------------------------|---|-----------------------|
| 3. นายชนพงษ์ สุวรรณศรี     | วิศวกรระดับ 4 ฝ่ายวิศวกรรมระบบส่ง                   | กฟผ.                  |
| 4. นายดำรงค์ กมลพัฒนานันท์ | วิศวกรระดับ 4 ฝ่ายบำรุงรักษาระบบส่ง                 | กฟผ.                  |
| 5. นายพิมล พงษ์โสภณ        | วิศวกรระดับ 4 ฝ่ายบำรุงรักษาระบบส่ง                 | กฟผ.                  |
| 6. นายกิตติภัทร์ บัวเข้ม   | วิศวกรระดับ 4 ฝ่ายบำรุงรักษาระบบส่ง                 | กฟผ.                  |
| 7. นายประจันต์ สอนคง       | วิศวกรระดับ 4 กองปฏิบัติการอุปกรณ์<br>ควบคุมระยะไกล | กฟผ.                  |
| 8. นายศักดิ์ชัย นรสิงห์    | วิศวกรระดับ 4 กองวิจัย                              | กฟผ.                  |
| 9. นายสนั่นยศ จันเสรณี     | วิศวกรไฟฟ้า 5 กองบำรุงรักษาอุปกรณ์<br>สถานีย่อย     | กฟผ.                  |
| 10. นายมนัส อรุณวัฒนาพร    | วิศวกรไฟฟ้า 4 กองวิศวกรรมไฟฟ้า                      | กฟผ. ผู้ช่วยเลขานุการ |

คณะทำงานและคณะผู้เกี่ยวข้องได้ร่วมกันจัดทำ “ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์เกี่ยวกับฮาร์โมนิกและแรงดันกระเพื่อม” สำหรับธุรกิจอุตสาหกรรมและบ้านอยู่อาศัย เสร็จตามที่ได้รับมอบหมายโดยอ้างอิงจากมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน IEC , มาตรฐานของสหราชอาณาจักร (UK) และมาตรฐานของออสเตรเลีย (AS) โดยคำนึงถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้ในประเทศไทย

เพื่อให้สะดวกในการใช้อ้างอิง ได้จัดทำข้อกำหนดเป็น 4 ฉบับดังนี้

1. ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์ฮาร์โมนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม
2. ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์แรงดันกระเพื่อมเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม
3. ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์ฮาร์โมนิกที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน
4. ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์แรงดันกระเพื่อมที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

โดยข้อกำหนดฉบับที่ 1 และ 2 มีจุดประสงค์เพื่อให้มีผลบังคับกับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม ส่วนข้อกำหนดฉบับที่ 3 และ 4 มีจุดประสงค์เพื่อเสนอให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้นำไปพิจารณาบังคับกับผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

ข้อกำหนดคกฏเกณฑ์นี้ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า 3 การไฟฟ้าแล้ว

คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

## สารบัญ

|                            | หน้า |
|----------------------------|------|
| 1. ขอบเขต                  | 1    |
| 2. วัตถุประสงค์            | 1    |
| 3. มาตรฐานอ้างอิง          | 1    |
| 4. นิยาม                   | 2    |
| 5. ข้อกำหนดแรงดันกระเพื่อม | 4    |
| เอกสารอ้างอิง              |      |

## 1. ขอบเขต

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยมีขอบเขตดังนี้

- 1.1 เพื่อเป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับขีดจำกัดและวิธีการตรวจสอบของแรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย
- 1.2 เพื่อจัดส่งข้อกำหนดกฎเกณฑ์ให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) พิจารณารับบังคับใช้กับผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านตามความเหมาะสม
- 1.3 ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ภายในบ้าน โดยใช้กับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ แรงดันไม่เกิน 240 V และ 415 V สำหรับอุปกรณ์เฟสเดียวและสามเฟสตามลำดับ ความถี่ 50 Hz แต่ไม่รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบที่มีแรงดันต่ำกว่า 220 V ( Line to Neutral )

## 2. วัตถุประสงค์

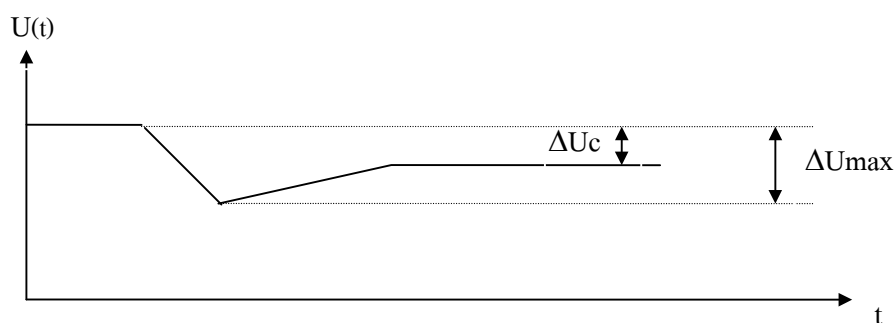
เพื่อกำหนดขีดจำกัดที่สามารถยอมรับได้ของระดับแรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

## 3. มาตรฐานอ้างอิง

- IEC 555 : Disturbances in Supply Systems Caused by Household Appliances and Similar Electrical Equipment  
Part 1 : Definitions
- IEC 1000 : Electromagnetic Compatibility (EMC)  
Part 3 : Limits  
Section 3 : Limitation of Voltage Fluctuations and Flicker in Low Voltage Supply Systems for Equipment with Rated Current  $\leq 16$  A  
Section 5 : Limitation of Voltage Fluctuations and Flicker in Low Voltage Supply Systems for Equipment with Rated Current Greater than 16 A

## 4. นิยาม

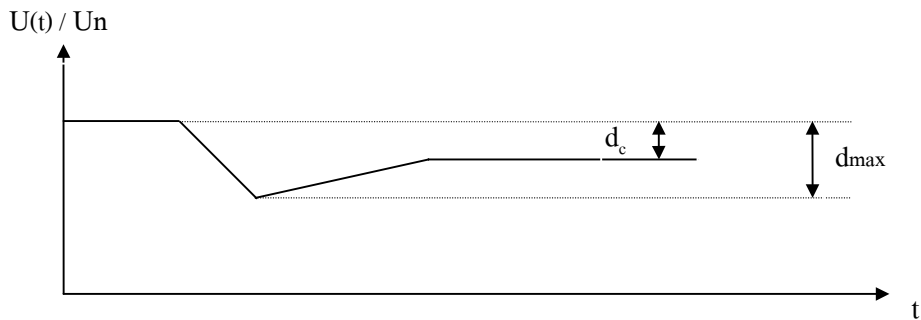
- 4.1 แรงดันเปลี่ยนแปลง (Voltage Change) - การเปลี่ยนแปลงของค่า RMS (หรือค่า Peak) ของแรงดันระหว่างค่าระดับแรงดัน 2 ระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งแต่ละระดับมีค่าคงที่ในระยะเวลาที่แน่นอนแต่ไม่กำหนดช่วงระยะเวลา
- 4.2 แรงดันกระเพื่อม (Voltage Fluctuation) - ชุดของแรงดันเปลี่ยนแปลง (Voltage Change) หรือการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของค่าแรงดัน RMS
- 4.3 แรงดันตกชั่วขณะ (Voltage Sag or Voltage Dip) - แรงดันลดลงตั้งแต่ร้อยละ 10 ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ครึ่งไซเคิลจนถึงไม่กี่วินาที โดยเกิดเนื่องจากการเดินเครื่องของมอเตอร์หรือโหลดขนาดใหญ่ หรือเกิดความผิดปกติพร่อง (Fault) ในระบบไฟฟ้า
- 4.4 แรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุด (Maximum Voltage Change ,  $\Delta U_{max}$ ) - ความแตกต่างระหว่างค่า RMS สูงสุดและต่ำสุดของลักษณะแรงดันเปลี่ยนแปลง  $U(t)$  ( พิจารณารูปที่ 4-1 )
- 4.5 แรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่ ( Steady-State Voltage Change ,  $\Delta U_c$ ) - ความแตกต่างระหว่างแรงดันภาวะคงที่ 2 ค่าที่อยู่ใกล้เคียงกัน แบ่งแยกโดยแรงดันเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 1 ชุด ( พิจารณารูปที่ 4-1 )



รูปที่ 4-1 แสดงแรงดันเปลี่ยนแปลงแบบต่างๆ

- 4.6 แรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์สูงสุด (Maximum Relative Voltage Change ,  $d_{max}$ ) - อัตราส่วนระหว่างแรงดันเปลี่ยนแปลงสูงสุด  $\Delta U_{max}$  ;  $N^{\circ}A\text{S}^{\circ}N^{\circ}$  Nominal  $\text{V}$ ,  $U_n$  ( พิจารณารูปที่ 4-2 )

4.7 แรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่สัมพัทธ์ ( Relative Steady-State Voltage Change ,  $d_c$  ) - อัตราส่วนระหว่างแรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่  $\Delta U_c$  ;  $\frac{\Delta U_c}{U_n}$  Nominal Voltage ,  $U_n$  ( พิจารณารูปที่ 4-2 )



รูปที่ 4-2 แสดงแรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์แบบต่างๆ

4.8 ไฟกะพริบ (Flicker) - ความรู้สึกในการมองที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการกระตุ้นจากระดับของแสงสว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามเวลา โดยเกิดจากการป้อนแรงดันกระแสเพื่อให้อุปกรณ์ Coiled-Coil Filament 230 V / 60 W

4.9 เครื่องวัดไฟกะพริบ (Flickermeter) - เครื่องมือที่ออกแบบสำหรับใช้วัดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟกะพริบ (โดยปกติใช้วัดค่า Pst และ Plt )

4.10 ดรรชนีไฟกะพริบระยะสั้น (Short Term Flicker Indicator , Pst) - ค่าที่ใช้ประเมินความรุนแรงของไฟกะพริบในช่วงเวลาสั้นๆ(10 นาที)

4.11 ดรรชนีไฟกะพริบระยะยาว (Long Term Flicker Indicator , Plt) - ค่าที่ใช้ประเมินความรุนแรงของไฟกะพริบในระยะยาว ( 2-3 ชั่วโมง ) โดยหาได้จากค่า Pst ตามสูตร

$$\sqrt[3]{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{j=n} (Pst_j)^3}$$

n = จำนวนของค่า Pst ในช่วงระยะเวลาที่หาค่า Plt

ช่วงระยะเวลาที่แนะนำ คือ 2 ชั่วโมง ดังนั้น n = 12

4.12 จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling ,PCC) - ตำแหน่งในระบบของการไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่สุด ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าย่อยอื่นอาจต่อร่วมได้

4.13 เครื่องมือที่เคลื่อนย้ายได้ (Portable Tool) - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถยกหรือจับถือได้ในระหว่างการทำงานปกติ และใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น ( 2-3 นาที )

4.14 อุปกรณ์สามเฟสสมดุล (Balanced Three-Phase Equipment) - อุปกรณ์ที่มีพิกัดกระแสในสายเส้นไฟ (Line) ของแต่ละเฟสต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

## 5. ข้อกำหนดแรงดันกระเพื่อม

5.1 กรณีอุปกรณ์ที่มีกระแสพิกัดไม่เกิน 16 แอมแปร์

### 5.1.1 การประเมินค่าแรงดันกระเพื่อม

(1) การประเมินค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ (d)

สามารถหาได้จากการวัดโดยตรง หรือคำนวณหาจากค่ากระแสอินพุทของอุปกรณ์และค่าอิมพีแดนซ์อ้างอิงของวงจร ตามรายละเอียดใน IEC 1000-3-3 Clause 4.1

(2) การประเมินค่าครรชนีไฟกะพริบระยะสั้น (Pst)

ก. วิธีวัด โดยตรง โดยใช้ *Flickermeter* แรงดันกระเพื่อมทุกประเภทสามารถหาค่าได้โดยตรงโดยใช้ *Flickermeter* ที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดใน IEC 868

ข. วิธี *Simulation* ในกรณีที่ทราบรูปคลื่นของแรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ d(t) ค่า Pst สามารถประเมินได้จาก *Computer Simulation*

ค. วิธีวิเคราะห์ สำหรับรูปคลื่นแรงดันเปลี่ยนแปลงบางประเภทเช่น Double Step , Ramp , Rectangular , Triangular และรูปคลื่นแรงดันเปลี่ยนแปลงขณะสตาร์ทมอเตอร์ สามารถประเมินหาค่า Pst ได้โดยการคำนวณตามรายละเอียดใน IEC 1000-3-3 Clause 4.2.3

ง. วิธีพิจารณาจากเส้นโค้ง  $Pst = 1$  ในกรณีแรงดันเปลี่ยนแปลงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเท่ากัน และแยกจากกันด้วยช่วงเวลาที่ทำกัน สามารถใช้เส้นโค้งในรูปที่ 3-1 ในการพิจารณาขนาดของแรงดันเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับค่า  $Pst = 1$  สำหรับแต่ละค่าความถี่ในการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง

(3) การประเมินค่าครรชนีไฟกะพริบระยะยาว (Plt)

ใช้ค่าครรชนีไฟกะพริบระยะยาว Plt ที่นิยามใน IEC 868 Appendix A.2 โดยใช้ค่า  $N = 12$  ในกรณีทั่วไปจำเป็นต้องประเมินค่า Plt ถ้าอุปกรณ์มีการใช้งานปกติในแต่ละครั้งนานกว่า 30 นาที

### 5.1.2 ขีดจำกัดแรงดันกระเพื่อม

(1) Pst ต้องมีค่าไม่เกิน 1

(2) Plt ต้องมีค่าไม่เกิน 0.65

(3) แรงดันเปลี่ยนแปลงภาวะคงที่สัมพัทธ์ ( $d_c$ ) ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 3

(4) แรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์สูงสุด ( $d_{max}$ ) ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 4



แรงดันเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเปลี่ยนสวิตช์ด้วยมือ หรือเกิดขึ้นน้อยกว่า 1 ครั้งต่อชั่วโมง จะไม่พิจารณาจำกัดตามข้อ (1) และ (2) ส่วนขีดจำกัดตามข้อ (3) และ (4) ให้คูณด้วย 1.33

จำนวนแรงดันเปลี่ยนแปลงต่อคนาที

รูปที่ 5-1 เส้นโค้ง Pst = 1 สำหรับแรงดันเปลี่ยนแปลงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีระยะห่างเท่ากัน

ตารางที่ 5-1

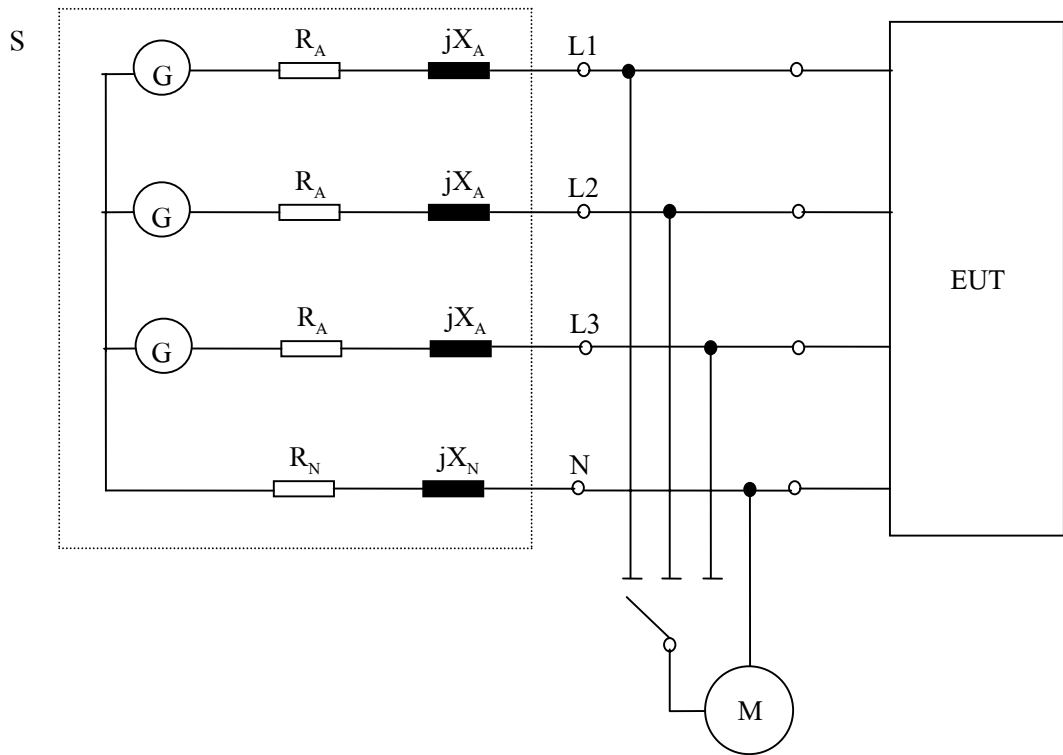
วิธีการประเมินค่าดรรชนีไฟกะพริบระยะสั้น

| ชนิดของแรงดันกระเพื่อม  | วิธีการประเมินค่า Pst           |
|---|---------------------------------|
| แรงดันกระเพื่อมทุกชนิด  | - วัด โดยตรง                    |
| แรงดันกระเพื่อมทุกชนิด ในกรณีที่ทราบลักษณะแรงดันเปลี่ยนแปลงตามเวลา                                  | - Simulation<br>- วัด โดยตรง    |
| แรงดันเปลี่ยนแปลงบางชนิดเช่น Double Step , Ramp , Rectangular , Triangular และแรงดันเปลี่ยนแปลงขณะส | - วิธีวิเคราะห์<br>- Simulation |

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| ตัวหม้อเตอร์ ซึ่งมีอัตราการผลิตน้อยกว่า 1 ครั้งต่อวินาที | - วัดโดยตรง                        |
| แรงดันเปลี่ยนแปลงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีช่วงห่างเท่ากัน | - ใช้เส้นโค้ง Pst = 1 ในรูปที่ 5-1 |

5.1.3 วิธีการและอุปกรณ์ในการทดสอบ

(1) การทดสอบอุปกรณ์ต้องทำการทดสอบกับวงจรอ้างอิงตามรูปที่ 5-2



EUT = อุปกรณ์ที่ทำการทดสอบ

M = เครื่องมือวัด

S = แหล่งจ่ายไฟทดสอบประกอบด้วย เครื่องกำเนิดแรงดัน G และ อิมพีแดนซ์อ้างอิง Z (รวมอิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดแรงดัน) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ :

$$R_A = 0.24 \Omega \quad jX_A = 0.15 \Omega \cdot \text{ที่ } 50 \text{ Hz}$$

$$R_N = 0.16 \Omega \quad jX_N = 0.10 \Omega \cdot \text{ที่ } 50 \text{ Hz}$$

รูปที่ 5-2 วงจรอ้างอิงสำหรับทดสอบอุปกรณ์เฟสเดียวและสามเฟส

(2) ความเที่ยงตรงในการวัด

ก.ขนาดของกระแสที่วัดต้องมีความเที่ยงตรงร้อยละ  $\pm 1$

ข.ค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ต้องมีความเที่ยงตรงรวมคิดจากร้อยละ  $\pm 8$  áÁíéò§ÍÓ§;ÑºèÒ d<sub>max</sub>  
ค.ค่าอิมพีแดนซ์รวมของวงจรยกเว้นอิมพีแดนซ์ของอุปกรณ์ที่ทำการทดสอบแต่รวมถึงอิมพีแดนซ์  
ภายในของแหล่งจ่ายไฟต้องมีค่าเท่ากับอิมพีแดนซ์อ้างอิง

ง.ค่าอิมพีแดนซ์รวมต้องมีความมั่นคงและทนทานเพียงพอที่จะรักษาความเที่ยงตรงร้อยละ  $\pm 8$

$$\mu\text{Áí'çÑé'µÍ'ìÒ\text{Á}\cdot\text{ÉÍ}^\circ$$

(3) áÈ\text{Á}è§\text{"}èÒ\text{Á}\text{ä}\text{ç}\cdot\text{ÉÍ}^\circ

á\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\text{çÍ\text{§}\text{á}\text{È}\text{Á}\text{è}\text{§}\text{"}èÒ\text{Á}\text{ä}\text{ç}\cdot\text{ÉÍ}^\circ ( \text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\text{à}\text{»}\text{Ò}\text{'}\text{Ç}\text{§}\text{Ñ}^1\text{Á} ) \text{µ}\text{é}\text{Í}\text{§}\text{à}\text{'}\text{è}\text{Ò}\text{ì}\text{Ñ}^0\text{¼}\text{Ò}\text{ì}\text{Ñ}^1\text{'}\text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\text{çÍ\text{§}\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{¶}\text{é}\text{Ó}\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{Á}\text{Ò}\text{è}\text{Ò}\text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\text{à}\text{»}\text{ç}\text{¹}\text{è}\text{Ç}\text{§}\text{ } \text{á}\text{È}\text{é}\text{á}\text{'}\text{é}\text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\cdot\text{ÉÍ}^\circ 230\text{ V } \text{É}\text{Ó}\text{È}\text{Á}\text{Ñ}^0\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{à}\text{ç}\text{'}\text{È}\text{à}\text{'}\text{Ò}\text{Á}\text{Ç}\text{ } \text{È}\text{Á}\text{×}\text{Í}\text{ } 400\text{ V } \text{É}\text{Ó}\text{È}\text{Á}\text{Ñ}^0\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{È}\text{Ò}\text{Á}\text{ä}\text{ç}\text{'}\text{È}\text{ } \text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\cdot\text{ÉÍ}^\circ\text{µ}\text{é}\text{Í}\text{§}\text{Á}\text{Ñ}\text{ì}\text{È}\text{Ò}\text{è}\text{Ò}\text{Í}\text{Á}\text{Ù}\text{è}\text{À}\text{Ò}\text{Á}\text{á}\text{'}\text{Á}\text{é}\text{Í}\text{Á}\text{Á}\text{Ð} \pm 2\text{ } \text{çÍ\text{§}\text{è}\text{Ò}\text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\text{ Nominal } \text{á}\text{Á}\text{Ð}\text{Á}\text{Ò}\text{è}\text{Ò}\text{ç}\text{Ò}\text{Á}\text{¶}\text{Í}\text{è}\text{ } 50\text{ Hz } \pm \text{Á}\text{é}\text{Í}\text{Á}\text{Á}\text{Ð} 0.5\text{ } \text{è}\text{è}\text{Ò}\text{ç}\text{Ò}\text{Á}\text{à}\text{¼}\text{Ò}\text{é}\text{Á}\text{'}\text{Í}\text{Ò}\text{Á}\text{í}\text{Á}\text{Í}\text{Ò}\text{ì}\text{Á}\text{Ç}\text{Á}\text{ THD } \text{µ}\text{é}\text{Í}\text{§}\text{Á}\text{Ò}\text{è}\text{Ò}\text{µ}\text{è}\text{Ò}\text{ì}\text{Ç}\text{è}\text{Ò}\text{Á}\text{é}\text{Í}\text{Á}\text{Á}\text{Ð} 3

(4) \text{á}\text{è}\text{Ç}\text{§}\text{à}\text{Ç}\text{Á}\text{Ò}\text{È}\text{Ñ}\text{§}\text{à}\text{ì}\text{µ}\text{Ø}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{ } T\_p

$$\text{È}\text{Ó}\text{È}\text{Á}\text{Ñ}^0\text{ Pst} \quad - \quad T_p = 10\text{'}\text{Ò}\text{Ò}$$

$$\text{È}\text{Ó}\text{È}\text{Á}\text{Ñ}^0\text{ PIt} \quad - \quad T_p = 2\text{'}\text{Ñ}\text{è}\text{Ç}\text{á}\text{Á}\text{§}$$

(5) à§×\text{é}\text{'}\text{á}\text{ç}\cdot\text{Ñ}\text{è}\text{Ç}\text{ä}\text{»}\text{çÍ\text{§}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\cdot\text{ÉÍ}^\circ

$$\text{ì}\cdot\text{á}\text{¹}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{Ò}\text{ã}\text{'}\text{é}\text{Á}\text{Ð}^0\text{è}\text{Ç}\text{º}\text{è}\text{Ø}\text{Á}\text{Í}\text{Ñ}\text{µ}\text{à}\text{'}\text{Á}\text{Ñ}\text{µ}\text{Ò}$$

\text{µ}\text{é}\text{Í}\text{§}\text{µ}\text{Ñ}\text{é}\text{§}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\text{'}\text{Ò}\text{§}\text{Ò}\text{'}\text{á}\text{¹}\text{µ}\text{Ó}\text{á}\text{È}\text{'}\text{è}\text{§}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{ì}\text{é}\text{á}\text{È}\text{é}\text{à}\text{ì}\text{Ò}\text{'}\text{Ø}\text{'}\text{çÍ\text{§}\text{á}\text{Á}\text{§}\text{Ñ}^1\text{à}\text{»}\text{Á}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{'}\text{á}\text{»}\text{Á}\text{§}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{ä}\text{é}\text{µ}\text{é}\text{Í}\text{§}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\text{Í}\text{ì}\text{ } \text{Á}\text{Ò}\text{È}\text{Ù}\text{§}\text{È}\text{Ø}\text{'}

\text{ç}\cdot\text{È}\text{Ó}\text{È}\text{Á}\text{Ñ}^0\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{Ò}\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{è}\text{Ç}\text{º}\text{è}\text{Ø}\text{Á}\text{È}\text{Á}\text{Ò}\text{Á}\text{È}\text{è}\text{Ç}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{á}\text{Á}\text{ì}\text{í}\text{ì}\text{'}\text{Ò}\text{ì}\text{ì}\text{Ñ}^1

\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{á}\text{µ}\text{è}\text{Á}\text{Ð}\text{È}\text{è}\text{Ç}\text{'}\text{Ð}\text{¼}\text{Ò}\text{'}\text{Ò}\text{Á}\text{³}\text{Ò}\text{à}\text{»}\text{ç}\text{'}\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{Ç}\text{º}\text{é}\text{'}\text{È}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{§}

\text{¶}\text{é}\text{Ò}\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{à}\text{È}\text{Á}\text{è}\text{Ò}\text{'}\text{Ñ}\text{é}\text{'}\text{Á}\text{Ò}\text{á}\text{'}\text{Ç}\text{á}\text{'}\text{é}\text{Á}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{'}\text{Ð}\text{'}\text{Ó}\text{§}\text{Ò}\text{'}\text{Í}\text{Á}\text{è}\text{Ò}\text{§}\text{à}\text{»}\text{ç}\text{'}\text{Í}\text{Ó}\text{È}\text{Á}\text{Ð}\text{µ}\text{é}\text{Í}\text{ì}\text{Ñ}^1

\text{á}\text{Á}\text{Ð}\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{è}\text{Ç}\text{º}\text{è}\text{Ø}\text{Á}\text{à}\text{È}\text{Á}\text{è}\text{Ò}\text{'}\text{Ñ}\text{é}\text{'}\text{Á}\text{Ò}\text{á}\text{'}\text{é}\text{Í}\text{ì}\text{á}\text{'}\text{º}\text{º}\text{á}\text{È}\text{é}\text{Á}\text{Ò}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\text{à}\text{Á}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{È}\text{Á}\text{×}\text{Í}\text{È}\text{Á}\text{Ø}\text{'}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\text{'}\text{Ò}\text{§}\text{Ò}\text{'}\text{á}\text{¹}\text{à}\text{Ç}\text{Á}\text{Ò}\text{à}\text{'}\text{Ò}\text{Á}\text{Ç}\text{ì}\text{Ñ}^1

\text{á}\text{µ}\text{è}\text{¶}\text{é}\text{Ò}\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{è}\text{Ç}\text{º}\text{è}\text{Ø}\text{Á}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{á}\text{Á}\text{ì}\text{ì}\text{Ñ}^1\text{à}\text{È}\text{Á}\text{è}\text{Ò}\text{'}\text{Ñ}\text{é}\text{'}\text{¶}\text{Ù}\text{ì}\text{í}\text{ì}\text{á}\text{'}\text{º}\text{º}\text{á}\text{È}\text{é}\text{á}\text{Á}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{È}\text{Á}\text{×}\text{Í}\text{È}\text{Á}\text{Ø}\text{'}\text{ì}\text{Ò}\text{Á}\text{'}\text{Ò}\text{§}\text{Ò}\text{'}\text{¼}\text{Á}\text{é}\text{Í}\text{Á}\text{ì}\text{ } \text{Ñ}^1\text{ } \text{ì}\text{Á}\text{Ø}\text{è}\text{Á}\text{çÍ\text{§}\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{è}\text{Ç}\text{º}\text{è}\text{Ø}\text{Á}\text{à}\text{È}\text{Á}\text{è}\text{Ò}\text{'}\text{Ñ}\text{é}\text{'}\text{Ð}\text{¼}\text{Ò}\text{'}\text{Ò}\text{Á}\text{³}\text{Ò}\text{à}\text{»}\text{ç}\text{'}\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{Ç}\text{º}\text{é}\text{'}\text{à}\text{'}\text{Ò}\text{Á}\text{Ç}

## 5.2 \text{ì}\text{Á}\text{³}\text{Ò}\text{Í}\text{Ó}\text{»}\text{ì}\text{Á}\text{³}\text{ì}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{Á}\text{Ò}\text{Ç}\text{§}\text{'}\text{Á}\text{è}\text{Ç}\text{º}\text{è}\text{Ø}\text{Á}\text{È}\text{Á}\text{Ò}\text{Á}\text{È}\text{è}\text{Ç}\text{'}\text{Ò}\text{è}\text{á}\text{Á}\text{ì}\text{í}\text{ì}\text{'}\text{Ò}\text{ì}\text{ì}\text{Ñ}^1\text{ } \text{Ç}\text{è}\text{Ò} 16\text{'}\text{á}\text{Í}\text{Á}\text{á}\text{»}\text{Á}\text{ì}

5.2.1 อุปกรณ์ที่มีกระแสพิกัดเกินกว่า 16 แอมแปร์ แต่สอดคล้องตามข้อกำหนดในข้อ 5.1 พิจารณาให้ต่อใช้งานกับระบบได้

5.2.2 อุปกรณ์ที่มีกระแสพิกัดไม่เกิน 75 แอมแปร์ ให้พิจารณาตามรายละเอียดดังนี้

กำหนดให้  $Z_{\text{sys}}$  - อิมพีแดนซ์ของระบบซึ่งอุปกรณ์ต่อใช้งานอยู่

$Z_{\text{ref}}$  - อิมพีแดนซ์อ้างอิง ( ตามวงจรในรูป 5-2 )

$Z^*$  - อิมพีแดนซ์ของวงจรที่ทำการทดสอบ

- (1) อุปกรณ์ที่มีกระแสฟลักซ์ไม่เกิน 16 แอมแปร์  $Z^*$  มีค่าเท่ากับ  $Z_{ref}$  แต่สำหรับอุปกรณ์ที่มีค่ากระแสฟลักซ์มากกว่า 16 แอมแปร์  $Z^*$  จะมีค่าน้อยกว่า  $Z_{ref}$  โดยมีเงื่อนไขในการพิจารณาค่า  $Z^*$  ที่เหมาะสมดังนี้

ก. แรงดันตก  $\Delta U$  (ใน % ของ  $V_n$ )

ข.  $I_{sc} / I_n$  (นั่นคือ  $X^* / R^*$ ) ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 0.75 (เช่นเดียวกับกรณีของอิมพีแดนซ์อ้างอิง)

- (2) ทำการทดสอบกับวงจรตามรูปที่ 5-2 ยกเว้นอิมพีแดนซ์อ้างอิง  $Z_{ref}$  ให้เปลี่ยนเป็น  $Z^*$  แทน ทำการวัดค่า  $d_c^*$ ,  $d_{max}^*$ ,  $P_{st}^*$  และ  $Plt^*$  เช่นเดียวกับที่วัดค่า  $d_c$ ,  $d_{max}$ ,  $P_{st}$  และ  $Plt$  ในข้อ 5.1 โดยเครื่องหมายดอกจันหมายถึงค่าที่วัดจาก  $Z^*$  ไม่ใช่  $Z_{ref}$

ถ้า  $Z^*$  ไม่เท่ากับ  $Z_{ref}$  ค่าที่วัดต้องนำมาคำนวณอีกครั้งดังนี้

$$d_c = d_c^* \cdot Z_{ref} / Z^*$$

$$d_{max} = d_{max}^* \cdot Z_{ref} / Z^*$$

$$P_{st} = P_{st}^* \cdot Z_{ref} / Z^*$$

$$Plt = Plt^* \cdot Z_{ref} / Z^*$$

นำค่า  $d_c$ ,  $d_{max}$ ,  $P_{st}$  และ  $Plt$  ที่ได้จากการคำนวณมาพิจารณาเปรียบเทียบกับขีดจำกัดในข้อ

5.1.2 ถ้าสอดคล้องตามขีดจำกัดดังกล่าว พิจารณาให้อุปกรณ์ขึ้นนั้นต่อใช้งานกับระบบได้

- (3) ถ้าอุปกรณ์ไม่สอดคล้องตามขีดจำกัดในข้อ 5.1.2 จะยอมให้ต่อใช้งานกับระบบได้ถ้าอิมพีแดนซ์ของระบบมีค่าน้อยกว่าอิมพีแดนซ์สูงสุดของระบบที่ยอมรับได้ (Maximum Permissible System Impedance) ในการคำนวณค่าอิมพีแดนซ์ของระบบให้ใช้ค่า  $d_c$ ,  $d_{max}$ ,  $P_{st}$  และ  $Plt$  จากที่คำนวณได้ในข้อที่ (2) ตามรายละเอียดดังนี้

สำหรับการเปลี่ยนสวิตช์ด้วยมือและการสวิตช์ที่เกิดขึ้นน้อยกว่า 1 ครั้งต่อชั่วโมง

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \cdot 1.33 \cdot 4\% / d_{max}$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \cdot 1.33 \cdot 4\% / d_c$$

สำหรับกรณีอื่นๆ

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \cdot 4\% / d_{max}$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \cdot 4\% / d_c$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \cdot (1/P_{st})^{3/2}$$

$$|Z_{sys}| = |Z_{ref}| \cdot (0.65/Plt)^{3/2}$$

ค่าต่ำสุดของ  $|Z_{sys}|$  จะใช้ค่าที่น้อยที่สุดจากค่าที่คำนวณได้

5.2.3 พิจารณาเช่นเดียวกับวิธีการในข้อ 5.2.2 ส่วนขีดจำกัดของค่า Pst และ Plt ให้พิจารณาดังนี้

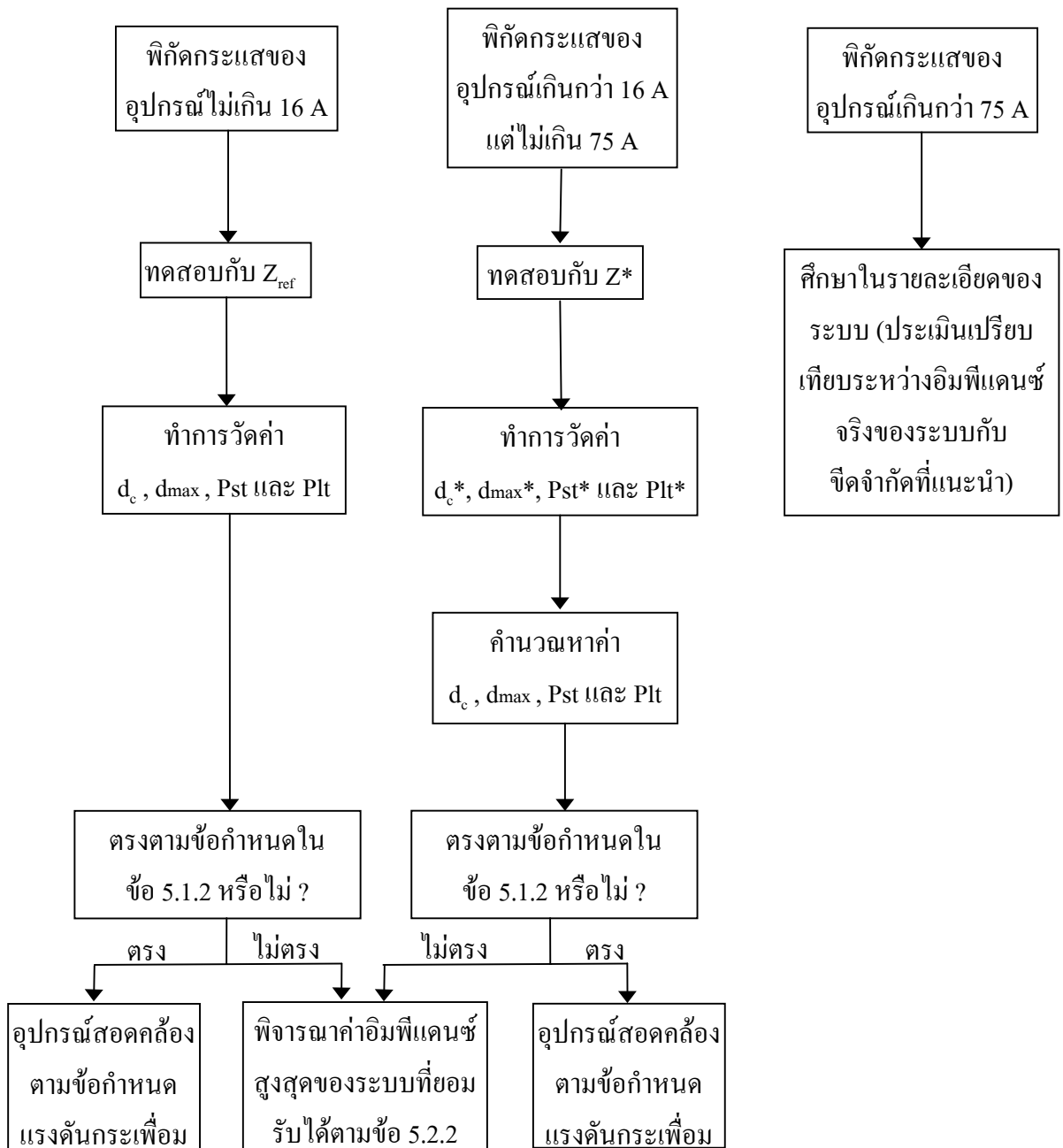
$$P_{st} = (S_L / S_{TR})^{1/3}$$

$$P_{lt} = 0.65 P_{st}$$

โดย  $0.6 < P_{st} < 1$  ( $0.6 < P_{st} < 1$ )

$S_L$  - ปรากฏการณ์ (Apparent Power)  $S_{TR}$  - ปรากฏการณ์ (Apparent Power)

$S_{TR}$  - ปรากฏการณ์ (Apparent Power) MV/LV



รูปที่ 5-3 ไตอะแกรมแสดงวิธีการประเมินแรงดันกระเพื่อม

เอกสารอ้างอิง

1. IEC 555 : Disturbances in Supply Systems Caused by Household Appliances and Similar Electrical Equipment

Part 1 : Definitions

2. IEC 1000 : Electromagnetic Compatibility (EMC)

Part 3 : Limits

Section 3 : Limitation of Voltage Fluctuations and Flicker in Low Voltage Supply Systems for Equipment with Rated Current  $\leq 16$  A

Section 5 : Limitation of Voltage Fluctuations and Flicker in Low Voltage Supply Systems for Equipment with Rated Current Greater than 16 A