

ข้อเสนอแนะการตีความและการนำ
เอกสาร EURAMET cg – 15: Guidelines on
the Calibration of Digital Multimeters
ไปใช้สอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์

คณะกรรมการจัดทำร่างข้อเสนอแนะการตรวจประเมินทางวิชาการสาขาไฟฟ้า อ้างอิง
ตาม EURAMET cg – 15 (Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters)

วัตถุประสงค์ของ "เอกสารวิชาการ" นี้

- ใช้ประกอบและสนับสนุนการตีความเอกสาร cg-15 ของ EURAMET
- สร้างความชัดเจนและความกระจ่าง รวมทั้งลดความคลุมเครือในการนำ cg-15 ไปใช้
- สนับสนุนการนำ cg-15 ไปใช้พัฒนาวิธีการและคู่มือการสอบเทียบ DMM
- นำไปศึกษาและใช้ประกอบการพัฒนาความเข้าใจและกระบวนการสอบเทียบ DMM

เป้าหมาย

- ขยายความวิธีการสอบเทียบ DMM ตาม EURAMET cg – 15 ให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดการปฏิบัติในแนวทางเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการรับรองระบบงาน ห้องปฏิบัติการสอบเทียบของ สมอ.
- เป็นข้อแนะนำ ไม่นำไปบังคับเช่นเดียวกับข้อกำหนด
- ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบไม่สามารถดำเนินการ EURAMET cg – 15 และเอกสารนี้ได้ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบต้องแสดงหลักฐานเพิ่มเติมในส่วนที่ปฏิบัติเบี่ยงเบนไป

ขอบข่าย

- ใช้กับดิจิตอลมัลติมิเตอร์ที่ความถี่ไม่เกิน 1 MHz ($f \leq 1\text{MHz}$)
- ครอบคลุมเฉพาะ direct measurement method โดยแหล่งจ่ายเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ทราบค่า และ DMM เป็นเครื่องมือที่ถูกลบเทียบ
- ไม่ครอบคลุมดิจิตอลมัลติมิเตอร์ชนิดแผงหน้าปัด (panel instrument)

ประเด็นที่มีการตีความทางวิชาการ

วิธีดำเนินการ (procedure)

- กรณีผู้ให้บริการสอบเทียบไม่ได้จัดส่งอุปกรณ์ประกอบ (accessories) ของเครื่องมือมาเพื่อประกอบการสอบเทียบ ให้ถือว่ามีความสามารถดำเนินการสอบเทียบ โดย
 - ต้องระบุในขั้นตอนการดำเนินงานว่า ในกรณีดังกล่าวให้ใช้อุปกรณ์ประกอบของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ
 - ระบุใบรายงานผลการสอบเทียบว่า สอบเทียบโดยใช้อุปกรณ์ประกอบของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ
- ต้องมีการปฏิบัติการเบื้องต้น (preliminary operation) เพื่อตรวจสอบ สถานะ ความปลอดภัยและการทำงานของ DMM เพื่อตรวจหาความผิดพลาดที่เป็นไปได้ของ DMM และเตรียมการให้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเข้าสู่เงื่อนไขการทำงานที่กำหนด
- ควรระบุวิธีการตั้งค่า (setup) ตามคู่มือผู้ผลิต หรือตามการใช้งานของเครื่องมือมาตรฐาน และ DMM รวมทั้งแสดงแผนภาพการต่อ (schematic diagram) เครื่องมือมาตรฐานกับ DMM ในพารามิเตอร์และฟังก์ชันที่ทำการสอบเทียบไว้ในขั้นตอนการดำเนินงาน
- ต้องตั้งค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ความแม่นยำที่ดีที่สุด (best measurement accuracy) ในกรณีที่ต้องการลดระยะเวลาการสอบเทียบ high accuracy DMM จะทำได้เมื่อค่าความไม่แน่นอนของผลการวัดที่เพิ่มขึ้นไม่มีนัยสำคัญกับเกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือ

จุดสอบเทียบ (calibration points)

- สามารถเบี่ยงเบน (deviate) ได้ $\pm 5\%$ ของค่าที่กำหนดใน cg-15
- กรณีที่ลูกค้ามีตามความต้องการให้เพิ่มเติมจุดสอบเทียบสามารถดำเนินการได้
- กรณีสอบเทียบเป็นบางพิสัย (range) หรือบางฟังก์ชันเพื่อให้ตรงตามการใช้งาน สามารถกระทำได้ แต่ต้องสอบเทียบในพิสัยนั้นให้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ใน cg-15
- รายงานค่า zero offset ในทุกพิสัยการสอบเทียบ ยกเว้นฟังก์ชัน แรงดันไฟฟ้า กระแสสลับ (AC voltage) และกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (AC current)

- ควรดำเนินการขจัดค่า offset ของการวัดตามคู่มือผู้ผลิต
- กรณีการสอบเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ควรระบุหรือหมายเหตุ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (peak voltage) และผลคูณของแรงดันไฟฟ้ากับความถี่ (voltage-frequency product) ในขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องมือที่จะเกิดขึ้น

ความไม่แน่นอนการวัด (measurement uncertainty)

- ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematic model) เพื่อระบุแหล่งที่มาและใช้ประเมินความไม่แน่นอนการวัด
- การคำนวณค่าความไม่แน่นอนการวัดอันเนื่องมาจากการเลื่อนค่า (drift) ของเครื่องมือมาตรฐานให้ปฏิบัติตามมติอนุกรรมการพิจารณารับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ครั้งที่ 3-1/2547
 - กรณีมีประวัติการสอบเทียบและมีการเลื่อนค่าน้อยมาก ๆ ให้กำหนดค่าการเลื่อนค่าจากความไม่แน่นอนที่นำเข้า (imported uncertainty) ที่ 1σ กำหนดการกระจายแบบสามเหลี่ยม (triangular) และตัวหาร (divisor) เท่ากับ $\sqrt{6}$ อ้างอิงตาม M3003
 - กรณีมีผลการสอบเทียบครั้งเดียว ยังไม่รู้ค่าการเลื่อนค่า ให้กำหนดค่าการเลื่อนค่าจากความไม่แน่นอนที่นำเข้าที่ 2σ มีการกระจายแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular) และตัวหารเท่ากับ $\sqrt{3}$
 - กรณีมีประวัติการสอบเทียบและมีการเลื่อนค่าให้กำหนดค่าการเลื่อนค่าเท่ากับค่าของปีล่าสุดลบด้วยค่าของปีก่อนหน้า มีการกระจายแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า และตัวหารเท่ากับ $\sqrt{3}$

ความไม่แน่นอนการวัด (measurement uncertainty)

- ระบบแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนการวัดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematic model) การประเมินความไม่แน่นอนการวัดให้เป็นไปตาม JCGM 100 (GUM)
- การคำนวณค่าความไม่แน่นอนการวัดอันเนื่องมาจากการเลื่อนค่า (drift) ของเครื่องมือมาตรฐานให้ปฏิบัติตามมติอนุกรรมการพิจารณารับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ครั้งที่ 3-1/2547
- ในกรณีที่ไม่สามารถบรรลุเงื่อนไขอัตราส่วนความแม่นยำ (test accuracy ratio, TAR) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 4:1 ได้ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบสอบเทียบต้องพิจารณาอัตราส่วนความไม่แน่นอน (test uncertainty ratio, TUR) แทน คือต้องนำ
 - ความไม่แน่นอนจากใบรับรองผลการสอบเทียบ
 - การเลื่อนค่าระยะยาว (long-term drift)
 - เสถียรภาพระยะสั้น (short-term stability)

เข้ามาพิจารณาเพิ่มเติมและต้องมีหลักฐานประกอบให้ผู้ตรวจประเมินพิจารณาเพิ่มเติม

จำนวนแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนเป็นอย่างน้อยที่ใช้สำหรับการประเมินความไม่แน่นอนการวัด

Function	Type A	Type B							
	Repeatability	Accuracy	Resolution	Thermal emf	Common mode rejection	Loading error	Calibration certificate	Long term drift	Short term stability
DC Voltage	□ ♣ ♦	□ ♣	□ ♣ ♦	♣ ♦	♣ ♦	♣ ♦	♦	♦	♦
AC Voltage	□ ♣ ♦	□ ♣	□ ♣ ♦			♣ ♦	♦	♦	♦
DC Current	□ ♣ ♦	□ ♣	□ ♣ ♦				♦	♦	♦
AC Current	□ ♣ ♦	□ ♣	□ ♣ ♦				♦	♦	♦
DC Resistance	□ ♣ ♦	□ ♣	□ ♣ ♦				♦	♦	♦

- ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ชนิด น้อยกว่า 5 ½ หลัก
- ♣ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ชนิด มากกว่า 6 ½ หลัก ในกรณี TAR มากกว่า 4:1
- ♦ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ชนิด มากกว่า 6 ½ หลัก ในกรณี TAR น้อยกว่า 4:1

เครื่องมือมาตรฐาน การสอบเทียบ และความสามารถสอบกลับ ได้ทางมาตรวิทยาของผลการวัด

- เครื่องมือมาตรฐานต้องได้รับการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองระบบงานตาม ISO/IEC 17025 และได้รับการทวนสอบ (verification) เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือมาตรฐานดังกล่าวเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิค
- การพิจารณาตัดสินความเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคของเครื่องมือมาตรฐานให้เป็นไปตามเอกสาร JCGM 106: 2012 หรือ ISO 14253-1
- ความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยาของผลการวัดให้เป็นไปตามเอกสารทางวิชาการ ILAC Policy on the Traceability of Measurement Results (ILAC P10:01/2013)
- การตรวจสอบระหว่างวงรอบการสอบเทียบ (Intermediate check) กระทำได้โดยการตรวจสอบจุดที่เหมาะสมของพารามิเตอร์และพิสัยของเครื่องมือมาตรฐาน ซึ่งมีเกณฑ์การยอมรับแบ่งเป็น 2 กรณี คือ
 - กรณีใช้เงื่อนไข TAR ในการสอบเทียบ เกณฑ์การยอมรับเท่ากับเกณฑ์ข้อกำหนดทางเทคนิคจากผู้ผลิต
 - กรณีใช้เงื่อนไข TUR ในการสอบเทียบ เกณฑ์การยอมรับเท่ากับเกณฑ์ค่าการเลื่อนค่าระยะยาว (long term drift)

การเขียนขอบข่ายเพื่อขอรับการรับรอง

สาขาการสอบเทียบ	รายการสอบเทียบ	ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด	วิธีการสอบเทียบ
ไฟฟ้า	Measuring instrument DC voltage 0 mV to < 330 mV 0.33 V to < 3.3 V 3.3 V to < 33 V AC voltage 10 Hz to 45 Hz 3 mV to < 33 mV 33 mV to < 330 mV DC current 0.1 mA to < 3.3 mA 3.3 mA to < 33 mA	 $69 \mu\text{V/V} + 3.7 \mu\text{V}$ $58 \mu\text{V/V} + 6.0 \mu\text{V}$ $58 \mu\text{V/V} + 60 \mu\text{V}$ $4.0 \text{ mV/V} + 24 \mu\text{V}$ $2.9 \text{ mV/V} + 58 \mu\text{V}$ $0.15 \text{ mA/A} + 0.059 \mu\text{A}$ $0.12 \text{ mA/A} + 0.30 \mu\text{A}$	EURAMET cg-15

ใบรายงานผลการสอบเทียบ

- การเขียนสัญลักษณ์และหน่วยวัดและการแสดงค่าของปริมาณในใบรายงานผลการสอบเทียบให้อ้างอิงจาก JCGM 200 (VIM)
- การแสดงความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยาของผลการวัดให้เป็นไปตามเอกสารทางวิชาการ ILAC Policy on the Traceability of Measurement Results (ILAC P10:01) โดยระบุรายละเอียดของเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบ เช่น ชื่อเครื่องมือ รุ่น หมายเลขเครื่องและวันสอบเทียบในใบรายงานผลการสอบเทียบ เป็นต้น
- กรณีที่ต้องมีการตัดสินความเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคของ DMM ให้ปฏิบัติตามเอกสาร JCGM 106:2012 Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment หรือ ISO 14253-1 Geometrical product specifications (GPS) – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment – Part 1: Decision rules for verifying conformity or nonconformity with specifications หรือ ILAC G8: Guideline on the Reporting of Compliance with Specification

Q & A