

การลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์

Reduction of the uncertainty measurements

to the efficiency improvement of an Ohmmeter

วิเชษฐ ยิ้มละมัย^{1*}, มัตติกา บุญมา², ศิวัช ลาวัลย์วดีกุล³, กิตติศักดิ์ สมุทรารักษ์⁴ และจักรกฤษณ์ อ้นยะลา⁵

^{1*,2,3,4,5} สาขาวิชามาตรวิทยาและระบบคุณภาพ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

119 หมู่ 9 ถนนลำปาง-แม่ทะ ตำบลชมพู อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง

โทร 095-5365990 Email : wichet@lpru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและการหาแนวทางในการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ โดยการคัดเลือกโอห์มมิเตอร์ที่จะต้องดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด จากทั้งหมด 27 เครื่อง มีเครื่องที่ไม่พร้อมใช้งานทั้งหมด 9 เครื่อง นำทั้ง 9 เครื่อง มาทำการทดสอบการวัดตามกระบวนการที่น่าเชื่อถือได้ อ้างอิงจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ เครื่องที่ผ่านกระบวนการวัด 7 เครื่อง และได้เครื่องที่ต้องลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด จำนวน 2 เครื่อง โดยอยู่ในเงื่อนไขค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าจำกัดในด้านสูง

ผลการวิจัย พบว่าวิธีการลดค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสระหว่างรอยต่อ (connectors) และสายวัด (cable) โดยการลดค่าความต้านทานของสายที่ใช้ในการวัด ที่มีตัวนำเป็นนิเกิล ความยาว 127.8 cm. จำนวน 2 เส้นนำมาขนานกันแต่ละข้างให้ค่าความต้านทานรวมลดลงเหลือ 0.025 Ω มีค่าความไม่แน่นอนจากการวัดที่ได้จากการคำนวณก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.12 โอห์ม แล 0.13 โอห์ม ที่ค่า $k = 2$ ที่ร้อยละ 95 และหลังการปรับปรุงสายวัด ค่าความไม่แน่นอนจากการวัดที่ได้จากการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO 17025 เท่ากับ 0.06 โอห์ม แล 0.11 โอห์ม ที่ค่า $k = 2$ ที่ร้อยละ 95 ผลสรุปทำให้โอห์มมิเตอร์ สามารถนำกลับมาวัดค่าได้อย่างถูกต้องและอยู่ในช่วงที่สามารถใช้งานได้ปกติ

คำสำคัญ : ความไม่แน่นอนจากการวัด, โอห์มมิเตอร์, ค่าความต้านทาน, การสอบเทียบ

Abstract

This research aimed to reduce the uncertainty of measurements and to increase the efficiency of an Ohmmeter. Data were collected from 27 instruments, which were tested for reliability. It was discovered that did not function properly, while 7 passed the National Institute of Metrology standards. 2 were needed to reduce uncertainties in measurement whenever the measured value was greater than the upper limit of the high-side measurement.

Uncertainties in measurement caused by connectors and cables require reducing the resistance of the wire cable used for the measurement. Two nickel conductors 127.8 cm long were connected in parallel in order to reduce resistance

to 0.025 ohm. Two ohmmeters were then measured and tested according to the ISO17025 standards. The results show that the first two ohmmeters originally had an uncertainty measurement of 0.12 ohm and 0.13 ohm by a coverage factor of $k = 2$, giving a level of confidence of approximately 95%. After introducing the proposed uncertainty-reduction method, the uncertainties in measurement were calculated at 0.06 ohm and 0.11 ohm by a coverage factor of $k = 2$, giving a level of confidence of approximately 95%.

Keywords : Uncertainty measurement, Ohmmeter, Resistance, Calibration

1. บทนำ

ปัจจุบันงานด้านการวิเคราะห์ตรวจสอบ และการรายงานผลด้านคุณภาพจำเป็นต้องมีการรายงานค่าความไม่แน่นอนจากการวัด (Uncertainty measurement) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ และการใช้ประโยชน์เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมทางการค้า รวมถึงการควบคุมคุณภาพของงานวิเคราะห์ตรวจสอบ นอกจากนี้การประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการวัด ยังถือเป็นข้อกำหนดหนึ่งที่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเรื่องวิธีทดสอบและสอบเทียบ ของมาตรฐานสากลว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ ISO/IEC17025 โดยการจะได้มาซึ่งค่าเหล่านี้จะต้องประกอบไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ อาทิ วิธีการทดสอบ ความเชี่ยวชาญในการทดสอบ/สอบเทียบของผู้ปฏิบัติ ความถูกต้องเที่ยงตรงของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ลักษณะของตัวอย่าง และความรู้ทางสถิติ เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวผู้ปฏิบัติงานจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการที่ได้มาซึ่งความไม่แน่นอนของการตรวจวิเคราะห์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในระบบการทำงาน และการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันมีหลายหน่วยงานได้พยายามที่จะหาวิธีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการวัดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวถือเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจว่าเครื่องมือวัดสามารถนำไปถ่ายค่าการวัดกับเครื่องมืออื่นได้หรือไม่

โอห์มมิเตอร์ ถือเป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าประเภทหนึ่งที่น่าสนใจในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบทางไฟฟ้า และเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่เป็นที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อย่างไรก็ตามค่าความถูกต้องของการวัดจากเครื่องมือดังกล่าวถือเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการวัดด้วย เพราะปัจจุบันการหาความสามารถในการตรวจวัดโอห์มมิเตอร์ยังถูกจำกัดด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่เลือกใช้โดยเฉพาะความแตกต่างกันในแต่ละห้องปฏิบัติการ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้องของผู้ใช้เครื่องมือวัดชนิดนั้น ๆ ตั้งแต่วิธีการใช้ จนถึงการบันทึกตัวเลขที่ได้จากการวัด ผู้ที่ทำการวัดปริมาณทางกายภาพจะต้องรู้ปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความคลาดเคลื่อน รวมทั้งประเมินค่าความไม่แน่นอนจากการวัดซึ่งหมายถึงขอบเขตของค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวัดในแต่ละครั้ง

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงตระหนักและเกิดแนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้โอห์มมิเตอร์แบบดิจิตอลโดยการหาแนวทางการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด เพื่อให้เครื่องมือดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับ

2. วัตถุประสงค์

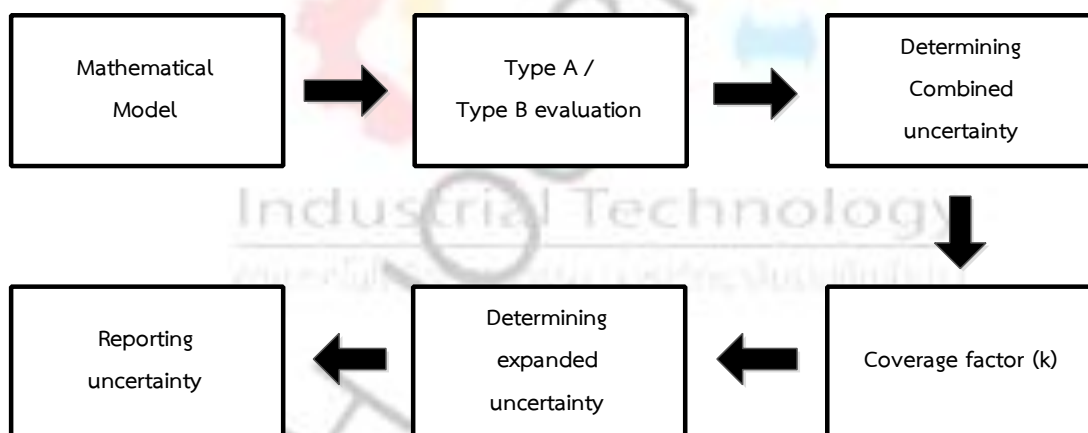
กกกกกเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและการหาแนวทางในการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์

3. ขอบเขตการวิจัย

1. วิเคราะห์ปัญหา ศึกษาข้อมูลและศึกษาวิธีการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด
2. ใช้กระบวนการ GUM 1995 JCGM 100:2008 ศึกษาลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด
3. โอห์มมิเตอร์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยมีค่าการ Uncertainty รวมกับค่าผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 80

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กกกกกในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยใช้หลักการและแนวปฏิบัติของ Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM) (JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections, 2008) ที่เป็นที่ยอมรับไปทั่วโลกว่าเป็นเอกสารที่มีคุณภาพ โดยได้มีการอธิบายทฤษฎีและการนำความไม่แน่นอนจากการวัดไปใช้ ซึ่งดำเนินการโดยสรุปตามภาพที่ 1

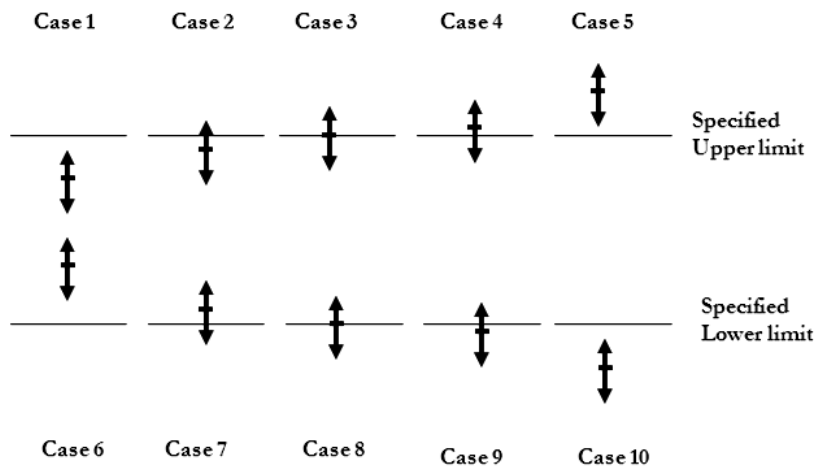


ภาพที่ 1 แนวคิดการดำเนินงาน ตามแนวทาง JCGM 100:2008 (JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections, 2008)

5. วิธีการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้โอห์มมิเตอร์โดยการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด ด้วยการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากวิธีการทดสอบที่เป็นที่รู้จักกันดี “Well Recognized Test Method” ปรับปรุงจุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือกับชิ้นงานโดยเลือกใช้สาย Low Thermoelectric มีแนวทางในการดำเนินการวิจัยตามแนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการวัด มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่จะวัด เครื่องมือที่ใช้วัด วิธีการวัด ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีการคำนวณ โดยดำเนินการเลือกโอห์มมิเตอร์ ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดเกินมาตรฐาน



ภาพที่ 2 uncertainty and errors of the test results (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2557)

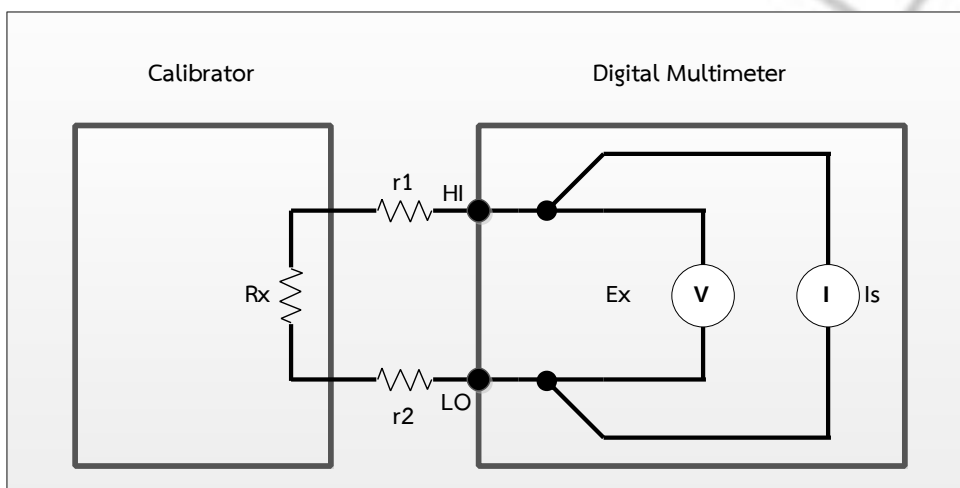
จากภาพที่ 2 จะเลือกใช้เครื่องมือที่อยู่ใน Case 3 และ Case 8 เนื่องจากมีค่า

Uncertainty รวมกับค่าผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 80 สอดคล้องกับขอบเขตงานวิจัย โดยเลือกโอห์มมิเตอร์ ที่ใช้ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มี 3 ผลลัพธ์รวมทั้งสิ้น 27 เครื่อง โดยการตรวจสอบสถานะการใช้งาน พบรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1 และเลือกใช้ย่านต่ำสุดในการทดสอบเนื่องจากเป็นย่านวัดที่มีค่าต่ำสุดและหากมีการผิดพลาดในการวัดจะแสดงผลได้ชัดเจนมากกว่าย่านอื่น ๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดโอห์มมิเตอร์ที่ใช้ในการวิจัย

ประเภทของโอห์มมิเตอร์	จำนวน (เครื่อง)		ย่านการวัดที่ทดสอบ
	ใช้งานจริงในปัจจุบัน	เข้าสู่กระบวนการตรวจสอบค่าความถูกต้อง	
1. มัลติมิเตอร์ Tecpel Heavy Duty Digital (DMM-8007)	10	3	200 Ω
2. มัลติมิเตอร์ Instek GM DGM 391A	6	5	400 Ω
3. มัลติมิเตอร์ TEKTRONIX True RMS Digital Multimeters รุ่น TX3	11	1	500 Ω

2. ผู้วิจัยทำการสอบเทียบเครื่องมือที่อยู่สภาพใช้งานได้ทั้งหมดรวม 9 เครื่องโดยวิธีการเปรียบเทียบกับเครื่อง สอบเทียบมัลติมิเตอร์ 5500A Multi-Product Calibrator ภายใต้เงื่อนไขตามที่ได้ประกาศใน BIPM key comparison Database (KCDB) ของ CIPM MRA และมีค่าความน่าเชื่อถือมากกว่า 4 เท่า ตรงตามขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือแสดงรูปแบบในภาพที่ 3 และแสดงเครื่องมือสอบเทียบในภาพที่ 4 จากนั้นทำการควบคุมการวัดเพื่อหาค่าประเมินความไม่แน่นอนจากปริมาณของสิ่งป้อนเข้า หรือ input แต่ละรายการ โดยค่าของการประเมินต้องมีลักษณะเดียวกันทั้ง 9 เครื่อง การคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดได้ คณะผู้วิจัยดำเนินการโดยทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 5 ครั้ง การประเมินแบบ A (Type A Evaluation) ประเมินความไม่แน่นอนโดยใช้เทคนิคสถิติ (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2557)

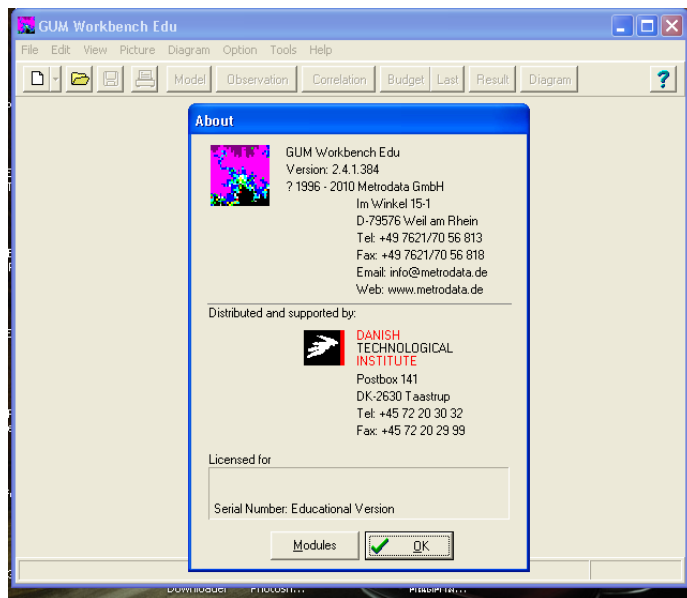


ภาพที่ 3 ลักษณะการสอบเทียบโอห์มมิเตอร์แบบดิจิทัลกับเครื่องสอบเทียบ
(Metrology Info, ปีที่17 ฉบับที่85 ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2558 หน้าที่ 9)



ภาพที่ 4 เครื่องสอบเทียบ 5500A Multi-Product Calibrator

ทำการบันทึกค่าและคำนวณหรือประเมินค่าของ Uncertainty ของเครื่องมือทั้ง 9 เครื่อง และการประเมินแบบ B (Type B Evaluation) คณะผู้วิจัย ใช้โปรแกรม GUM Workbench Edu แสดงรูปแบบในภาพที่ 5 ที่เป็นที่ยอมรับในการบันทึกผลและสามารถรวมค่า การวัดได้ในครั้งเดียว แต่ต้องระบุแหล่งของความไม่แน่นอนในการวัดออกมาก่อน



ภาพที่ 5 โปรแกรม GUM Workbench Edu

หลังจากนั้นจึงประเมินขนาดของความไม่แน่นอนจากแต่ละแหล่งแยกจากกัน ต่อไปจึงรวมทั้งหมดเข้าด้วยกันออกมาเป็นภาพรวม

$$\text{Uncertainty} = \text{Type A} + \text{Type B}$$

การประเมินความไม่แน่นอนนี้มี 2 แนวทางด้วยกันคือ Type A และ Type B ซึ่งตามปกติแล้วจะมีการใช้ทั้งสองแนวทางไปด้วยกัน

การประเมินแบบ A (Type A Evaluation) – ประเมินความไม่แน่นอนโดยใช้เทคนิคสถิติ

การประเมินแบบ B (Type B Evaluation) – ประเมินความไม่แน่นอนจากข้อมูลข่าวสาร

การแสดงผลทั้งหมดคณะผู้วิจัยใช้ รายงานที่ได้จาก โปรแกรม GUM Workbench Edu เป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจ และการดำเนินการวัดหาค่าความไม่แน่นอนการวัด คณะผู้วิจัยใช้หลักการ ตาม BIPM 200:2008

3. เขียนผลการวัด และความไม่แน่นอนจากการวัด แสดงผลและวิธีการได้มา

4. ดำเนินการปรับปรุง แก้ไขปรับปรุงระบบจุดเชื่อมต่อของเครื่องมือ จากนั้นทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่

2 -3

5. วิเคราะห์ผล และปรับปรุงประสิทธิภาพ สอบเทียบเครื่องมือ และสรุปผลการวิจัย

6. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามกระบวนการวิจัยเพื่อหาเลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการดำเนินการวิจัย ในการเลือกเครื่องมือไฮดรอลิกที่จะนำมาลดค่าความไม่แน่นอนการวัดแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าความต้านทาน

เครื่องที่วัดค่า	Resolution	Accuracy	ผลการวัด					ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5	
DMM-8007	0.1 Ω	$\pm(1.0\% \text{ rdg} + 4d)$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
*DMM-8007	0.1 Ω	$\pm(1.0\% \text{ rdg} + 4d)$	<u>100.1</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>
DMM-8007	0.1 Ω	$\pm(1.0\% \text{ rdg} + 4d)$	100.0	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0
DGM 391A	0.1 Ω	$\pm(1.5\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
*DGM 391A	0.1 Ω	$\pm(1.5\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	<u>100.1</u>	<u>100.1</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>	<u>100.2</u>
DGM 391A	0.1 Ω	$\pm(1.5\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DGM 391A	0.1 Ω	$\pm(1.5\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DGM 391A	0.1 Ω	$\pm(1.5\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DGM 391A	0.1 Ω	$\pm(1.5\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DMM TX3	0.1 Ω	$\pm(1.0\% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.00	100.00	100.00	100.00	100.01	100.00

หมายเหตุ : บันทึกที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส

ดำเนินการคำนวณหาค่า ความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type A

$$1) \text{ Mean Value การวัด 5 ครั้ง} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$2) \text{ Stand deviation} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$3) \text{ Standard deviation of the mean} = \frac{\text{Stand deviation}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$$4) \text{ องศาความเป็นอิสระ (Degree Of Freedom)} = n - 1 = 4 \quad (4)$$

และเมื่อได้ค่า ความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type A ในแต่ละส่วนแล้วให้นำค่ามารวมกัน และดำเนินการหาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B ดังนี้

$$5) \text{ พิจารณาจากความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ (Type B evaluation of stand uncertainty from calibrator (STD)) } u_{B1} = \frac{U_{cal}}{k} \quad (5)$$

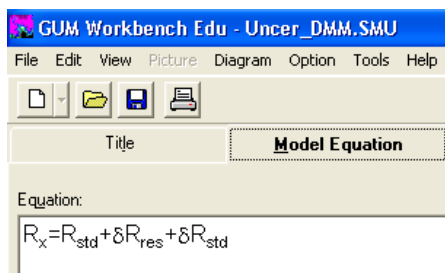
เมื่อ U_{cal} = ความไม่แน่นอนของการวัดที่ระบุในใบรับรองผลการสอบเทียบ

k = ตัวประกอบครอบคลุม (coverage factor) ที่ระบุในใบรับรองผลการสอบเทียบ เช่นที่ร้อยละ 99 ร้อยละ 95 กรณีการวิจัยครั้งนี้ ใช้ที่ร้อยละ 95 ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้โดยทั่วไป

6) การประมาณค่าความไม่แน่นอนจาก Resolution ของ DMM (δ_{res}) (Type B evaluation of stand uncertainty from Resolution of DMM)

$$u_{B3} = \frac{\frac{a}{2}}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

เมื่อ a = ค่าหลักสุดท้ายในการวัด (least –significant digit) ของ DMM
ทำการบันทึกที่ทำการวัดลงในแบบบันทึกข้อมูลการหาค่า ความไม่แน่นอนการวัด (Information Data Uncertainty) ผ่านโปรแกรม GUM Workbench Edu แสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 เขียนสมการ คณิตศาสตร์ Model การคำนวณค่า Uncer ตามแบบฟอร์มใน โปรแกรม GUM Workbench Edu

จากนั้นทำการป้อนค่าของตัวแปรแต่ละค่าลงในโปรแกรม และคำนวณค่า ความไม่แน่นอนการวัดของ *DMM-8007 เครื่องที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 100.22 โอห์ม ผลการทำงานแสดงในภาพที่ 7

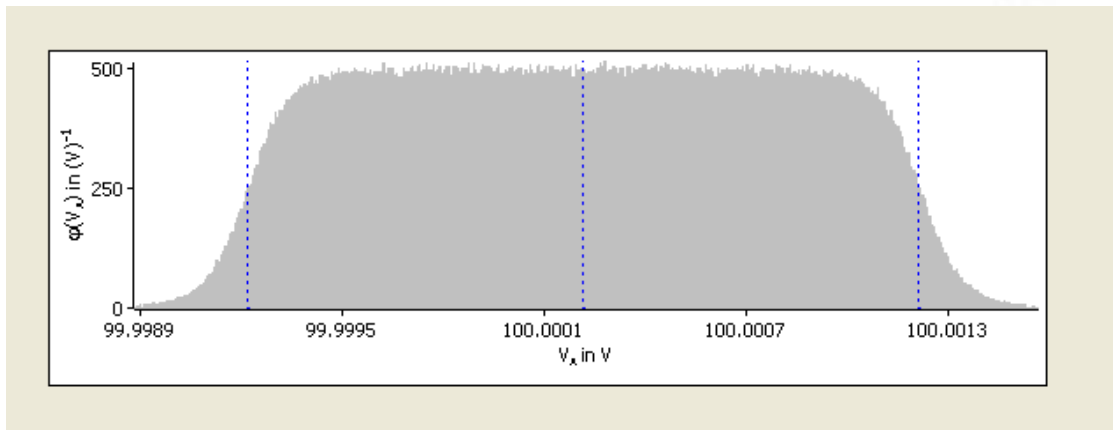
Quantity	Value	Standard Uncertainty	Distribution	Sensitivity Coefficient	Uncertainty Contribution	Index
R_{std}	100.1000 ohm	0.0200 ohm	normal	1.0	0.0200 ohm	10.7 %
δR_{res}	0.0250 ohm	0.0577 ohm	rectangular	1.0	0.0577 ohm	89.1 %
δR_{std}	9.00e-10 ohm	2.60e-10 ohm	rectangular	1.0	2.6e-10 ohm	0.2 %

Quantity	Value	Standard Uncertainty
R_x	100.2160 ohm	0.0612 ohm

Result Value	Expanded Uncertainty	Coverage Factor	Coverage
100.22 ohm	0.12 ohm	2.00	95% (normal)

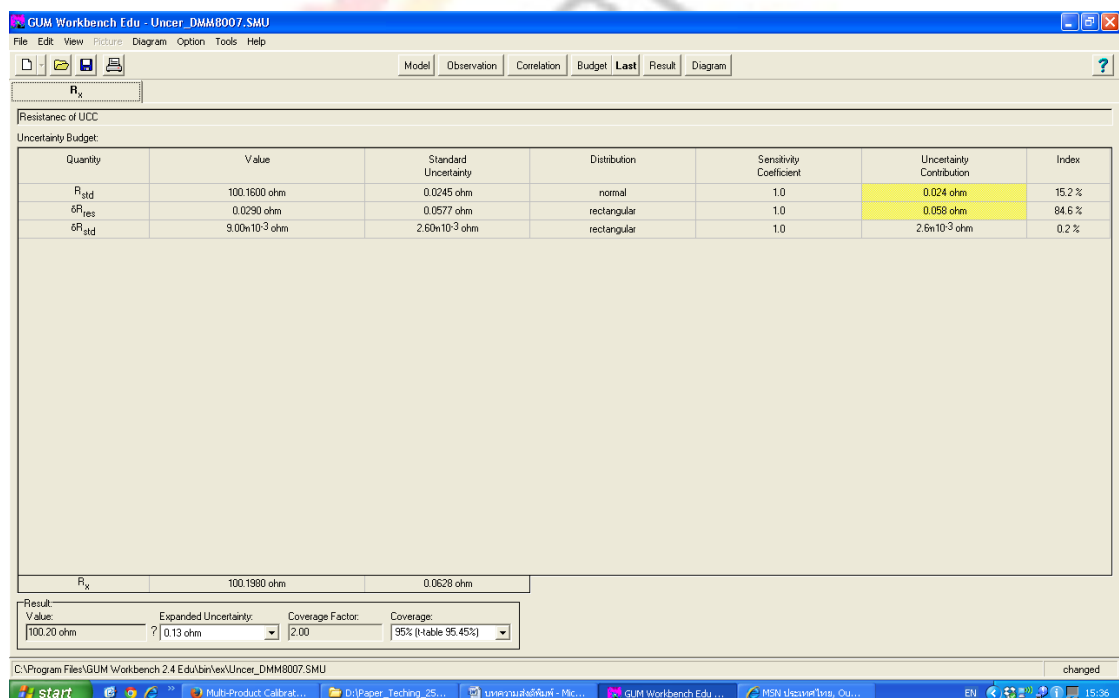
ภาพที่ 7 ผลการคำนวณค่าความไม่แน่นอนการวัด คำนวณที่ร้อยละ 95 ค่า $k=2$

ได้ค่าค่าความไม่แน่นอนการวัด จากการคำนวณ คือค่าเท่ากับ 0.12 โอห์ม และรูปแบบช่วงความสามารถในการวัด แสดงในภาพที่ 8



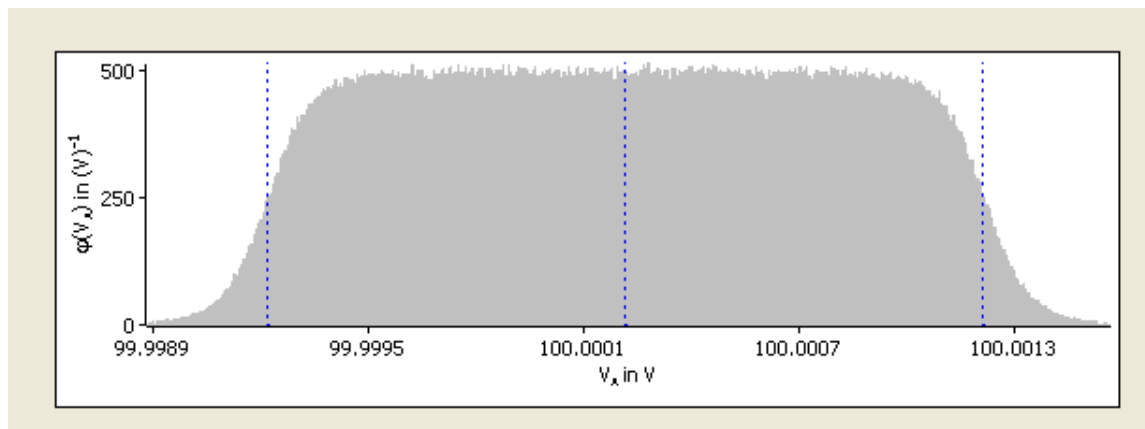
ภาพที่ 8 กราฟแสดงผลการวัด คำนวณที่ร้อยละ 95 ค่า $k=2$

จากนั้นทำการป้อนค่าของตัวแปรแต่ละค่าลงในโปรแกรม และคำนวณค่า ความไม่แน่นอนการวัดของ *DGM 391A เครื่องที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 100.20 โอห์ม ผลการทำงานแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลการคำนวณค่าความไม่แน่นอนการวัด คำนวณที่ร้อยละ 95 ค่า $k=2$

ได้ค่าค่าความไม่แน่นอนการวัด จากการคำนวณ คือค่าเท่ากับ 0.13 โอห์ม และรูปแบบช่วงความสามารถในการวัด แสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 กราฟแสดงผลการวัด คำนวณที่ร้อยละ 95 ค่า $k=2$

การดำเนินการลดค่าความไม่แน่นอนการวัด

จากการพิจารณาผลการวัดพบว่ามีเครื่องมือวัด 2 เครื่อง คือ เครื่อง DMM-8007 หมายเลข 2 กับเครื่อง DGM 391A หมายเลข 5 และนำมาคำนวณหาความไม่แน่นอนการวัดตามหลักการได้ดังนี้ เครื่อง DMM-8007 หมายเลข 2 ค่าความไม่แน่นอนการวัด เท่ากับ 0.12 โอห์ม และเครื่อง DGM 391A หมายเลข 5 ค่าความไม่แน่นอนการวัด เท่ากับ 0.13 โอห์ม

ค่าที่มีความเคลื่อนไหวได้มากคือค่า Uncertainty Type A เพราะสำหรับ Uncertainty Type B จะมีค่าค่อนข้างคงที่และไปแปรผันตามสภาพแวดล้อม ทางคณะผู้วิจัยได้เลือกวิธีการปรับปรุงค่าความไม่แน่นอนการวัด Uncertainty Type A เท่านั้น และพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการวัดในรูปแบบ Uncertainty Type A จากเอกสารสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อระบบการวัดและการสอบเทียบของ DMM มีองค์ประกอบด้วยกัน 4 องค์ประกอบ คือ (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2557)

ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินการค่อนข้างสูงคือ องค์ประกอบที่ 1 ระบบ Cable and Connector โดยองค์ประกอบความต้านทานของหน้าสัมผัสระหว่างรอยต่อระหว่าง connectors และ cable นี้จะส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนจากการวัด (วิเชษฐ ยัมละมัย, 2556)

จากผลการวัด จากทฤษฎีและงานวิจัยที่ศึกษาทำให้ทราบว่าค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบต่อการวัดที่สำคัญมากที่สุดในการวัดคือการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของสาย Cable ที่ใช้วัด

จากการวัดค่าความต้านทานของสายวัดมัลติมิเตอร์โดยทั่วไปจากเครื่อง DMM Fluke 116 ทำให้ทราบค่าความต้านทานสายเบื่องตัน เท่ากับ 0.1 Ω เพราะฉะนั้นสิ่งที่ทำได้คือต้องลดค่าความต้านทานของสายลง โดยได้พิจารณาจากโครงสร้างของการวัดแบบ สองสาย พบว่าหากสามารถลดค่าความต้านทานของสายได้ จะทำให้ค่าการวัดมีค่าใกล้เคียงกับสิ่งที่ดำเนินการวัดมากที่สุด และจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดลดลงด้วย คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการวัดแบบ 4 สาย

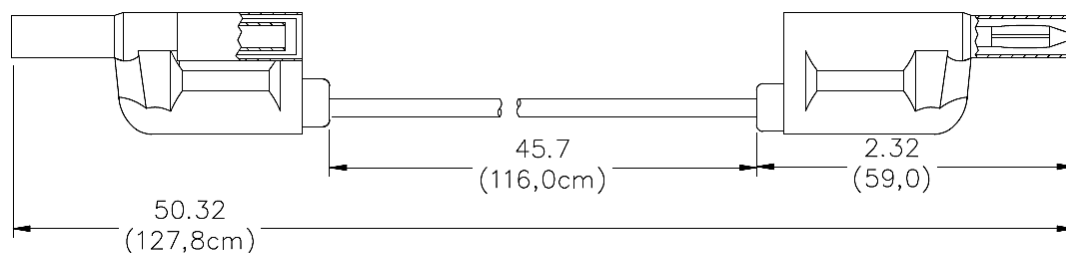
การใช้สายวัดแบบ 4 สายจะสามารถทำให้ค่าความต้านทานของสายลดลงและเป็นที่นิยมในการใช้ส่งค่าความต้านทานของอุปกรณ์ RTD อุตสาหกรรม (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2557)

แต่เนื่องด้วยมัลติมิเตอร์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะมีขั้วอินพุตเพียง 2 ขั้ว เท่านั้น ทางบริษัทที่เป็นผู้ผลิตจึงได้ออกแบบ สายรุ่นใหม่เพื่อรองรับกับการวัดแบบ 4 สาย แต่จะใช้ได้กับเครื่องบางรุ่นเท่านั้น

ทางผู้วิจัยจึงได้คิดวิธีการลดค่าความต้านทานของสายวัด ที่สามารถใช้ได้กับมัลติมิเตอร์แบบทั่วไปที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในสถานศึกษา โดยไม่กระทบกับโครงสร้างและหาซื้อง่ายในปัจจุบัน โดยใช้วิธีการนำสายวัดมาขนานกัน จะส่งผลให้ค่าความต้านทานของสายลดลงเป็นไปตามทฤษฎีวงจรไฟฟ้า

ในการดำเนินการคณะผู้วิจัยได้เลือกสายวัดแบบที่ Patch Cable Multi-Stacking Sheath Banana Plug เพราะมีขายในท้องตลาดแบบทั่วไป

พิจารณาจากโครงสร้างของสาย ตามภาพที่ 11 พบว่าสายจะมีความยาว 127.8 cm. มีค่าความต้านทาน 0.050Ω ซึ่งถ้านำมาขนานกัน จะทำให้ค่าความต้านทานของสาย คงเหลือ 0.025Ω สายที่ใช้ในการทดสอบ มีนิเกิลเป็นตัวนำ ความต้านทานไฟฟ้า (20°C) เท่ากับ $69.3 \text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ ค่าการนำความร้อน (300 K) เท่ากับ $90.9 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ และการขยายตัวจากความร้อน (25°C) เท่ากับ $13.4 \mu\text{m}/(\text{m}\cdot\text{K})$



ภาพที่ 11 โครงสร้างสายวัดแบบ Patch Cable Multi-Stacking Sheath Banana Plug

ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของการวัดแบบ 2 สาย และแบบ 4 สาย ที่ส่งผลต่อการวัด จึงได้ดำเนินการทดสอบให้

ผลการหาค่าความไม่แน่นอนการวัดภายหลังการปรับปรุง

เครื่องที่จะต้องทำการปรับแต่งค่าความไม่แน่นอนการวัดอยู่เพียง 2 เครื่อง คือเครื่อง DMM-8007 หมายเลข 2 กับเครื่อง DGM 391A หมายเลข 5 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาค่าความไม่แน่นอนจากการวัดภายหลังการปรับปรุง

เครื่องที่วัดค่า	Resolution	Accuracy	ผลการวัด					ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5	
DMM-8007	0.1Ω	$\pm(1.0 \% \text{ rdg} + 4\text{d})$	100.0	100.0	100.1	100.0	100.1	100.0
DGM 391A	0.1Ω	$\pm(1.5 \% \text{ rdg} + 4\text{digits})$	100.0	100.1	100.0	100.1	100.0	100.0

หมายเหตุ :บันทึกที่ อุณหภูมิ 25°C องศาเซลเซียส $\pm 2^{\circ}\text{C}$ องศาเซลเซียส

เมื่อวิเคราะห์ผลจากข้อมูลจะพบว่าประสิทธิภาพในการวัดของเครื่องทั้งสอง ดีขึ้นค่าการประเมินแบบ A (Type A Evaluation) ประเมินความไม่แน่นอนโดยใช้เทคนิคสถิติ (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2557) ดีขึ้น เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นมากขึ้นทางผู้วิจัยจึงได้นำส่งเครื่องทั้งสอง ส่งสอบเทียบที่ศูนย์สอบเทียบ SCM ALLIANZE ที่ได้มาตรฐาน ISO 17025 เพื่อหาค่าความไม่แน่นอนการวัดผลที่ได้ คือเครื่อง DMM-8007 หมายเลข 2 ค่าความไม่แน่นอนการวัด เท่ากับ 0.06 โอห์ม (Certificate No. CAL00746-15 FQM-510-01 Rev.00_01/02/14) และเครื่อง DGM 391A หมายเลข 5 ค่าความไม่แน่นอนการวัด เท่ากับ 0.11 โอห์ม (Certificate No. CAL00747-15 FQM-510-01 Rev.00_01/02/14) มีความไม่แน่นอนการวัด ลดลงจริง

7. สรุปและอภิปรายผล

การลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อคัดเลือกโอห์มมิเตอร์ที่จะต้องดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด จากเครื่องทั้งหมด 27 เครื่อง 3 ผลลัพธ์ พบว่ามีเครื่องที่ไม่พร้อมใช้งานทั้งหมด 9 เครื่อง 3 ผลลัพธ์ และเมื่อทำการทดสอบการวัดตามกระบวนการที่น่าเชื่อถือได้ (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2557) มีเครื่องที่ผ่านกระบวนการวัด 7 เครื่อง และได้เครื่องที่ต้องลดค่าความไม่แน่นอนของการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ อยู่จำนวน 2 เครื่อง โดยอยู่ใน Case 3 คือการที่ค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าจำกัดในด้านสูงและกระบวนการคำนวณและการสอบเทียบสอดคล้องกับการวิจัยเรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ (ชัชวาลพรพัฒน์กุล, 2554) ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการลดค่าที่เกิดจากปัจจัยองค์ประกอบที่ 1 ระบบเชื่อมต่อและสาย (วิเชษฐ ยิ้มละมัย, 2556) โดยการลดค่าความต้านทานของสาย ที่ใช้ในการวัด เลือกใช้สายวัดที่มีตัวนำเป็นนิเกิล ความยาว 127.8 cm. 2 เส้นนำมาขานานกันให้ค่าความต้านทานลดลงเหลือ 0.025 Ω ทำให้มัลติมิเตอร์ที่ใช้วัดค่าความต้านทานทั้ง 2 เครื่องสามารถนำกลับมาวัดค่าได้ใหม่อีกครั้งและอยู่ในช่วงที่สามารถนำกลับมาทำการวัดได้ และได้ส่งผลเข้าห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ISO 17025 ทั้ง 2 เครื่อง ได้ค่าความไม่แน่นอนจากการวัด ลดลง

การวิจัยการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ สามารถดำเนินการหาแนวทางในการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เพื่อหาแนวทางในการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้โอห์มมิเตอร์ โดยทั่วไปหลักการลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัด สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการ ปรับแต่งค่าแก้ไขที่มีอยู่จริงผ่านห้องปฏิบัติการสอบเทียบการหาค่าการสอบเทียบใหม่จากห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่มีค่าความละเอียดที่กว้าง (JCGM100, 2008) ประเด็นนี้จะเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มและส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือต่อการใช้เครื่องมือ

ผลการวิจัยทำให้สามารถปรับปรุงจนค่าความไม่แน่นอนจากการวัด มีค่าทำให้เครื่องสามารถนำกลับมาวัดค่าได้อย่างถูกต้องและอยู่ในช่วงที่สามารถใช้งานได้ปกติ ได้โดยการปรับปรุงสายที่ใช้การวัดให้มีค่าความต้านทานที่สูญเสียไปในการวัดลดลง และเป็นสายที่มีจำหน่ายหาซื้อจากแหล่งจำหน่ายได้ง่ายสะดวกต่อการจัดหา ซึ่งก็จะทำให้เราสามารถลดต้นทุนแทนที่จะต้องดำเนินการจัดหาเครื่องใหม่ หรือจัดซื้อสายแบบพิเศษรุ่นใหม่ที่มีราคาค่อนข้างสูง และเหมาะที่จะใช้ในการวัดและทดสอบ

ในระดับการเรียนการสอนและการตรวจสอบได้จริงโดยมีผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้มาตรฐาน ISO 17025 ตลอดจนสอดคล้องกับการศึกษาคือการลดค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสระหว่างรอยเชื่อมต่อและสายวัด สามารถลดค่าความไม่แน่นอนจากการวัดให้กับโอห์มมิเตอร์ ส่งผลทำให้โอห์มมิเตอร์มีค่าการวัดที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับวัดค่าได้อย่างถูกต้องอยู่ในช่วงที่สามารถใช้งานได้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก คณะบดี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผศ.ดร.อนิรุจน์ มะโนธรรม ซึ่งให้การแนะนำ ข้อแก้ไข และให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำตั้งแต่ เริ่มต้นจนถึงกระบวนการสุดท้ายขึ้นสรุปผลข้อมูล ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของสำนักงานนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่อำนวยความสะดวก ในการเก็บข้อมูลการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดีทุกท่าน

8. เอกสารอ้างอิง

- ชัชวาล พรพัฒน์กุล. (2554). การสอบเทียบเครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ. กรุงเทพฯ: วารสารวิชาการปทุมวัน ฉบับที่ 1 พฤษภาคม-สิงหาคม 2554
- วิเชษฐ ยิ้มละมัย. (2556). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการระบบวัดและควบคุมในงานอุตสาหกรรม. ลำปาง: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
- สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ. (2557). เอกสารประกอบการอบรมเรื่องมาตรวิทยาทางไฟฟ้า. ปทุมธานี : กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ. (2558). วารสาร Metrology Info ปีที่17 ฉบับที่ 85 ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2558 ปทุมธานี : กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- EURACHEM / CITAC Guide, (2007). Use of uncertainty Information in compliance assessment First Edition 2007.
- GLIC Calibration Laboratory, (2015). Certificate No. CAL00746-15 FQM-510-01 Rev.00_01/02/14.,Bankok
- GLIC Calibration Laboratory, (2015). Certificate No. CAL00747-15 FQM-510-01 Rev.00_01/02/14.,Bankok
- IFCC/EQALM Joint Meeting- Amsterdam, (2007). Use of PT/EQAS data for evolution of measurement
- JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections, (2008). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement,