

**ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR)**  
**ครุภัณฑ์ชุดเครื่องมือวัดทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์**  
**ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 1 ชุด**  
**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา**

## 1. ความเป็นมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ดำเนินการเปิดสอนหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาบูรณาการศาสตร์ระหว่างเทคโนโลยีไฟฟ้า ยังขาดครุภัณฑ์ชุดเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า พื้นฐานที่สามารถใช้ในการเรียนการสอนในหลักสูตรภายใต้สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ใช้สอนเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและสามารถประยุกต์งานทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นชุดฝึกปฏิบัติการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการศึกษา ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานและรายวิชาชีพบังคับตามหลักสูตรและเป็นหนึ่งในแปดรายวิชาที่สภาวิศวกรกำหนดให้เป็นรายวิชา พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่นักศึกษาต้องเรียน ตลอดระยะเวลาสี่ปีที่ผ่านมาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าได้อาศัย ชุดฝึกเครื่องมือวัดไฟฟ้า จากโครงการธนาคารโลกสำหรับฝึกทักษะปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันเครื่องมือวัดและ แหล่งจ่ายของชุดฝึกดังกล่าวเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานและไม่สามารถซ่อมแซมได้ ส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ การเรียนทั้งในระดับ ปวส. และระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ด้วยเหตุผลดังกล่าวสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าจึงได้จัดทำโครงการจัดหาครุภัณฑ์ประจำ ห้องปฏิบัติการเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้จัดการเรียนการสอนของสาขาวิชา เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาสูงขึ้นและอยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐาน

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ให้เพียงพอสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพคุณภาพได้ ด้านเครื่องมือวัดทางด้าน วิศวกรรมไฟฟ้า

2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนและงานวิจัยโดยนำเอาเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ทางด้านวัด พื้นฐานและขั้นสูง

## 3. คุณสมบัติของผู้ประสงค์จะเสนอราคา

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจาก เป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการ กระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐใน

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

- ระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.10 ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์

##### 4.1 ชุดเครื่องมือวัดทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์

จำนวน 1 ชุด

##### ประกอบด้วย

##### 4.1.1 เครื่องวิเคราะห์เซลล์แสงอาทิตย์ (PV Analyzer)

จำนวน 1 ชุด

##### 4.1.1.1. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage)

- สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (Vdc) ที่ OPC ในช่วง 15 V ถึง 1199 V หรือดีกว่า
- มีค่า Accuracy ที่ STC ไม่มากกว่า  $\pm 4\% + 2$  digits หรือดีกว่า
- มีค่า Resolution ที่ STC ไม่น้อยกว่า 0.1 V หรือดีกว่า Voltage Measurement

##### 4.1.1.2. วัดค่ากระแสไฟฟ้า (Current)

- สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง (Idc) ที่ OPC ในช่วง 0.1 A ถึง 11 A หรือดีกว่า
- มีค่า Accuracy ที่ STC ไม่มากกว่า  $\pm 4\% + 2$  digits หรือดีกว่า
- มีค่า Resolution ที่ STC ไม่น้อยกว่า 0.01 A หรือดีกว่า

##### 4.1.1.3. วัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power)

- สามารถวัดค่ากำลังไฟฟ้า ที่ OPC ในช่วง 50 W ถึง 999 W หรือดีกว่า
- มีค่า Accuracy ที่ STC ไม่มากกว่า  $\pm 5\% + 5$  digits หรือดีกว่า
- มีค่า Resolution ที่ STC ไม่น้อยกว่า 1 W หรือดีกว่า

##### 4.1.1.4. วัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์

- สามารถวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ ช่วง 50 W/m<sup>2</sup> ถึง 1,400 W/m<sup>2</sup> หรือดีกว่า

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

- มีค่า Resolution เท่ากับ 1 W/m<sup>2</sup> หรือดีกว่า
- 4.1.1.5. วัดค่าอุณหภูมิ (Temperature)\
  - เป็นชนิด PT300N probe
  - สามารถวัดอุณหภูมิ ช่วง -20°C ถึง 99°C หรือดีกว่า
  - มีค่า Resolution เท่ากับ 1°C หรือดีกว่า
- 4.1.1.6. สามารถส่งข้อมูลค่าของอุณหภูมิแ่งไปที่อุปกรณ์หลักได้แบบไร้สายเชื่อมต่อ
- 4.1.1.7. สามารถแสดงค่าอุณหภูมิแ่งได้ทั้งในกรณีที่ใช้หัววัดอุณหภูมิหรือไม่ใช้หัววัดอุณหภูมิ
- 4.1.1.8. วัดค่ามุมเอียง (Tilting angle)
  - สามารถวัดมุม ช่วง 1° ถึง 90° หรือดีกว่า
  - มีค่า Resolution เท่ากับ 1° หรือดีกว่า
- 4.1.1.9. หน่วยความจำภายใน สามารถจัดเก็บข้อมูลกราฟได้ไม่น้อยกว่า 240 ข้อมูล และข้อมูลการวัดได้ไม่น้อยกว่า 990 ข้อมูล หรือมากกว่า และสามารถเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้ได้
- 4.1.1.10. สามารถวัดตัวแปร (Measurement Parameter) Open Circuit Voltage (Voc), Max. Output Power Voltage (Vpm), Short Circuit Current (Isc), Max. Output Power Current (Ipm), Max. Output Power (Pm) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.11. มีการแสดงผลแบบจอ LCD หรือดีกว่า
- 4.1.1.12. สามารถสื่อสารข้อมูลแบบ USB และ WiFi ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.13. ได้รับรองมาตรฐานเช่น IEC/EN610101, IEC/EN613261, IEC/EN61010031, IEC/EN60891, IEC/EN60904-5 เป็นต้น
- 4.1.1.14. ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา
- 4.1.1.15. อุปกรณ์ประกอบ
  - อุปกรณ์เสริมเพื่อให้สามารถทำการทดสอบโดยไม่ต้องปลดขั้ว MC3 หรือ MC4 และต้องเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบตามมาตรฐานความปลอดภัย รองรับระบบได้ถึงพิกัด 1500V DC
  - มีซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และสามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 เป็นอย่างน้อย
  - มีคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างน้อย 5 เล่ม

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ



#### 4.1.2 เครื่องวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอล (Digital Power Meter)

จำนวน 2 เครื่อง

- 4.1.2.1 เป็นเครื่องมือวัดและวิเคราะห์ค่าทางไฟฟ้าทั้งไฟฟ้า AC (Single Phase และ Three-phase) และ DC
- 4.1.2.2 สามารถวัดค่า Voltage, Current, Power และ Harmonics ได้ในเวลาเดียวกัน
- 4.1.2.3 การแสดงผลด้วย 7-segment LED ผลที่วัดได้แบบตัวเลข
- 4.1.2.4 มีย่านวัดค่า Voltage สูงสุดไม่น้อยกว่า 600 Vrms พิสัยการวัด : Crest factor 3 : 15 V/30 V/60 V/150 V/300 V/600 V  
: Crest factor 6 or 6A: 7.5 V/15 V/30 V/75 V/150 V/300 V
- 4.1.2.5 มีย่านวัดค่า Current แบบเชื่อมต่อโดยตรง พิสัยการวัด : 0.5 A/1 A/2 A/5 A/10 A/20 A (for crest factor 3)  
0.25 A/0.5 A/1 A/2.5 A/5 A/10 A (for crest factor 6)
- 4.1.2.6 มีย่านวัดค่า Current แบบเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ภายนอก พิสัยการวัด : 50 mV/100 mV/200 mV/500 mV/1 V/2 V (for crest factor 3)  
25 mV/50 mV/100 mV/250 mV/500 mV/1 V (for crest factor 6)
- 4.1.2.7 ค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้ Voltage, Current, Active Power, Reactive Power, Apparent Power, Power, Harmonic เป็นอย่างน้อย
- 4.1.2.8 มีฟังก์ชันวิเคราะห์ Harmonic ได้สูงสุด 50 อันดับ
- 4.1.2.9 สามารถวัดค่าทางไฟฟ้า 4 ค่าได้ในเวลาเดียวกัน
- 4.1.2.10 มีช่องสัญญาณวัดไม่น้อยกว่า 3 ช่อง โดยที่ในหนึ่งช่องสัญญาณสามารถวัดได้ทั้งแรงดันและกระแสไฟฟ้า
- 4.1.2.11 มีฟังก์ชัน Integration สามารถเลือกโหมด Manual, Standard, repetitive integration mode ได้
- 4.1.2.12 มีฟังก์ชัน Timer สามารถตั้งเวลาหยุดอัตโนมัติ 0000 ชม. 00 น. 00 วินาทีถึง 10,000 ชม. 00 น. 00 วินาที
- 4.1.2.13 สามารถแสดงค่าที่วัดได้เป็นตัวเลข ไม่น้อยกว่า 5 หลัก
- 4.1.2.14 มีอัตราสุ่มตัวอย่าง 100 ks/s
- 4.1.2.15 Analog to Digital Converter ขนาด 16 บิต หรือ ดีกว่า
- 4.1.2.16 ฟังก์ชัน Harmonic มีช่วงความถี่แหล่งที่มา PLL ของความถี่พื้นฐานอยู่ในช่วง 10 Hz ถึง 1.2 kHz
- 4.1.2.17 ค่าความถูกต้องในการวัดสัญญาณแรงดันและกระแส Harmonic ที่  $45 \text{ Hz} \leq f \leq 440 \text{ Hz}$   
0.15% of reading + 0.35% of range

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

- 4.1.2.18 ย่านความถี่ของสัญญาณที่วัดได้ชนิด DC และ ชนิด AC 0.5 Hz ถึง 100 KHz
- 4.1.2.19 ค่าความแม่นยำพื้นฐานของการวัดค่ากำลังไฟฟ้า  $\pm 0.15\%$  ที่ 50/60 Hz
- 4.1.2.20 สามารถเชื่อมต่อเพื่อถ่ายโอนข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่าน Interface แบบ Ethernet เป็นอย่างน้อย
- 4.1.2.21 มีซอฟต์แวร์ที่สามารถแสดงผลของเครื่องวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแบบดิจิทัลแบบเรียลไทม์ได้และสามารถเชื่อมต่อเครื่องบันทึกข้อมูลหรือจากอุปกรณ์อื่นๆ สูงสุด 100 device โดยสามารถบันทึกข้อมูลและแปลงไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ Excel ไฟล์ได้
- 4.1.2.22 ระบบไฟเลี้ยงใช้งาน 100 - 240 VAC (50/60 Hz)
- 4.1.2.23 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 4.1.2.24 อุปกรณ์ประกอบ
- สาย AC POWER CORD จำนวน 1 เส้น
  - มีเซนเซอร์สำหรับวัดกระแสสลับย่านการวัดไม่น้อยกว่า 500 Amp จำนวน 3 ชุด
  - สายวัดแรงดัน มีพิกัดแรงดันใช้งาน 600 V หรือดีกว่า จำนวน 3 ชุด
  - คู่มือการใช้งานเครื่องภาษาอังกฤษ 1 เล่ม และ CD
  - มี USB memory ขนาดไม่ต่ำกว่า 1 GB 1 ชิ้น

#### 4.1.3 เครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า 3 เฟส แบบพกพา

จำนวน 1 เครื่อง

- 4.1.3.1 เป็นเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าได้มาตรฐาน Class S
- 4.1.3.2 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้าสลับและตรง AC/DC ได้ ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่วัดได้ 1 เฟส 2 สาย จนถึง 3 เฟส 4 สาย
- 4.1.3.3 มีอินพุตวัดแรงดัน AC จำนวน 4 ช่อง (U1 ถึง U4) รับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1000.00V และค่าความต้านทานภายในไม่น้อยกว่า 5 MW
- 4.1.3.4 มีอินพุตวัดกระแส AC จำนวน 4 ช่อง (I1 ถึง I4) โดยใช้ Clamp On Sensor AC รับกระแสสูงสุดได้ 600A หรือดีกว่า
- 4.1.3.5 มีอัตราการสุ่มความถี่ (Sampling frequency) 200 KHz หรือดีกว่า
- 4.1.3.6 ค่าความถูกต้อง Basic Accuracy DC
- แรงดัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $\pm 0.3\%$  rdg.  $\pm 0.0\%$  f.s
  - กระแส น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $\pm 0.5\%$  rdg.  $\pm 0.5\%$  f.s + current sensor accuracy
- 4.1.3.7 พารามิเตอร์พื้นฐานที่วัดได้ : Voltage (V), Current (A), Active Power (kW), Reactive Power(kVar), Apparent Power (kVA), Active Energy (+kWhr), Reactive Energy (-

kWhr), Power Factor (Lead/Lag), Voltage Unbalance, Current Unbalance, Transient Over voltage, Dip, Swell, Interruption, Inrush Current, Voltage Waveform, Harmonic, High-order Harmonic, Inter Harmonic, K Factor, Flicker

- 4.1.3.8 สามารถวิเคราะห์ Harmonic ได้ตั้งแต่ Orders ที่ 0th ถึง 50th หรือดีกว่า
- 4.1.3.9 สามารถวิเคราะห์ Inter-Harmonic ได้ 0.5Hz ถึง 49.5Hz (ทั้งแรงดันและกระแส)
- 4.1.3.10 สามารถวัด Transient สูงสุดถึง 2,200 V Sampling Frequency 200 kS/s , Bandwidth 5kHz ถึง 40kHz
- 4.1.3.11 บันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำภายนอก SD Card
- 4.1.3.12 สามารถเริ่มการบันทึก-สิ้นสุดการบันทึกได้
- 4.1.3.13 สามารถกำหนดช่วงเวลายืนยันได้ทุกๆ (200, 600 มิลลิวินาที) , ( 1, 2, 5,10,15,30 วินาที) , (1,2 ชั่วโมง ที่ 150 หรือ 180 cycles)
- 4.1.3.14 ระบบเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก (Interfaces) : SD Card, RS-232C, LAN, USB2.0
- 4.1.3.15 มีซอฟต์แวร์สำหรับเรียกดูข้อมูลผ่านทาง SD Card, LAN, RS-232C ได้ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงาน โดยแสดงผลเป็นกราฟและข้อมูลตัวเลข สามารถเปลี่ยนข้อมูลเป็น CSV ไฟล์ได้
- 4.1.3.16 ระบบนาฬิกาแสดงค่า วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที, วินาที ได้
- 4.1.3.17 ระบบแสดงผล 6.5-inch, TFT Color LCD
- 4.1.3.18 ระบบไฟเลี้ยงใช้ AC Adapter 100-240V AC และ Battery Recharger 4,500 mAh
- 4.1.3.19 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอใบเสนอราคา
- 4.1.3.20 อุปกรณ์ประกอบ
- |                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| - คู่มือภาษาอังกฤษ                  | 3 เล่ม |
| - AC Clamp On Sensor (600A)         | 4 ชุด  |
| - Voltage Cord                      | 1 ชุด  |
| - AC Adapter                        | 1 ชุด  |
| - USB Cable                         | 1 ชุด  |
| - Battery Pack (แบบชาร์ตไฟได้ในตัว) | 1 ชุด  |
| - SD Card 2 GB                      | 1 ชุด  |
| - CD Software PQ One                | 1 แผ่น |

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ



#### 4.1.4 เครื่องบันทึกข้อมูล

จำนวน 1 เครื่อง

- 4.1.4.1 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) ชนิดเคลื่อนย้ายได้ (Portable) มาตรฐานสากล IEC 61326 หรือ EN 61326 ที่สามารถขยายช่องสัญญาณได้ภายหลัง
- 4.1.4.2 สามารถบันทึก ข้อมูลที่ได้จากการวัด ในหน่วยความจำภายในเครื่อง ก่อนจะถ่ายโอนข้อมูลสู่ อุปกรณ์เก็บข้อมูลอื่นๆ
- 4.1.4.3 มีหน่วยความจำภายใน และสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปสู่หน่วยความจำภายนอกได้ แบบ SD Memory Card เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมี Software ช่วยอำนวยความสะดวก
- 4.1.4.4 มีช่องรับสัญญาณ 10 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.4.5 มีหน้าจอ 7 segment LED เพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน
- 4.1.4.6 สามารถเชื่อมต่อผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยสามารถตรวจสอบ GM แบบเรียลไทม์และเปลี่ยนการตั้งค่าได้
- 4.1.4.7 เบรเวอร์สามารถแสดง Trend, Bar graph, Alarm/Message/Memory summary, Digital ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.1.4.8 อุณหภูมิในการทำงาน  $-20^{\circ}\text{C}$  ถึง  $60^{\circ}\text{C}$
- 4.1.4.9 รองรับฟังก์ชันโคลเอนต์ / เซิร์ฟเวอร์ FTP ช่วยให้แชร์และจัดการข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ไฟล์ ส่วนกลางได้
- 4.1.4.10 มีฟังก์ชันส่งข้อความในรูปแบบอีเมลที่ให้ข้อมูลได้หลากหลายรวมถึงรายงานการแจ้งเตือนแบบ ทันทีทันใดตามการตั้งค่า
- 4.1.4.11 สามารถใช้การตั้งค่าเพื่อล็อกการทำงานของเครื่องเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุ เริ่ม / หยุดการวัด หรือการคำนวณ
- 4.1.4.12 สามารถกำหนดย่านการวัดได้ (Measurement Interval) ที่ค่าต่ำที่สุด 100 มิลลิวินาที (ms) หรือที่ละเอียดกว่า
- 4.1.4.13 การคำนวณอินพุตแบบ Linear scaling, square root, differential calculations
- 4.1.4.14 สามารถรับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ 60mV มีค่าความถูกต้อง  $\pm(0.01\% \text{ of rdg} + 5 \mu\text{V})$
- 4.1.4.15 สามารถรับสัญญาณจาก Thermocouple ชนิด R, S, B, K, E, J, T, N, W, L มีค่าความถูกต้อง ที่อุณหภูมิ  $-270.0$  to  $1370.^{\circ}\text{C}$   $\pm(0.15 \% \text{ of rdg} + 0.7^{\circ}\text{C})$  ที่ Type K หรือดีกว่า
- 4.1.4.16 สามารถรับสัญญาณจาก RT ได้แก่ PT100, JPT100 มีค่าความถูกต้อง  $\pm(0.05 \% \text{ of rdg} + 0.3^{\circ}\text{C})$  หรือดีกว่า
- 4.1.4.17 มีขนาดของหน่วยความจำภายใน Flash Memory ไม่ต่ำกว่า 500 เมกกะไบต์

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

- 4.1.4.18 มีอัตราการบรรจุข้อมูลลงหน่วยความจำที่ทุก ๆ 100 มิลลิวินาที (ms) หรือ ที่ดีกว่าโดยสามารถปรับค่าได้จนถึงขั้นต่ำทุก ๆ 30 นาที
- 4.1.4.19 สามารถบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำภายในเครื่องและถ่ายโอนข้อมูลลงสู่หน่วยความจำภายนอกแบบ SD Card
- 4.1.4.20 มีช่องต่อสัญญาณ Ethernet สำหรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้
- 4.1.4.21 มีซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการตั้งแต่ WINDOWS XP ขึ้นไปได้
- 4.1.4.22 มีซอฟต์แวร์ที่แปลงข้อมูลที่เก็บให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ ASCII ได้
- 4.1.4.23 ซอฟต์แวร์สามารถแสดงผลเป็นกราฟฟิกหรือค่าตัวเลข บนจอคอมพิวเตอร์ได้
- 4.1.4.24 มีซอฟต์แวร์ที่สามารถแสดงผลของเครื่องบันทึกข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้และสามารถเชื่อมต่อเครื่องวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอลหรือจากอุปกรณ์อื่นๆ สูงสุด 100 device มีการสแกนข้อมูลทุก 100ms (scan interval) โดยสามารถบันทึกข้อมูลและแปลงไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ Excel ไฟล์ได้
- 4.1.4.25 มีปุ่ม Start และ Stop สำหรับเก็บข้อมูลที่ตัวเครื่องบันทึกข้อมูล พร้อมหน้าจอแสดงผล และสถานะการทำงานของตัวเครื่อง
- 4.1.4.26 เป็นสินค้าที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน CE/UL หรือ CSA
- 4.1.4.27 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 4.1.4.28 อุปกรณ์ประกอบ
- มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ จำนวน 1 เล่ม
  - สาย AC POWER CORD จำนวน 1 เส้น
  - ชุดแสดงผล Core i5 Ram 4GB HDD 500 GB ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว มีช่องเชื่อมต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า จำนวน 1 เครื่อง

#### 4.1.5 เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล

จำนวน 1 ชุด

- 4.1.5.1 เป็นเครื่องมือวัดที่ออกแบบมาเพื่อทำการวัดและบันทึกข้อมูลจาก Sensor ต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง และสามารถเคลื่อนย้ายสะดวก โดยไม่จำเป็นต้องต่อพ่วงกับอุปกรณ์อื่น ๆ (Stand Alone)
- 4.1.5.2 มีจำนวนช่องรับสัญญาณต่าง ๆ รวมกันได้ไม่น้อยกว่า 30 ช่องสัญญาณ สามารถรับสัญญาณแบบ Universal Input แบบต่าง ๆ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ



- 4.1.5.3 สัญญาณแบบ DC Voltage มีย่านการวัด 9 ย่านซึ่งวัดค่าได้ตั้งแต่ 10mV – 100 VDC หรือดีกว่า และมีค่า Accuracy + 10 uV (ที่ย่านวัด 10 mV) โดยมีค่า Resolution ดีที่สุด 500 nV
- 4.1.5.4 สัญญาณแบบ Thermocouple แบบ R,S,B,K,E,J,T,N โดยมีค่า Accuracy + 0.5°C (Type K) ที่ ย่าน 0°C ถึง 100°C หรือดีกว่า และมีค่า Resolution 0.01°C
- 4.1.5.5 สัญญาณแบบ RTD แบบ Pt100 และ JPT100 โดยมีค่า Accuracy + 0.5°C ที่ย่าน -100°C ถึง 100°C และมีค่า Resolution 0.01°C
- 4.1.5.6 มี Recording Interval 10 มิลลิวินาที หรือดีกว่า
- 4.1.5.7 มีการแสดงผลการวัด เป็นตัวเลข บนหน้าจอสีที่สามารถแสดงเฉดสีที่แตกต่างกันได้ ขนาดหน้าจอ 7 นิ้ว Color TFT LCD (800x480 pixels) โดยสามารถเลือกการแสดงผลได้ในรูป Trend , digital
- 4.1.5.8 มีหน่วยความจำภายใน 256 Mwords และสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยังแผ่น USB Storage ได้หรือมากกว่า
- 4.1.5.9 สามารถบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำภายนอก USB memory stick ได้
- 4.1.5.10 มี Interface ชนิด LAN หรือดีกว่า
- 4.1.5.11 มี Software สำหรับตั้งค่าเครื่องวัด วิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือควบคุมเครื่องวัดด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านสาย LAN และบันทึกค่าลงไฟล์ CSV ได้
- 4.1.5.12 ชนิดของ Alarm มี Level, Window, Logic, Alarm Output เป็นต้น
- 4.1.5.13 สามารถใช้ได้กับไฟฟ้าขนาด 100– 240 V, 50 – 60Hz ได้
- 4.1.5.14 มีฟังก์ชัน Event matking, A-B cursor, Scaling, Start state retention function และ Auto-start function เป็นต้น
- 4.1.5.15 มีฟังก์ชันการคำนวณ (Calculation Functions) แบบ average, peak, maximum values, time to maximum values, integration เป็นต้น
- 4.1.5.16 สามารถวัด Pulse ได้จำนวน 8 channel inputs
- 4.1.5.17 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอใบเสนอราคา
- 4.1.5.18 อุปกรณ์ประกอบ
- |                             |   |      |
|-----------------------------|---|------|
| - คู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ | 1 | เล่ม |
| - สาย LAN                   | 1 | เส้น |
| - AC Adapter                | 1 | ชุด  |
| - แบตเตอรี่                 | 1 | ชุด  |

**4.1.6 เครื่องทดสอบแบตเตอรี่ แบบพกพา****จำนวน 1 เครื่อง**

- 4.1.6.1 เป็นเครื่องทดสอบค่าความต้านภายในของแบตเตอรี่ชนิด Nicad and nickel-metal battery. ซึ่งสามารถแสดงค่าที่วัดได้บนหน้าจอ LCD โดยเก็บบันทึกค่าที่วัดได้ลงหน่วยความจำภายในเครื่องได้
- 4.1.6.2 สามารถใช้วัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ได้ 300 มิลลิโอห์ม แบ่งย่านการวัดได้ 3 ย่าน ค่า Basic Accuracy น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $\pm 0.8\%$  rdg. หรือดีกว่า
- 4.1.6.3 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดได้ 3 V แบ่งย่านการวัดได้ 2 ย่าน ค่า Basic Accuracy น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $\pm 0.1\%$  rdg. หรือดีกว่า
- 4.1.6.4 สามารถบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำได้ 10 กลุ่ม หรือดีกว่า
- 4.1.6.5 สามารถวัดค่าแรงดันอินพุตได้ 50 V DC max. (No AC input)
- 4.1.6.6 ใช้แหล่งจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่
- 4.1.6.7 สามารถตั้งเงื่อนไขการวัดได้ Comparator functions
- 4.1.6.8 มีฟังก์ชัน zero-adjustment, Hold, Auto-hold, Auto-memory, Auto-power-save, Clock เป็นอย่างน้อย
- 4.1.6.9 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 4.1.6.10 อุปกรณ์ประกอบ
- |                                 |   |      |
|---------------------------------|---|------|
| - แบตเตอรี่                     | 1 | ชุด  |
| - คู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ | 1 | เล่ม |
| - มีสายวัด                      | 1 | ชุด  |
| - มีบอร์ดปรับ zero-adjustment   | 1 | ชุด  |

**4.1.7 เครื่องมือวัดไฟฟ้าอเนกประสงค์ แบบดิจิตอล ชนิดพกพา****จำนวน 4 เครื่อง**

- 4.1.7.1 เป็นเครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ชนิดพกพา สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า AC/DC กระแสไฟฟ้า AC/DC, ความต้านทาน, ความถี่, ความจุไฟฟ้า, อุณหภูมิ, ตรวจสอบความต่อเนื่องทดสอบไดโอด, สามารถแสดงผลการวัดแบบ True RMS/Mean ของไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถบันทึกค่า Min, Max และแสดงผลค่าข้อมูลการวัดได้ หรือดีกว่า
- 4.1.7.2 มีฟังก์ชัน Data hold/auto hold/range hold, Maximum/Minimum/average value, relative value, auto power off, back light หรือดีกว่า

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

- 4.1.7.3 แสดงผลเป็นตัวเลขความละเอียดไม่น้อยกว่า 3-1/2 digit บนจอแสดงผลชนิด LCD หรือ 7-segment แสดงค่าสูงสุดไม่น้อยกว่า 6,000 COUNTS พร้อม Analog Bar graph ไม่น้อยกว่า 30-segment หรือดีกว่า แสดงข้อผิดพลาด, การเกิด Over range และแบตเตอรี่ต่ำ
- 4.1.7.4 ช่วงเวลาในการวัด 5 ครั้ง/วินาที หรือดีกว่า
- 4.1.7.5 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วัดได้สูงสุด 1000 V DC. หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ  $\pm 0.09\% + 2\text{digit}$  ที่ย่านวัด 600 V หรือดีกว่า
- 4.1.7.6 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ วัดได้สูงสุด 1000 V AC. หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ  $\pm 0.5\% + 5\text{ digit}$  ที่ย่าน 600 V ขนาดแบนด์วิด 50 Hz ถึง 60 Hz หรือดีกว่า
- 4.1.7.7 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง วัดได้สูงสุด 10 A DC. หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ  $\pm 0.5\% + 5\text{ digit}$  ที่ย่าน 600 mA หรือดีกว่า
- 4.1.7.8 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ วัดได้สูงสุด 10 A AC. หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำที่เท่ากับ  $\pm 1.0\% + 5\text{ digit}$  ที่ย่าน 600 mA ขนาดแบนด์วิด 50 Hz ถึง 60 Hz หรือดีกว่า
- 4.1.7.9 ย่านวัดความต้านทาน วัดได้สูงสุด 60 M $\Omega$  หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 0.4\% \pm 1\text{ digit}$  ที่ย่าน 600 k $\Omega$  หรือดีกว่า
- 4.1.7.10 ย่านวัดค่าความถี่ วัดได้สูงสุด 50 kHz หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 0.04\% \pm 4\text{ digit}$  หรือดีกว่า
- 4.1.7.11 ย่านวัดความจุไฟฟ้า วัดได้สูงสุด 1000  $\mu\text{F}$  หรือมากกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 3.5\% \pm 5\text{ digit}$  ที่ย่าน 600  $\mu\text{F}$  หรือ  $\pm 3.0\% \pm 5\text{ digit}$  1000  $\mu\text{F}$  หรือดีกว่า
- 4.1.7.12 ผู้ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 4.1.7.13 อุปกรณ์ประกอบ
- สายวัด 1 ชุด
  - คู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
  - แบตเตอรี่ 1 ชุด

#### 4.1.8 กล้องถ่ายภาพความร้อน

จำนวน 1 เครื่อง

- 4.1.8.1 ความละเอียดอินฟราเรด 160 x 120 (19,200 พิกเซล)
- 4.1.8.2 มีค่า IFOV ขณะที่ใส่เลนส์มาตรฐาน (ความละเอียดเชิงพื้นที่) 3.9 mRad, D:S 257:1
- 4.1.8.3 มีมุมมองภาพ 35.7 °H x 26.8 °V

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ



- 4.1.8.4 ระยะโฟกัสต่ำสุด 15 ซม. Manual focus
- 4.1.8.5 มีการใช้งานร่วมกับแอปบนสมาร์ทโฟน และรูปภาพที่ถ่ายจะได้รับการอัปโหลดโดยอัตโนมัติไปยังแอปเพื่อบันทึก
- 4.1.8.6 มีเทคโนโลยี IR Fusion
- 4.1.8.7 มีจอภาพ LCD 3.5 นิ้ว ความละเอียด 320 x 240
- 4.1.8.8 มีความไวในการตรวจจับอุณหภูมิ (NETD)  $\leq 0.09^{\circ}\text{C}$  ที่อุณหภูมิเป้าหมาย  $30^{\circ}\text{C}$  (90 mK)
- 4.1.8.9 ความละเอียดกล้องดิจิทัล 5MP
- 4.1.8.10 มีอัตราเฟรม 30 Hz หรือ 9 Hz
- 4.1.8.11 มีหน่วยความจำภายในความจุ 4GB พร้อมการ์ด Micro SD ความจุ 4GB
- 4.1.8.12 มีรูปแบบไฟล์รูปภาพ No analysis software required for non-radiometric (.bmp, .jpg) files
- 4.1.8.13 ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
- 4.1.8.14 ช่วงการวัดอุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  ถึง  $350^{\circ}\text{C}$
- 4.1.8.15 มีความแม่นยำ  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  หรือ 2% ที่  $25^{\circ}\text{C}$
- 4.1.8.16 มีการเตือนด้วยสี อุณหภูมิสูง อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิปกติ
- 4.1.8.17 มีย่านสเปกตรัมอินฟราเรด  $7.5\ \mu\text{m}$  ถึง  $14\ \mu\text{m}$
- 4.1.8.18 มีเครื่องหมายระบุจุดอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ
- 4.1.8.19 มีมาตรฐานความปลอดภัย IEC 61010-1: Overvoltage category II, Pollution Degree 2, IEC 61326-1: สภาพแวดล้อม EM พื้นฐาน CISPR 11: Group 1, Class A
- 4.1.8.20 มีระดับการป้องกัน IEC 60529 : IP54 (ป้องกันฝุ่นละออง จำกัดปริมาณการเข้า ป้องกันละอองน้ำจากทุกทิศทาง)
- 4.1.8.21 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอใบเสนอราคา
- 4.1.8.22 มีอุปกรณ์ประกอบ
1. แบตเตอรี่พร้อมอุปกรณ์แปลงไฟเพื่อชาร์จแบตเตอรี่ 1 ชุด
  2. มีสายเชื่อมต่อ USB 1 เส้น
  3. มี micro SD 1 ชุด
  4. มีคู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
  5. มีแผ่นโปรแกรม 1 ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

#### 4.1.9 มัลติมิเตอร์อนาล็อก

จำนวน 10 เครื่อง

- 4.1.9.1 มีย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ตั้งแต่ 0.1, 0.5, 2.5, 10, 50, 250 และวัดได้สูงสุด 1000 VDC โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 2.5\%$  f.s. หรือดีกว่า
- 4.1.9.2 มีย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ตั้งแต่ 2.5, 10, 50, 250 และวัดได้สูงสุด 1000 VAC โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 3\%$  f.s. (3V :  $\pm 5\%$ ) หรือดีกว่า
- 4.1.9.3 มีย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ตั้งแต่ 50 $\mu$ A, 2.5mA, 25mA, 0.25A โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 2.5\%$  f.s. หรือดีกว่า
- 4.1.9.4 มีย่านวัดความต้านทาน R  $\times$  2K, R  $\times$  20K, R  $\times$  200K, R  $\times$  2M, R  $\times$  20M  $\Omega$  โดยมีค่าความแม่นยำ เท่ากับ  $\pm 2.5\%$  of arc หรือดีกว่า
- 4.1.9.5 สามารถวัดความต่อเนื่องได้ โดยที่แอลอีดีติดที่ความต้านทาน 10  $\Omega$
- 4.1.9.6 มีฟังก์ชัน Battery Check
- 4.1.9.7 รองรับการวัดค่า dB และ hFE
- 4.1.9.8 อุปกรณ์ประกอบ
  - มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

#### 4.1.10 เครื่องวัดอาร์แอลซีมิเตอร์

จำนวน 1 ชุด

- 4.1.10.1 สัญญาณที่สามารถวัดได้ : Z, Y,  $\theta$ , X, G, B, Q, Rdc (DC resistance), Rs(ESR), Rp, Ls, Lp, Cs, Cp, D (tan $\delta$ ),  $\sigma$ ,  $\epsilon$
- 4.1.10.2 Measurement Voltage : 10mV to 5V หรือดีกว่า
- 4.1.10.3 ค่าความถี่ในการวัด : 4 Hz to 8 MHz มีค่าความถูกต้องในการวัด  $\pm 0.01\%$  of setting or less
- 4.1.10.4 มีค่า Basic Accuracy :  $\pm 0.05\%$  rdg
- 4.1.10.5 สามารถวัดด้วยความเร็วสูง (1 มิลลิวินาทีต่อครั้ง)
- 4.1.10.6 มีหน้าจอแบบ 5.7-inch color TFT with touch panel
- 4.1.10.7 สามารถเลือกความเร็วในการวัด Measurement Speed : FAST/MED/SLOW/SLOW2
- 4.1.10.8 มี Averaging : 1 to 256
- 4.1.10.9 มีฟังก์ชันเก็บข้อมูล Memory function : store 32,000 data
- 4.1.10.10 มีย่านการวัด Measurement Range : 100 m $\Omega$  to 100 M $\Omega$
- 4.1.10.11 มีฟังก์ชันการวัด LCR โหมด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

4.1.10.12 มี Output impedance ที่ Normal mode:  $100\ \Omega$ , Low impedance high accuracy mode:  $10\ \Omega$

4.1.10.13 สามารถใช้ได้กับไฟฟ้าขนาด 100– 240 V, 50 – 60Hz ได้

4.1.10.14 มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี

4.1.10.15 มีการสาธิตการใช้งาน จนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง

4.1.10.16 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

4.1.10.17 อุปกรณ์ประกอบ

- |   |   |      |
|---|---|------|
| - มีคู่มือประกอบการใช้งาน ภาษาอังกฤษอย่างน้อย | 1 | เล่ม |
| - 4 Terminal Probe                            | 1 | ชุด  |

#### 4.1.11 เครื่องวัดค่าความต้านทานดิน แบบ 2 โพล และ 3 โพล

จำนวน 4 เครื่อง

4.1.11.1 สามารถทดสอบค่าความต้านทานของระบบกราวด์ได้ทั้งแบบ 2 โพล หรือ 3 โพล

4.1.11.2 สามารถทดสอบค่าความต้านทานของระบบกราวด์ได้สูงสุด 2,000 โอห์ม แบ่งย่านการวัดไม่น้อยกว่า 3 ย่าน ค่าความถูกต้อง  $\pm 2\% \text{rdg} \pm 0.1\ \Omega$  ที่ย่านวัด  $20\ \Omega$

4.1.11.3 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า (Earth Voltage) สูงสุด 200V มีค่าความถูกต้อง  $\pm 1\% \text{rdg} \pm 4\ \text{dgt}$

4.1.11.4 มีหน้าจอแบบ LCD Digital Display 1999-count

4.1.11.5 มาตรฐานความปลอดภัย IEC 60529

4.1.11.6 ป้องกันฝุ่นกันน้ำระดับ IP54

4.1.11.7 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

4.1.11.8 อุปกรณ์ประกอบ

- |                          |   |      |
|--------------------------|---|------|
| - กระเป๋ใส่เครื่องมือวัด | 1 | ใบ   |
| - สายวัด                 | 3 | เส้น |
| - Auxiliary Earthing Rod | 2 | ชุด  |
| - แบบเตอรี               | 1 | ชุด  |



**4.1.12 เครื่องวัดฉนวนไฟฟ้าแบบดิจิตอลสำหรับงาน Photovoltaic****จำนวน 1 เครื่อง**

- 4.1.12.1 เป็นเครื่องวัดแบบดิจิตอลหน้าจอแสดงผลแบบ LCD Semi-transmissive FSTN
- 4.1.12.2 มีแรงดันทดสอบสูงได้ไม่น้อยกว่า 100 VDC
- 4.1.12.3 มีย่านการวัดฉนวนได้ตั้งแต่ 1-2000 M $\Omega$
- 4.1.12.4 มีย่านการวัดแรงดันไฟสลับได้ตั้งแต่ 0-600 โวลท์
- 4.1.12.5 เวลาในการตอบสนอง 1 second (Insulation resistance range) และ 4 seconds (PV $\Omega$  function based on in-house tests)
- 4.1.12.6 ใช้กับแบตเตอรี่ ขนาด AA จำนวน 4 ก้อน
- 4.1.12.7 ย่านแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 4.2 V (0.001 V resolution) to 1000 V (1 V resolution), 4 ranges, ค่าความถูกต้อง :  $\pm 1.3\%$  rdg.  $\pm 4$  dgt.,
- 4.1.12.8 ย่านแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 420 V (0.1 V resolution)/600 V (1 V resolution), 2 ranges, 50/60 Hz, ค่าความถูกต้อง :  $\pm 2.3\%$  rdg.  $\pm 8$  dgt
- 4.1.12.9 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา

**4.1.13 แคลมป์มิเตอร์อุตสาหกรรม****จำนวน 5 ชุด**

- 4.1.13.1 DC Current range : 20 A/600 A Basic accuracy  $\pm 1.3\%$ rdg
- 4.1.13.2 AC Current range : 20 A/600 A Basic accuracy  $\pm 1.3\%$ rdg
- 4.1.13.3 DC Voltage range : 600 mV to 1500 V Basic accuracy  $\pm 0.5\%$ rdg  $\pm 0.5$  mV (at 600 mV)
- 4.1.13.4 AC Voltage range : 6 V to 1000 V Basic accuracy 45-66 Hz  $\pm 0.9\%$ rdg.  $\pm 0.013$  V (at 6 V)
- 4.1.13.5 Resistance range : 600 $\Omega$  to 600 k $\Omega$  Basic accuracy  $\pm 0.7\%$ rdg  $\pm 0.5\Omega$  (at 600 $\Omega$  )
- 4.1.13.6 Capacitance range : 1.000  $\mu$ F to 1000  $\mu$ F Basic accuracy  $\pm 1.9\%$ rdg  $\pm 0.005$   $\mu$ F (at 1  $\mu$ F)
- 4.1.13.7 Frequency range : 9.999 Hz to 999.9 Hz Basic accuracy  $\pm 0.1\%$ rdg  $\pm 0.003$  Hz (at 9.999 Hz)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

## 4.1.13.8 อุปกรณ์ประกอบ

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| - สายวัด                 | จำนวน 1 ชุด  |
| - กระเป๋ใส่เครื่องมือวัด | จำนวน 1 ใบ   |
| - Alkaline battery       | จำนวน 1 ชุด  |
| - คู่มือการใช้งาน        | จำนวน 1 เล่ม |

## 4.1.14 เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Arbitrary Function generator ) จำนวน 5 เครื่อง

- 4.1.14.1 สามารถสร้างสัญญาณพื้นฐาน Sine, Square, Ramp, Noise, และสามารถสร้างสัญญาณแบบสร้างเองได้ (Arbitrary waveform) หรือมากกว่า
- 4.1.14.2 Arbitrary function มี Sample rate ไม่น้อยกว่า 20MSa/s
- 4.1.14.3 มีความละเอียด Amplitude ไม่น้อยกว่า 10 bit
- 4.1.14.4 มี Wave form Length 4k point หรือมากกว่า
- 4.1.14.5 สามารถสร้างสัญญาณ Sine/Square ได้ตั้งแต่ความถี่ 0.1 Hz-5 MHz หรือดีกว่า
- 4.1.14.6 มีความละเอียดของสัญญาณ Sine, Square, Ramp 0.1 Hz หรือดีกว่า
- 4.1.14.7 รองรับ Interface ที่เป็น USB (Device)
- 4.1.14.8 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD
- 4.1.14.9 ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 100V ~ 240V 50 ~ 60 Hz
- 4.1.14.10 ย่านของ Amplitude : 1 mVpp~10Vpp(into 50 $\Omega$ ), 0.1Hz~20MHz;  
2 mVpp~20Vpp(open circuit), 0.1Hz~20MHz
- 4.1.14.11 2 mVpp~10 pp(open circuit) หรือดีกว่า
- 4.1.14.12 มีค่าความละเอียดของ Amplitude :  $\pm 0.1\text{mV}$  or 3digits หรือดีกว่า
- 4.1.14.13 มีค่าแม่นยำของ Amplitude :  $\pm 2\%$  ของการตั้งค่า  $\pm 1\text{mVpp}$  ; (at 1kHz>10mVpp) หรือดีกว่า
- 4.1.14.14 มีค่าความแม่นยำ 2% ของการตั้งค่า + 5mV+0.5% ของ Amplitude หรือดีกว่า
- 4.1.14.15 มีค่าความต้านทาน 50  $\Omega$  typical (fixed); >300 k $\Omega$
- 4.1.14.16 มีการป้องกัน Short-circuit, Overload relay สำหรับเอาต์พุต
- ลักษณะของสัญญาณ Sine wave
- Harmonic Distortion : -55 dBc DC ~ 200 kHz, Ampl >0.1Vpp; -50 dBc 200 kHz ~ 1MHz, Ampl > 0.1 Vpp หรือดีกว่า

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

## 4.1.14.17 ลักษณะของสัญญาณ Square wave

- Rise/Fall Time :  $\leq 25$  ns ที่ค่าสูงสุดของเอาต์พุต (into  $50\Omega$  load)
- Overshoot :  $< 5\%$
- Asymmetry : 1% of period 1 ns

## 4.1.14.18 อุปกรณ์ประกอบ

- CD (user manual + Software) จำนวน 1 ชุด
- Quick Start Guide จำนวน 1 ชุด
- สาย Power cord จำนวน 1 เส้น

## 4.1.15 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope)

จำนวน 5 เครื่อง

## 1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 มีอัตราการอัปเดตรูปคลื่นสูงถึง 50,000 รูปคลื่นต่อวินาที หรือมากกว่า
- 1.2 ลักษณะหน้าจอแสดงผลมีการแสดงแบบไล่ระดับสีไม่น้อยกว่า 256 สี
- 1.3 รองรับฟังก์ชันสามารถ Zoom in/Play and pause function หรือมากกว่า
- 1.4 มีฟังก์ชัน Trigger ที่หลากหลาย
- 1.5 มีการแสดงผลแบบ โหมด X-Y หรือมากกว่า
- 1.6 รองรับฟังก์ชันการวัดแรงดันไฟฟ้าแสดงผลแบบดิจิตอลหรือดีกว่า
- 1.7 รองรับฟังก์ชัน Data log หรือดีกว่า
- 1.8 มีฟังก์ชันภายในเครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ Digital filter
- 1.9 สามารถเลือกการวัดพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 36 รายการ
- 1.10 มีซอฟต์แวร์รองรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และแสดง Wave form
- 1.11 มีหน้าจอแสดงผลขนาด 7 นิ้ว แบบ TFT WVGA color display หรือดีกว่า
- 1.12 มีความละเอียดของหน้าจอไม่น้อยกว่า 800 horizontal x 480 vertical pixels (WVGA)

## 2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 2.1 มีช่องรับสัญญาณทางไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.2 Bandwidth : DC~100MHz(-3dB)
- 2.3 Bandwidth limit : 20 MHz
- 2.5 Input coupling : AC, DC, GND
- 2.4 Input impedance :  $1\text{ M}\Omega//16\text{ pF}$
- 2.5 Maximum Input voltage : 300 Vrms, CAT I
- 2.6 รองรับการประมวลผลสัญญาณรูปคลื่น : +, -, x, FFT, FFTrms หรือมากกว่า



2.7 Trigger Type : Edge, Pulse Width, Video, Pulse Runt, Rise&Fall, Timeout, Alternate, Event - Delay(1~65535), Time-Delayหรือมากกว่า

2.8 External trigger

2.8.1 Range :  $\pm 15$  V หรือมากกว่า

2.8.2 Input Impedance :  $1\text{ M}\Omega \pm 3\% \sim 16\text{pF}$

2.9 Automatics Measurement : 36 sets หรือมากกว่า

2.10 Interface

2.10.1 USB Port : USB 2.0 High-speed host port x 1,  
USB High-speed 2.0 device port x 1

2.11 ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ : 100~240 V, 50 Hz ~ 60 Hz, Auto Selection หรือดีกว่า

### 3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 3.1 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 3.2 สาย Power cord จำนวน 1 เส้น
- 3.3 Pass probe 100 MHz จำนวน 1 ชุด
- 3.4 มีการสอนการใช้งาน
- 3.5 รับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลา 1 ปี

#### 4.1.16 เครื่องเชื่อมไฟเบอร์ออปติก

จำนวน 2 เครื่อง

- เวลาเชื่อมต่อ ไม่น้อยกว่า 6s
- เวลาทำความร้อน ไม่น้อยกว่า 15S
- โหมดความร้อน ระบบทำความร้อนอัตโนมัติ (Preheating)
- โหมดไฟกัส ไม่น้อยกว่า หกมอเตอร์ไฟกัสอัตโนมัติ
- เส้นใยที่ใช้ได้ ไม่น้อยกว่า SM (g.652 & g.657), mm (g.651), DS (g.657), nzds (g.655)
- การสูญเสียประกบ ไม่น้อยกว่า 0.025db (SM), 0.01db (mm.) 0.04db (DS/nzds)
- เทคโนโลยีการควบคุมแบบเรียลไทม์และการสอบเทียบของฟิวชั่นอาร์ค
- การสูญเสียกลับ ดีกว่า 60dB
- เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย เส้นผ่าศูนย์กลางหุ้ม ไม่น้อยกว่า 80-150 $\mu\text{m}$  เส้นผ่าศูนย์กลางการเคลือบผิว: 100-1000 $\mu\text{m}$
- ไฟเบอร์ตัดความยาว เคลือบน้อยกว่า 250 $\mu\text{m}$ : 8-16mm เคลือบน้อยกว่า 250-1000 $\mu\text{m}$ : 16mm
- ความยาวการอัปเดตซอฟต์แวร์อัปเดตโดยอัตโนมัติอัปเดตโดยคีย์
- เวลาบูต ไม่น้อยกว่า 1วินาที

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

## 5. คุณลักษณะอื่นๆ

5.1. ผู้เสนอราคาต้องจัดให้มีการอบรมเตรียมความพร้อมให้กับอาจารย์อย่างน้อย 5 ท่าน ในการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

## 6. กำหนดการส่งมอบพัสดุ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมดภายในระยะเวลา 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

## 7. สถานที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบมอบครุภัณฑ์ ณ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ C3 มทร.ล้านนา ตำบลป่าป้อ อำเภอดอยสะเก็ด การส่งมอบครุภัณฑ์จะต้องดำเนินการติดตั้งให้เรียบร้อยและพร้อมใช้งานได้

## 8. วงเงินในการจัดซื้อ

เงินงบประมาณโครงการ วงเงิน 2,500,000 บาท (สองล้านห้าแสนบาทถ้วน)

ราคากลาง วงเงิน 2,500,000 บาท (สองล้านห้าแสนบาทถ้วน)

## 9. การรับประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องของสิ่งของเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้อง ผู้เสนอราคาจะต้องซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดังเดิม ภายใน 30 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

## 10. เงื่อนไขการชำระเงิน

มหาวิทยาลัยฯ จะชำระเงินค่าสิ่งของให้แก่ผู้ขาย เมื่อมหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบสิ่งของไว้โดยครบถ้วนแล้ว

## 11. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัยฯ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

## 12. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

1. ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ จะพิจารณาตัดสินโดยในเกณฑ์ราคา (ใช้ราคาต่ำสุด)

## คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน

(ลงชื่อ)



(รศ.อุเทน คำน่าน)

(ลงชื่อ)

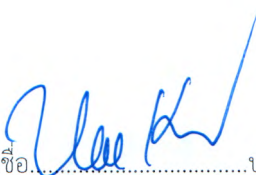


(นายสาคร ปันตา)

(ลงชื่อ)



(ผศ.วรจักร เมืองใจ)



ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

