

แนวทางการสอบเทียบ Digital Multimeters



ตามมาตรฐาน EURAMET cg-15 Version 3.0 (02/2015)

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- วัตถุประสงค์
 - เพื่อกำหนดแนวทางการสอบเทียบ Digital Multimeters (DMMs) สำหรับห้องปฏิบัติการสอบเทียบ (accredited or not)
 - สามารถใช้ผนวกกับข้อเสนอแนะการสอบเทียบที่กำหนดโดย บ.ผู้ผลิต
 - มาตรฐานและเอกสารที่เกี่ยวข้องที่ต้องนำมาพิจารณา (ดู Reference)
 - แม้ว่าแนวทางในเอกสารนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะครอบคลุมคำถามเกี่ยวกับการตัดสินใจความเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะ (Specification) ของ DMM แต่ได้นำเสนอวิธีสอบเทียบที่เหมาะสมซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นฐานได้
 - สำหรับการประเมินและการรายงานความเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะ อ้างอิงเอกสาร ILAC G8 (*under revision*)

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- กลุ่มของเครื่องมือที่กล่าวถึงในเอกสารนี้คือ
 - เครื่องมือวัดที่มีหลายฟังก์ชัน มีการอ่านค่าเป็นแบบตัวเลขเพื่อแสดงปริมาณที่วัด เช่น แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง, แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ย่านความถี่ต่ำ), กระแสไฟฟ้ากระแสสลับ, กระแสไฟฟ้ากระแสตรง (ย่านความถี่ต่ำ), และความต้านทาน
 - ไม่ครอบคลุมเครื่องมือซึ่งแม้ว่าจะวัดปริมาณเหล่านี้ แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะวัดปริมาณอื่นๆ เช่น กำลังไฟฟ้า, พลังงานไฟฟ้า, ความต้านทานไฟฟ้ากระแสสลับ, หรือความถี่ที่มากกว่า 1 MHz
 - ใช้ได้กับเครื่องมือวัดที่แสดงผลแบบตัวเลขซึ่งสามารถวัดได้เพียงหนึ่งในปริมาณที่กล่าวไปแล้ว เช่น Digital Voltmeters
 - ไม่ครอบคลุม Panel Instrument หรือเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เฉพาะงาน

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- **ข้อพิจารณาทั่วไป (General Considerations)**

วิธีดำเนินการต้องทำให้เกิดความมั่นใจว่าเครื่องมือภายใต้การสอบเทียบให้ผลการวัดที่สามารถสอบกลับได้

ผู้ใช้งานควรที่จะสามารถใช้ผลการวัดที่รายงานในใบรับรองการสอบเทียบระหว่างการยืนยันคุณสมบัติทางมาตรวิทยา

วิธีดำเนินการควรจัดเตรียมให้เครื่องมือสามารถสอบเทียบไปพร้อมกับอุปกรณ์เสริม (อุปกรณ์ประกอบ)

- **การปฏิบัติงานเบื้องต้น (Preliminary Operations)**

- ตรวจสอบสถานะของ DMM เช่น ความปลอดภัยและฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่ (โดยทั่วไปจะถูกดำเนินการโดย Software ขณะเปิดเครื่อง)

- ถ้าไม่พบสิ่งผิดปกติ ให้ stabilize ตามระยะเวลาที่ บ.ผู้ผลิตกำหนด

- ตั้งค่าที่จำเป็นในการใช้งาน เช่น ACAL, SELFCAL, offset compensation ในฟังก์ชันกระแสตรง

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน (Sequence of Operations) มี 3 แบบ

ขึ้นกับสถานะการสอบเทียบของเครื่องมือก่อนการปรับแต่ง และความต้องการของลูกค้า

- แบบ a) Pre-adjustment calibration >>> Adjustment >>> Post-adjustment calibration

เป็นขั้นตอนมาตรฐานสำหรับการสอบเทียบ DMM ที่สามารถปรับแต่งได้ โดยข้อมูลการสอบเทียบก่อนปรับแต่งจะแสดงพฤติกรรมของเครื่องมือนับจากการสอบเทียบครั้งล่าสุด การปรับแต่งจะทำให้ค่าที่อ่านได้ของเครื่องมืออยู่ในเกณฑ์ยอมรับที่ บ.ผู้ผลิตกำหนด การสอบเทียบหลังการปรับแต่งจะให้ข้อมูลแสดงสถานะของเครื่องมือหลังการปรับแต่ง

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- แบบ b) Adjustment >>> Calibration

กรณีที่สถานะของเครื่องมือขณะรับเข้าห้องปฏิบัติการไม่อยู่ในสภาพที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าสามารถข้ามขั้นตอนการสอบเทียบขั้นต้นได้ เช่น

- เครื่องมือนั้นไม่เคยถูกสอบเทียบตามระยะเวลาที่กำหนดมาก่อน
- ผ่านการดำเนินการบางอย่างเช่น ซ่อมบำรุง ซึ่งกระทบต่อคุณลักษณะทางมาตรวิทยาอย่างมีนัยสำคัญ
- เป็นความต้องการของลูกค้า
- เพิ่งผ่านการซ่อมโดยห้องปฏิบัติการที่สอบเทียบ หรือห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับเครื่องมือ

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- แบบ c) Calibration

- ในกรณีที่เครื่องมือนั้นไม่มีฟังก์ชันสำหรับการปรับแต่ง หรือได้รับการดูแลรักษาความถูกต้องไว้ในระดับสูง สามารถดำเนินการตามแบบ c) ได้ และต้องมีการกำหนดเกณฑ์ยอมรับที่เหมาะสม

เพื่อให้มั่นใจว่า ผลการสอบเทียบจะอยู่ในเกณฑ์การยอมรับที่กำหนด ตลอดช่วงการใช้งานถัดไป

ตัวอย่าง สำหรับเครื่องมือที่มีความแม่นยำไม่สูงและสามารถปรับแต่งได้ โดยทั่วไปจะมีอัตราการเลื่อนค่า (*drift*) ที่ต่ำ เมื่อเทียบกับข้อกำหนดจำเพาะ เกณฑ์การยอมรับสำหรับความเบี่ยงเบนที่เกิดระหว่างปริมาณที่ป้อน กับค่าที่อ่านได้สามารถกำหนดไว้ที่ 70% ของข้อกำหนดจำเพาะต่อปีของ บ.ผู้ผลิต สำหรับทุกจุดวัด และ 50% สำหรับจุดที่ปรับแต่งแล้ว สำหรับเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูงกว่า อาจกำหนดเกณฑ์ยอมรับไว้ที่ 50 % ของข้อกำหนดจำเพาะทุกจุดที่ทำการวัด

- สามารถดำเนินการได้ตามความต้องการของลูกค้า แม้ว่าผลการสอบเทียบจะออกนอกเกณฑ์ที่กำหนด เพราะลูกค้าใช้ค่าแก้ (Correction Factor) กับผลการสอบเทียบ และมั่นใจที่จะใช้ประวัติของเครื่องมือแทนเกณฑ์ที่ระบุในข้อกำหนดจำเพาะ

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- การปรับแต่งต้องทำตามวิธีที่ บ.ผู้ผลิตกำหนด ต้องดำเนินการตามรายการทั้งหมดที่ระบุในคู่มือการใช้งาน Instruction Manual ยกเว้นกรณีที่มีไม่ปกติ
- โดยทั่วไปแล้วกระบวนการสอบเทียบจะถูกรออกแบบเพื่อให้เกิดความแม่นยำสูงสุดกับเครื่องมือที่ถูกสอบเทียบ เครื่องมือมาตรฐาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบต้องมีความเหมาะสม หากต้องการลดเวลาการสอบเทียบ DMM ความถูกต้องสูง สามารถทำได้ โดยลดรูปแบบที่ต้องการ ถ้าความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้นน้อยมากจน ไม่มีผลเมื่อเทียบกับข้อกำหนดจำเพาะ
- ถ้าในกระบวนการวัดปกติของปริมาณจำเพาะ หรือลดทอนค่าของ DMM โดยใช้อุปกรณ์เสริมหรืออุปกรณ์ที่ติดตั้ง การสอบเทียบ จะต้องกระทำในลักษณะเดียวกัน

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- การกำหนดจุดที่ทำกรวัด (Definition of Measurement Points)
 - การกำหนดจุดวัดให้น้อยและเหมาะสมต่อการสอบเทียบ DMM ทั่วไป ควรยึดหยุ่นเพียงพอเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ด้วยเครื่องมือหลายรุ่น โดยพิจารณาจากหลักการทำงาน จุดวัดที่กำหนด โดย บ. ผู้ผลิต และรวมถึงความต้องการของลูกค้า
 - จากความหลากหลายของเครื่องมือ เพื่อที่จะแบ่งจำนวนของจุดสอบเทียบ และระดับของความไม่แน่นอนให้สอดคล้องกับความถูกต้องและการใช้งานของเครื่องมือ สามารถแบ่ง DMM ออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆตามความละเอียดของการอ่าน กรณีที่จำนวนหลักแปรผันจากฟังก์ชันหนึ่งไปยังอีกฟังก์ชันหนึ่ง ให้อ้างอิงจุดที่มากที่สุด
 - กลุ่มแรกเป็นเครื่องมือระดับทำงานที่มีความถูกต้องต่ำ (Working) ที่มีความละเอียดไม่เกิน $4 \frac{3}{4}$ หลัก (จำนวนนับ $\leq 39\ 999$) กลุ่มที่สองมีความละเอียดมากกว่า $4 \frac{3}{4}$ ถึง $8 \frac{1}{2}$ หลัก ($>39\ 999$ ถึง $\leq 199\ 999\ 999$) ตารางที่ 1 และ 2 แสดงจุดวัดที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ แสดงในรูปร้อยละของพิสัยการวัด

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

Table 1 – DMM resolution $\leq 4 \frac{3}{4}$ digits (39 999 counts)

Function	Measurement points ^(a)		
DC voltage	Zero ^(b) /+10 %, ± 90 %	in all ranges	
	± 10 %, +50 %, ± 90 % ^(c)	in a selected intermediate range	
DC current	Zero ^(b) , +90 %	in all ranges	
	+10 %, 50 % ^(d) , ± 90 %	in a selected intermediate range	
DC resistance	Zero ^(b) /+10 %, +90 %	in all ranges	
AC voltage	10 %	50 Hz/1 kHz ^(e)	in the smallest range
	10 %, 50 %, 90 %	20 Hz ^(f) , 50Hz, 1 kHz	in a selected intermediate range
AC+DC voltage	90 %	20 Hz ^(f) , 50 Hz, 1 kHz, 20 kHz, 50 kHz, 100 kHz ^(g)	in all ranges ^(h)
AC current	10 %	50 Hz/1 kHz ^(e)	in the smallest range
	90 %	20 Hz, 50 Hz, 1 kHz, 5 kHz ^(g)	in all ranges ^(h)
Others ⁽ⁱ⁾	Zero ^(b) /10 %, 90 %	in all ranges	

(a) Expressed as % of full scale value.

(b) Zero in smallest measuring range.

(c) At least five evenly distributed measuring points.

(d) For range > 1A.

(e) Only 1 frequency value.

(f) If requested.

(g) At least 3 frequency values.

(h) Including the smallest.

(i) Other function as e. g. Capacitance, Frequency.

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

Table 2 – DMM resolution > 4 ¾ digits (39 999 counts)

Function	Measurement points ^(a)		
DC voltage	Zero ^(b) /+10 %, +50 % ^(c) , ±90 %	in all ranges	
	±10 %, +30 %, ±50 %, +70 %, ±90 % ^(d)	in a selected intermediate range	
DC current	Zero ^(b) /+10 %, +90 %	in all ranges	
	+10 %, 50 % ^(e) , ±90 %	in a selected intermediate range	
DC resistance	Zero ^(b) /+10 %, +90 %	in all ranges	
AC voltage	10 %	1 kHz	in the smallest range
	10 %, 50 %, 90 %	20 Hz ^(f) , 40 ≤ f ≤ 60 Hz ^(g) , 1 kHz	in a selected intermediate range
AC+DC voltage	90 %	20 Hz ^(f) , 40 ≤ f ≤ 60 Hz ^(g) , 1 kHz, 20 kHz, 50 kHz, 100 kHz ^(h)	in all ranges ⁽ⁱ⁾
AC current	10 %	40 ≤ f ≤ 60 Hz ^(g) /1 kHz ^(j)	in the smallest range
	90 %	20 Hz ^(f) , 40 ≤ f ≤ 60 Hz ^(f) , 1 kHz, 5 kHz ^(h)	in all ranges ⁽ⁱ⁾
Others ⁽ⁱ⁾	Zero ^(b) /10 %, 90 %	in all ranges	

(a) Expressed as % of full scale value.

(b) Zero in smallest measuring range.

(c) For DMM of resolution ≥ 7 ½ digit (19 999 999 counts).

(d) At least five evenly distributed measuring points.

(e) For range > 1A.

(f) If requested.

(g) Only 1 frequency value in the interval.

(h) At least 3 frequency values.

(i) Including the smallest.

(j) Other function as e. g. Capacitance, Frequency.

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- เพื่อให้การตีความตารางที่ 1 และ 2 ทำได้อย่างถูกต้อง มีข้อสังเกตดังนี้
- ค่าผิดพลาดที่ศูนย์ และการชดเชย (Zero Error and Corrections) มี 2 วิธีคือ
 - Instrument Zero Correction: สำหรับการวัดกระแสตรง (แรงดัน, กระแส, และความต้านทาน) ถ้าเครื่องมือมีฟังก์ชัน Zero ให้ทำทุกพิสัยการวัดที่ทำได้โดย
 - แรงดันไฟฟ้า: Short Input ด้วย Low Thermal Short, กระแสไฟฟ้า: Open Input, ความต้านทาน 2-Wire และ 4-Wire: Short Input
 - Circuital Zero Correction: ความต้านทาน 2-Wire ชดเชยค่าความต้านทานในสายโดย short ที่ปลายสายด้านตัวต้านทานส่วน ความต้านทาน 4-Wire ทำโดย short ขั้วกระแสและวัดแรงดัน

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ความผิดพลาดในการวัด (Error of measurement)
 - สำหรับทุกพิสัยการวัด ต้องสอบเทียบอย่างน้อย 1 จุด กลับซ้ำสัญญาณได้ถ้าต้องการ โดยเน้นที่ Full Scale หรือ 90% ของ Full Scale, สำหรับการวัดด้านกระแสสลับ ต้องบ่งชี้ความผิดพลาดที่ความถี่ต่างๆ
- ความเป็นเชิงเส้นของการแสดงผล (Linearity of the Indication)
 - ต้องสอบเทียบอย่างน้อยหนึ่งพิสัย ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ โดยกำหนดจุดสอบเทียบไม่น้อยกว่า 5 จุด ที่ความถี่คงที่ (โดยทั่วไป 1 kHz)
 - กำหนดจุดเริ่มต้นที่ 10% ของสเกล ไม่แนะนำให้ทำการวัดค่าระหว่างศูนย์ถึง 10% เนื่องจากสามารถวัดค่าได้ถูกต้องมากกว่า โดยใช้พิสัยการวัดที่ต่ำลงมา แต่ถ้าต้องการ ความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องต้องเพียงพอ
-

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ความเป็นเชิงเส้นของการแสดงผล (Linearity of the Indication)
 - ที่ตำแหน่ง 90 % แสดงค่า Full Scale ซึ่งค่าสอบเทียบอาจอยู่ระหว่าง 50% ถึง 99% ของ Full Scale สำหรับทุกฟังก์ชัน ยกเว้น ความต้านทาน ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ 30% ถึง 99%
 - ค่าที่ 50 Hz เป็นจุดวัดซึ่งต้องการสอบเทียบเครื่องมือที่ความถี่เดียวกับระบบไฟฟ้า ค่าที่สอบเทียบอาจอยู่ระหว่าง 40 Hz ถึง 60 Hz หรือมากที่สุดที่ 100 Hz
 - สำหรับเครื่องมือความแม่นยำสูงที่ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า ควรหลีกเลี่ยงการวัดที่ความถี่เดียวกับระบบไฟฟ้า (50 Hz/60Hz) เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวน

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ความเป็นเชิงเส้นของการแสดงผล (Linearity of the Indication)
 - ที่ความถี่ 1 kHz เป็นความถี่ช่วงกลางที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดเฉพาะ โดยทั่วไปใช้ในการปรับแต่ง อาจสอบเทียบในช่วง 200 Hz ถึง 1 kHz ขึ้นกับแบบของเครื่องมือ ส่วนที่มากกว่า 1 kHz ควรกำหนดจุดสอบเทียบให้ครอบคลุมย่านความถี่ที่ระบุในข้อกำหนดเฉพาะของเครื่องมือ
 - สำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ควรระวังการใช้ค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 และ 2 ไม่ให้เกินขีดจำกัดของค่า peak-voltage และแรงดัน voltage-frequency ของเครื่องมือ

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty)
 - ควรประเมินความไม่แน่นอนของการวัด สำหรับแต่ละผลการวัด ตามวิธีประเมินที่เป็นมาตรฐานสากล [4,5]
 - ภายหลังจากสอบเทียบเครื่องมือภายใต้เงื่อนไขการใช้งานปกติแล้ว ความไม่แน่นอนที่เชื่อมโยงกับลูกค้ำโดยค่าที่อ่านจาก DMM จะขึ้นกับชนิดของข้อกำหนดจำเพาะ, ความไม่แน่นอนของมาตรฐานอ้างอิง (total or absolute specifications), หรือ relative specification, ลำดับการสอบเทียบ (ปรับแต่ง/ไม่ปรับแต่ง), และความไม่แน่นอนของมาตรฐานอ้างอิงที่ใช้ในการสอบเทียบ DMM
 - ตัวอย่างเช่น ถ้าการสอบเทียบถูกดำเนินตามแบบ c) ความไม่แน่นอนของค่าที่อ่านจาก DMM จะเป็นผลรวมของความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ และข้อกำหนดจำเพาะของ DMM ที่สอดคล้องกับช่วงเวลาการสอบเทียบของ DMM

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty)
 - กรณีการสอบเทียบตามแบบ a) และ b) ถ้าข้อกำหนดเฉพาะของ DMM แสดงในรูปของ relative และ absolute (หรือ total) และ ถ้าความไม่แน่นอนของมาตรฐานอ้างอิงที่ใช้สำหรับปรับแต่ง DMM \leq ที่ บ.ผู้ผลิตกำหนด, ความไม่แน่นอนของค่าที่อ่านโดย DMM จะตรงกัน (*coincide*)กับ *absolute specification* ของ *calibration interval* ที่กำหนด
 - ถ้าความไม่แน่นอนของมาตรฐานอ้างอิงที่ใช้สำหรับปรับแต่ง DMM $>$ ที่ บ.ผู้ผลิตกำหนด, ความไม่แน่นอนของค่าที่อ่านโดย DMM จะเป็นการรวมกันของ (*combination*) ความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ และ *relative specifications*

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- ความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty)
 - กรณีที่ไม่มีการร้องขอเฉพาะที่ต่างออกไปของลูกค้า ความไม่แน่นอนของตัวมาตรฐานที่ใช้ในการปรับ และความไม่แน่นอนของการวัดควรมีค่าน้อยพอที่จะตัดทิ้งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดจำเพาะด้านความถูกต้องของ บ. ผู้ผลิต (manufacturer's accuracy specification) โดยอ้างอิงข้อกำหนดจำเพาะ 1 ปีของเครื่องมือ เพราะ โดยทั่วไปแล้ว ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ลูกค้าถือว่าผลการสอบเทียบยังคงมีผลอยู่
 - อัตราส่วนระหว่างข้อกำหนดจำเพาะและความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ ที่ 4:1 ถือว่าเพียงพอ บางครั้งอาจใช้ไม่ได้กับ DMM ที่มีความละเอียดต่ำ (low resolution) เมื่อความละเอียดของการอ่านของ DMM มีค่ามากกว่าข้อกำหนดจำเพาะด้านความถูกต้อง (accuracy specification) และความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ ในกรณี DMM ที่มีความแม่นยำสูง อัตราส่วน 4:1 อาจไม่สามารถบรรลุได้ทั้งหมด สำหรับทุกฟังก์ชันและทุกพิสัยการวัด ห้องปฏิบัติการควรพยายามจำกัดจำนวนจุดสอบเทียบที่มีอัตราส่วน < 4:1

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- เนื้อหาของใบรับรองผลการสอบเทียบ (Content of Calibration Certificate)
 - ใบรายงานผลการสอบเทียบต้องทำตามที่ระบุในข้อกำหนด ISO/IEC 17025 ข้อ 5.10 [6]
 - ข้อมูลทั่วไปที่ระบุในใบรายงานผลการสอบเทียบ เช่น
 - หัวเรื่อง (title)
 - การบ่งชี้ที่ไม่คลุมเครือ (univocal identifier)
 - หมายเลขหน้าและจำนวนหน้าทั้งหมด
 - ชื่อ ที่อยู่ของห้องปฏิบัติการ
 - ชื่อ ที่อยู่ของลูกค้า
 - ข้อมูลบ่งชี้ DMM ที่ถูกสอบเทียบ
 - วันที่รับและวันที่สอบเทียบ
 - ชื่อและหน้าที่ของผู้มีอำนาจลงนามในใบรายงานผลสอบเทียบ

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- เนื้อหาของใบรับรองผลการสอบเทียบ (Content of Calibration Certificate)
 - ข้อมูลการดำเนินการที่จำเป็นในการสอบเทียบ DMM เช่น
 - วิธีการสอบเทียบ
 - หลักฐานแสดงความสามารถในการสอบกลับได้
 - สถานะ เช่น สภาพแวดล้อมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลการสอบเทียบ
 - ผลการสอบเทียบและหน่วยวัด
 - ความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

- วิธีการสอบเทียบ (Calibration Method)
 - ข้อมูลการดำเนินการที่จำเป็นในการสอบเทียบ DMM เช่น
 - วิธีการสอบเทียบ
 - หลักฐานแสดงความสามารถในการสอบกลับได้
 - สถานะ เช่น สภาพแวดล้อมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลการสอบเทียบ
 - ผลการสอบเทียบและหน่วยวัด
 - ความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ

ตัวอย่างของข้อมูลที่ควร

Guidelins on the calibration of Digital Multimeters



Euramet cg-e15 Version 3.0 (02/2015)

6. LIST OF REFERENCES

- [1] ILAC G8:03/2009, Guidelines on the Reporting of Compliance with Specification.
- [2] VIM: - JCGM 200:2012, International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms, third edition, 2012 (JCGM 200:2008 with minor corrections).
- ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary of metrology -- Basic and general concepts and associated terms (VIM).
- [3] ISO 10012:2003, Measurement Management Systems -- Requirements for Measurement Processes and Measuring Equipment.
- [4] JCGM series on Evaluation of measurement data, or ISO Guide 98 series, in particular GUM: - JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data – Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM 1995 with minor corrections)
- ISO/IEC 98-3:2008, Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- [5] EA 4/02 M:2013, Expressions of the Uncertainty of Measurements in Calibration, September 2013 rev01.
- [6] ISO/IEC 17025:2005 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.
- [7] ILAC-P14:01/2013 ILAC Policy for Uncertainty in Calibration.

Question ????

