

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ **ชุดฝึกปฏิบัติการวัดและทดสอบพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (ครั้งที่ 3)**
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. งบประมาณ 1,990,000 บาท
4. คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกปฏิบัติการทดสอบพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด
ประกอบด้วย

1.1 เครื่องวัดไฟฟ้า แคลมป์มิเตอร์	จำนวน 10 เครื่อง	วงเงิน 264,000.00 บาท
1.2 เครื่องวัดไฟฟ้า ดิจิทัลมัลติมิเตอร์	จำนวน 15 เครื่อง	วงเงิน 323,779.95 บาท
1.3 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส	จำนวน 1 เครื่อง	วงเงิน 159,000.00 บาท
1.4 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 3 เฟส	จำนวน 1 เครื่อง	วงเงิน 265,000.00 บาท
1.5 เครื่องวัดไฟฟ้า แคลมป์วัดกราวด์ลูปของดิน	จำนวน 1 เครื่อง	วงเงิน 87,050.00 บาท
1.6 เครื่องวัดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์	จำนวน 1 เครื่อง	วงเงิน 127,000.00 บาท
1.7 เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 12 เครื่อง	วงเงิน 192,000.00 บาท
1.8 หัวโพรบวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 500 กิโลเฮิรตซ์	จำนวน 2 เครื่อง	วงเงิน 107,840.00 บาท
1.9 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 220/220 โวลต์ 5แอมป์ 1.1 กิโลโวลต์แอมป์	จำนวน 10 เครื่อง	วงเงิน 68,000.00 บาท
1.10 โตะคอมพิวเตอร์ ขนาด 50 x 80 เซนติเมตร	จำนวน 27 ตัว	วงเงิน 86,130.00 บาท
1.11 แก้วสำหรับโตะคอมพิวเตอร์	จำนวน 55 ตัว	วงเงิน 105,600.00 บาท
1.12 มัลติมิเตอร์	จำนวน 10 เครื่อง	วงเงิน 20,000.00 บาท
1.13 ชุดจำลองการควบคุมวาล์วแบบสัดส่วนไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน 184,600.05 บาท

2. รายละเอียดทั่วไป ประกอบด้วย

- 2.1 เครื่องวัดไฟฟ้า แคลมป์มิเตอร์ จำนวน 10 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

- 2.1.1 เป็น AC/DC CLAMP ที่ตอบสนองการวัดแบบ True RMS
- 2.1.2 แสดงค่าการวัดแบบดิจิทัล
- 2.1.3 มีฟังก์ชัน MAX /MIN, HOLD สำหรับค้างค่าการวัด และ BACKLIGHT หน้าจอ
- 2.1.4 สามารถวัดอุณหภูมิและค่าความเก็บประจุได้
- 2.1.5 ความปลอดภัย CAT III 600V, CAT IV 300V หรือดีกว่า

2.1.6 การวัดกระแสสลับ

2.1.6.1 ช่วงการวัด : 40.00 A/400.0 A หรือดีกว่า

2.1.6.2 ความละเอียด : 0.01 A หรือดีกว่า

2.1.6.3 ความแม่นยำ : $\pm 2\% \pm 5$ หลัก หรือดีกว่า

2.1.7 การวัดกระแสตรง

2.1.7.1 ช่วงการวัด : 40.00 A/400.0 A

2.1.7.2 ความละเอียด : 0.01 A

2.1.7.3 ความแม่นยำ : $\pm 2\% \pm 5$ หลัก หรือดีกว่า

2.1.8 การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

2.1.8.1 ช่วงการวัด : 600 V หรือสูงกว่า

2.1.8.2 ความละเอียด : 0.1 V หรือละเอียดกว่า

2.1.8.3 ความแม่นยำ : $\pm 1.5\% \pm 5$ หลัก หรือดีกว่า

2.1.9 การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.9.1 ช่วงการวัด : 600 V หรือสูงกว่า

2.1.9.2 ความละเอียด : 0.1 V หรือละเอียดกว่า

2.1.9.3 ความแม่นยำ : $\pm 1\% \pm 5$ หลัก หรือดีกว่า

2.1.10 การวัดความต้านทาน

2.1.10.1 ช่วงการวัด : 400.0 Ω /4000 Ω /40 k Ω หรือดีกว่า

2.1.10.2 ความละเอียด : 0.1 Ω หรือละเอียดกว่า

2.1.10.3 ความแม่นยำ : $\pm 1\% \pm 5$ หลัก หรือดีกว่า

2.1.11 การวัดความถี่

2.1.11.1 ช่วงการวัด : 5.0 Hz ถึง 500Hz

2.1.11.2 ความละเอียด : 0.1 Hz หรือละเอียดกว่า

2.1.12 อุปกรณ์ประกอบ

2.1.12.1 ชุดสายวัด 1 คู่

2.1.12.2 สายวัดอุณหภูมิ 1 เส้น

2.1.12.3 กระเป๋าคอมพิวเตอร์ 1 ใบ

2.1.12.4 หนังสือคู่มือใช้งาน 1 เล่ม

2.1.13 การรับประกัน 1 ปี หรือมากกว่า

2.2 เครื่องวัดไฟฟ้า ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ จำนวน 15 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.2.1 สามารถวัดแรงดันสลับและกระแสสลับเป็นแบบ TRUE-RMS

2.2.2 มีวงจรปิดเครื่องอัตโนมัติโดยเครื่องจะปิดเองเมื่อไม่มีการใช้งาน

2.2.3 มีไฟที่หน้าปัดใช้งานในที่มืด

- 2.2.4 จอแสดงผลแบบดิจิตอล 6,000 จำนวนนับ อัปเดต 4 ครั้ง/วินาที
- 2.2.5 สามารถบันทึกค่าต่ำสุดและสูงสุด
- 2.2.6 มีมาตรฐานระดับความปลอดภัย CATIII 600 V หรือดีกว่า
- 2.2.7 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 - 2.2.7.1 แรงดันสูงสุด : 600V หรือสูงกว่า
 - 2.2.7.2 ความแม่นยำ : $\pm 0.5\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.7.3 ความละเอียดสูงสุด : 0.1 mV หรือละเอียดกว่า
- 2.2.8 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (45 Hz to 500 Hz)
 - 2.2.8.1 แรงดันสูงสุด : 600V หรือสูงกว่า
 - 2.2.8.2 ความแม่นยำ : $\pm 1.0\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.8.3 ความละเอียดสูงสุด : 0.1 mV หรือละเอียดกว่า
- 2.2.9 กระแสสลับ (45 Hz to 500 Hz)
 - 2.2.9.1 กระแสสูงสุด : 10A (20 A for 30 seconds maximum) หรือสูงกว่า
 - 2.2.9.2 ความแม่นยำ : $\pm 1.5\%$ True RMS
 - 2.2.9.3 ความละเอียดสูงสุด : 0.001 A หรือละเอียดกว่า
- 2.2.10 กระแสตรง
 - 2.2.10.1 กระแสสูงสุด : 10A (20 A for 30 seconds maximum) หรือสูงกว่า
 - 2.2.10.2 ความแม่นยำ : $\pm 1.0\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.10.3 ความละเอียดสูงสุด : 0.001 A หรือละเอียดกว่า
- 2.2.11 ความต้านทาน
 - 2.2.11.1 ค่าความต้านสูงสุด : $40\text{ M}\Omega$ หรือสูงกว่า
 - 2.2.11.2 ความแม่นยำ : $\pm 0.9\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.11.3 ความละเอียดสูงสุด : $0.1\ \Omega$ หรือละเอียดกว่า
- 2.2.12 การทดสอบตัวเก็บประจุ
 - 2.2.12.1 ค่าตัวเก็บประจุสูงสุด : 9,999 μF หรือสูงกว่า
 - 2.2.12.2 ความแม่นยำ : $\pm 1.9\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.12.3 ความละเอียดสูงสุด : 1 nF หรือละเอียดกว่า
- 2.2.13 ความถี่
 - 2.2.13.1 ความถี่สูงสุด : 50 kHz หรือสูงกว่า
 - 2.2.13.2 ความแม่นยำ : $\pm 0.1\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.13.3 ความละเอียดสูงสุด : 0.01 Hz หรือละเอียดกว่า
- 2.2.14 การทดสอบไดโอด
 - 2.2.14.1 ช่วงการวัด : 2 V หรือดีกว่า
 - 2.2.14.2 ความละเอียด : 0.001V หรือละเอียดกว่า
 - 2.2.14.3 ความแม่นยำ : $\pm 0.9\%$ หรือดีกว่า

2.2.15 อุปกรณ์ประกอบ

- 2.2.15.1 เคสยางติดกับตัวเครื่อง 1 ชุด
- 2.2.15.2 สายทดสอบ 1 ชุด
- 2.2.15.3 แบตเตอรี่อยู่ในตัวเครื่อง 1 ชุด
- 2.2.15.4 หนังสือประกอบการใช้งาน 1 เล่ม

2.2.16 การรับประกัน 1 ปี หรือมากกว่า

2.3 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 1 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

- 2.3.1 เป็นเครื่องแสดงรูปสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope) เครื่องอ่านค่าปริมาณทางไฟฟ้า (Digital Multimeter) ค่าพลังงานไฟฟ้า (W, VA, VAR, PF, DPF, Hz) ค่าฮาร์มอนิกได้ 51 ตำแหน่ง และการทดสอบคุณภาพของบัส ในเครื่องเดียว
- 2.3.2 เป็นแบบมือถือ มีขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการปฏิบัติงานนอกสถานที่
- 2.3.3 สามารถทำงานได้กับทั้งแบตเตอรี่ และไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- 2.3.4 มีชุดซอฟต์แวร์สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้พร้อมอุปกรณ์ต่อเชื่อม
- 2.3.5 มีเทคโนโลยี IntellaSet™ ปรับค่าที่อ่านเป็นตัวเลขตามสัญญาณที่วัดโดยอัตโนมัติ
- 2.3.6 มี Wi-Fi เพื่อถ่ายโอนข้อมูลแบบไร้สายไป แลปท็อป หรือ มือถือ (Fluke Connect)
- 2.3.7 มีมาตรฐานความปลอดภัยในระดับ CAT IV 600 V และ IP 51
- 2.3.8 ภาคอสซิลโลสโคป แนวตั้ง
 - 2.3.8.1 แบนด์วิดท์ : 40MHz
 - 2.3.8.2 เวลาขาขึ้น : 8.75nS
 - 2.3.8.3 อินพุต : 2
 - 2.3.8.4 อินพุตคัปเปิล : AC, DC
 - 2.3.8.5 ความไว : 5mV to 200V/div
 - 2.3.8.6 ความต้านทาน (Input Impedance) : 1Mohm
- 2.3.9 ภาคอสซิลโลสโคป แนวนอน
 - 2.3.9.1 แบบเดี่ยว (real time) : 1us to 5s/div
 - 2.3.9.2 การสุมตัวอย่างเทียบเท่า : 10nS/div to 500ns/div
 - 2.3.9.3 แบบโรล (real time) : 1s to 60s/div
- 2.3.10 จอแสดงผล
 - 2.3.10.1 โหมดแสดงผล : ปกติ, ราบรื่น, ปิดจุดบกพร่อง, ซิดจำกัด
 - 2.3.10.2 โหมดแสดงผล : ตั้งค่าอัตโนมัติ (Connect-and-View)

2.3.11 การวัด

2.3.11.1 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (VDC) : 500 mv, 5v, 50v, 500v, 750v

2.3.11.2 ความแม่นยำ : +/- (0.5%+5 count)

2.3.11.3 อ่านค่าเต็มสเกล : 5000 counts

2.3.11.4 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (VAC) : 500 mv, 5v, 50v, 500v, 750v

2.3.11.5 ความแม่นยำ : +/- (1%+10 count) DC to 60Hz,

2.3.11.6 อ่านค่าเต็มสเกล : 5000 counts

2.3.11.7 ช่วงความถี่ : 15 Hz (1Hz) to 40MHz

2.3.11.8 ความแม่นยำ : +/- (0.5%+2 counts) 1Hz to 1MHz,

2.3.11.9 อ่านเต็มสเกล : 10000 counts

2.3.12 ความต้านทาน

2.3.12.1 ช่วงการวัด : 50 Ω , 500 Ω , 5K Ω , 50K Ω , 500K Ω , 5M Ω , 30M Ω

2.3.12.2 อ่านเต็มสเกล : 50 Ω to 5M Ω - 5,000 Counts

2.3.13 ตัวเก็บประจุ

2.3.13.1 ช่วงการวัด : 50nF, 500nF, 5uF, 50uF, 500uF

2.3.13.2 อ่านเต็มสเกล : 5,000 Counts

2.3.13.3 ทดสอบไดโอด : 0.5mA Up to 2.8V

2.3.14 คุณภาพไฟฟ้า

2.3.14.1 การอ่าน : Watt, VA, VAR, PF, DPF, Hz

2.3.14.2 วัด, VA, VAR range (auto) : 250W to 250MW, 625MW, 1.56GW

2.3.15 การทดสอบคุณภาพของบัส

2.3.15.1 ประเภทบัสและแหล่งอ้างอิง AS-i (NEN-EN50295)

2.3.16 มาตรฐาน

2.3.16.1 มาตรฐาน : CAN-bus (ISO-11898)

2.3.16.2 มาตรฐาน : Interbus S (RS-422 EIA-422)

2.3.16.3 มาตรฐาน : Modbus (RS-232 EIA-232 RS-485 EIA-485)

2.3.16.4 มาตรฐาน : Foundation Fieldbus (H1 61158 type 1, 31.25 kb/s)

2.3.16.5 มาตรฐาน : Profibus (DP EIA-485) and PA 61158 type 1)

2.3.16.6 มาตรฐาน : RS-232 (EIA-232)

2.3.16.7 มาตรฐาน : RS-485 (EIA-485)

2.3.17 จอแสดงผล

2.3.17.1 จอแสดงผล : 5.7-inch color active matrix TFT

2.3.17.2 จอแสดงผล : 640 x 480 pixels

2.3.18 หน่วยความจำ : 20 ชุด สำหรับค่า Setup และสำหรับภาพหน้าจอ

2.3.19 ชนิดแบตเตอรี่ : Rechargeable Li-Ion

2.3.20 อุปกรณ์ประกอบ

2.3.20.1 สายสโคป (พร้อมปลายเปลี่ยน) 1 ชุด

2.3.20.2 สายวัดกระแส (Clamp) I-410S 1 ชุด

2.3.20.3 สายทดสอบ 1 ชุด

2.3.20.4 โปรแกรมและสายเคเบิลอินเตอร์เฟซ 1 ชุด

2.3.20.5 กระเป๋าใส่เครื่อง 1 ชุด

2.3.20.6 อุปกรณ์สายชาร์จ 1 ชุด

2.3.20.7 คู่มือการใช้งาน 1 ชุด

2.4 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 1 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.4.1 เป็นเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ฮาร์มอนิก แบบมือถือโหมดเคลื่อนย้าย
เครื่องมือตรวจวัดไปยังจุดที่ต้องการวัดได้อย่างสะดวก และทำการวัดหรือบันทึกที่สามารถ
ใช้แรงดันไฟเลี้ยงจากจุดวัดได้เลย

2.4.2 สามารถบันทึกค่าทางไฟฟ้าได้สูงสุด 500 พารามิเตอร์ไปพร้อม ๆ กัน รองรับการใช้งาน
ด้าน Application บน อุปกรณ์สื่อสารมือถือหรือ TABLET

2.4.3 หน้าจอสัมผัส ขนาดไม่น้อยกว่า 4.3 นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า 480 X 272 Pixel

2.4.4 วัดแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1000V จำนวน 4 ช่องสัญญาณความละเอียดไม่เกิน
0.1V ความถูกต้องไม่เกิน $\pm 0.2\% + 0.01\%$

2.4.5 วัดแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1500V (ขึ้นอยู่กับ Clamp) จำนวน 4 ช่องสัญญาณ
ความละเอียดไม่เกิน 0.1A ความถูกต้องไม่เกิน $\pm 1\% + 0.03$

2.4.6 วัดความถี่ในช่วงไม่น้อยกว่า 42.5Hz ถึง 69Hz ความละเอียดไม่เกิน 0.01Hz ความ
ถูกต้องไม่เกิน $\pm 0.1\%$

2.4.7 วัดค่า THD ของแรงดันและกระแสสูงสุดไม่น้อยกว่า 1000% ความละเอียดไม่เกิน 0.1%
ความถูกต้องไม่เกิน ± 0.5

2.4.8 วัดค่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า Active Realtime, Apparent ความแม่นยำไม่เกิน
 $\pm 1.2\%$

2.4.9 วัดค่าตัวประกอบกำลัง PF และ DPF ความแม่นยำไม่เกิน ± 0.025

2.4.10 รองรับการตรวจวัดในวงจร 1 เฟส และ 3 เฟส และ Delta

2.4.11 มาตรฐาน

2.4.11.1 : IEC61000-4-7 IEEE519

2.4.11.2 : EM50160

2.4.11.3 : IEC61000-4-30 Class S

2.4.12 มีมาตรฐานระดับความปลอดภัย

2.4.12.1 IEC61010-1

2.4.12.2 CAT IV 600V

2.4.12.3 CAT IV 1000V

2.4.13 อุปกรณ์ประกอบใน 1 ชุด

2.4.13.1 สายวัดแรงดันพร้อมปากคีบ จำนวน 4 ชุด

2.4.13.2 Clamp สำหรับตรวจวัดกระแสขนาด 1500A จำนวน 4 ชุด

2.4.13.3 Software สำหรับทำรายงานผลทดสอบ

2.4.13.4 สาย Power Cord

2.4.13.5 กระเป๋าใส่เครื่องมือ

2.4.14 รับประกัน 1 ปี หรือมากกว่า

2.5 เครื่องวัดไฟฟ้า แคลมป์วัดกราวด์ลูปของดิน จำนวน 1 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.5.1 แคลมป์มิเตอร์วัดกราวด์ลูปของดิน สำหรับวัดความต้านทานดินโดยใช้วิธีทดสอบแบบไม่ต้องปักแท่งโลหะ ทดสอบกราวด์และมีระบบเชื่อมต่อแบบไร้สาย โดยสามารถแสดงผลค่าที่อ่านบนโทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต

2.5.2 ขนาดปากแคลมป์ 40 mm (1.57 in)

2.5.3 วัดความต้านทานกราวด์ได้จาก 0.025 ถึง 1500 Ω

2.5.4 วัดกระแสรั่วไหลได้จาก 0.2 mA ถึง 399.9 mA

2.5.5 วัดกระแสได้จาก 0.400 A ถึง 39.99 A

2.5.6 สามารถบันทึกข้อมูลได้ถึง 32,760

2.5.7 ทดสอบตัวเองอัตโนมัติ

2.5.8 ข้อกำหนดทางเทคนิค Ground Loop Resistance (Autorange)

2.5.8.1 ช่วงการวัด 0.025 – 0.249 Ω Accuracy 1.5% ของการอ่าน + 0.02 Ω

2.5.8.2 ช่วงการวัด 0.250 – 0.999 Ω Accuracy 1.5% ของการอ่าน + 0.05 Ω

2.5.8.3 ช่วงการวัด 1.000 – 9.999 Ω Accuracy 1.5% ของการอ่าน + 0.10 Ω

2.5.8.4 ช่วงการวัด 10.00 – 49.99 Ω Accuracy 1.5% ของการอ่าน + 0.30 Ω

2.5.8.5 ช่วงการวัด 50.00 – 99.99 Ω Accuracy 1.5% ของการอ่าน + 0.50 Ω

2.5.8.6 ช่วงการวัด 100.0 – 199.9 Ω Accuracy 3.0% ของการอ่าน + 1.0 Ω

2.5.8.7 ช่วงการวัด 200.0 – 399.9 Ω Accuracy 5.0% ของการอ่าน + 5.0 Ω

2.5.8.8 ช่วงการวัด 400 – 599 Ω Accuracy 10.0% ของการอ่าน + 10 Ω

2.5.8.9 ช่วงการวัด 600 – 1500 Ω Accuracy 20%

2.5.9 ข้อกำหนดทางเทคนิค Ground/leakage current mA~, Current A~

2.5.9.1 ช่วงการวัด 0.200 – 3.999 mA ความละเอียด 1 μ A Accuracy $\pm 2.0\%$ ของการอ่าน ± 0.05 mA

2.5.9.2 ช่วงการวัด 4.00 – 39.99 mA ความละเอียด 10 μ A Accuracy $\pm 2.0\%$ ของการอ่าน ± 0.03 mA

2.5.9.3 ช่วงการวัด 40.0 – 399.9 mA ความละเอียด 100 μ A Accuracy $\pm 2.0\%$ ของการอ่าน ± 0.3 mA

2.5.9.4 ช่วงการวัด 0.400 – 3.999 A ความละเอียด 1 mA Accuracy $\pm 2.0\%$ ของการอ่าน ± 0.003 A

2.5.9.5 ช่วงการวัด 4.00 – 39.99 A ความละเอียด 10 mA Accuracy $\pm 2.0\%$ ของการอ่าน ± 0.030 A

2.5.10 อุปกรณ์ประกอบ

2.5.10.1 กระเป๋าแข็ง 1 ชุด

2.5.10.2 อุปกรณ์ตรวจสอบความต้านทานลูป 1 ชุด

2.5.10.3 คู่มือการใช้งาน 1 ชุด

2.5.11 รับประกัน 1 ปี หรือมากกว่า

2.6 เครื่องวัดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.6.1 สามารถทดสอบความปลอดภัยในขณะติดตั้งระบบและทดสอบในงานซ่อมบำรุงระบบแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ตามมาตรฐาน IEC62446 Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection ได้หรือดีกว่า

2.6.2 คุณสมบัติของเครื่องวิเคราะห์ทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้า Earth Continuity

2.6.2.1 Display range 0.00 to 199 Ω หรือดีกว่า

2.6.2.2 Measurement range 0.01 to 199 Ω หรือดีกว่า

2.6.2.3 Accuracy $\pm 3\%$ หรือดีกว่า

2.6.2.4 Resolution 0.01 Ω หรือดีกว่า

2.6.2.5 การทดสอบตามมาตรฐาน IEC61557-4 หรือดีกว่า

- 2.6.3 คุณสมบัติของเครื่องวิเคราะห์ทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้า Insulation
 - 2.6.3.1 Voltage 250 Vdc, 500 Vdc, 1000 Vdc ตามมาตรฐาน IEC61557-2 หรือดีกว่า
 - 2.6.3.2 Display range 1 MΩ to 199 MΩ หรือดีกว่า
 - 2.6.3.3 Measurement range 1 MΩ to 199 MΩ หรือดีกว่า
 - 2.6.3.4 Resolution 0.01 MΩ หรือดีกว่า
 - 2.6.3.5 Accuracy $\pm 10\%$ หรือดีกว่า
 - 2.6.3.6 การทดสอบตามมาตรฐาน IEC61557-2 หรือดีกว่า
- 2.6.4 Vo/c Voltage Measurement (via PV test leads)
 - 2.6.4.1 Display range 0.0V to 1000 VDC หรือดีกว่า
 - 2.6.4.2 Measurement range 5.0 V to 1000 VDC หรือดีกว่า
 - 2.6.4.3 Resolution 0.1 V หรือดีกว่า
 - 2.6.4.4 Accuracy $\pm 1\%$ หรือดีกว่า
- 2.6.5 Is/c Current Measurement (via PV test leads)
 - 2.6.5.1 Display range 0.0 A to 15.0 ADC หรือดีกว่า
 - 2.6.5.2 Measurement range 0.5 A to 15.0 ADC หรือดีกว่า
 - 2.6.5.3 Resolution 0.01 A หรือดีกว่า
 - 2.6.5.4 Accuracy $\pm 1\%$ หรือดีกว่า
- 2.6.6 Operating Current Measurement (via AC/DC current clamp)
 - 2.6.6.1 Display range 0.0A to 40.0 A หรือดีกว่า
 - 2.6.6.2 Measurement range 0.5 A to 40.0 A หรือดีกว่า
 - 2.6.6.3 Resolution 0.1 A หรือดีกว่า
- 2.6.7 DC Power
 - 2.6.7.1 Display range 0.0 W to 40.0 kW หรือดีกว่า
 - 2.6.7.2 Measurement range 0.1 kW to 40.0 kW หรือดีกว่า
 - 2.6.7.3 Resolution 0.01 kW หรือดีกว่า
 - 2.6.7.4 Accuracy $\pm 5\%$ หรือดีกว่า
- 2.6.8 จอแสดงผลแบบ LCD หรือดีกว่า
- 2.6.9 สามารถบันทึกค่าผลการทดสอบในตัวเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 199 ค่า และสามารถเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ หรือดีกว่า
- 2.6.10 ตัวเครื่องสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และสามารถถ่ายโอนข้อมูลได้ หรือดีกว่า
- 2.6.11 มีโปรแกรมสำหรับรองรับการถ่ายโอนข้อมูลและทำรายงานผลการทดสอบ โดยมีแบบฟอร์มมาตรฐาน ของผู้ผลิตที่พร้อมใช้งาน หรือดีกว่า

- 2.6.11.1 Check list
- 2.6.11.2 Inspection report
- 2.6.11.3 PV array test report
- 2.6.11.4 Verification certificate
- 2.6.11.5 เครื่องทดสอบสามารถใช้งานในภาคสนามด้วยBattery หรือดีกว่า
- 2.6.11.6 เครื่องทดสอบน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก ตัวเครื่องน้ำหนักไม่เกิน 1.5 กิโลกรัม
- 2.6.11.7 มีกระเป๋าหรือกล่องใส่เครื่องมือพร้อมใช้งานในภาคสนาม
- 2.6.12 เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น หรือดีกว่า
- 2.6.13 เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์และค่าอื่น ๆ
 - 2.6.13.1 ค่าพลังงานแสง
 - 2.6.13.2 Range 100 to 1250 W/m² หรือดีกว่า
 - 2.6.13.3 Resolution 1 W/m² หรือดีกว่า
 - 2.6.13.4 ค่าอุณหภูมิ
 - 2.6.13.5 Range -30 to 125°C หรือดีกว่า
 - 2.6.13.6 Resolution 1°C หรือดีกว่า
 - 2.6.13.7 ค่า compass bearing
 - 2.6.13.8 Range 0 to 360° หรือดีกว่า
 - 2.6.13.9 Resolution 1° หรือดีกว่า
 - 2.6.13.10 ค่า inclinometer
 - 2.6.13.11 Range 0 to 90° หรือดีกว่า
 - 2.6.13.12 Resolution 1° หรือดีกว่า
- 2.6.14 ข้อมูลทั่วไป
 - 2.6.14.1 จอแสดงผลแบบ LCD หรือดีกว่า
 - 2.6.14.2 Interface แบบ หรือ USB หรือแบบ wireless กับตัวเครื่องทดสอบได้ในระยะไม่เกิน 100 เมตรหรือดีกว่า
 - 2.6.14.3 สามารถใช้งานในภาคสนามด้วย Battery หรือดีกว่า
 - 2.6.14.4 สามารถบันทึกค่าในตัวเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 5000 ค่า หรือดีกว่า
- 2.6.15 อุปกรณ์ประกอบ
 - 2.6.15.1 คู่มือการใช้งานจำนวน 1 เล่ม
 - 2.6.15.2 สาย test lead (Black, Red) จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.15.3 สาย test lead MC4 (Black, Red) จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.15.4 AC/DC current clamp sensor จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.15.5 Soft carry case จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.15.6 Support CD Rom จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.15.7 Software จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.15.8 Calibration certificate จำนวน 1 ชุด

2.7 เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 12 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

- 2.7.1 หน้าจอแสดงผลแบบ LED display
- 2.7.2 หน้าจอแสดงผลพร้อมกันทั้งแรงดันและกระแสทั้งสองช่องเอาต์พุต
- 2.7.3 ตัวเครื่องเป็นแบบแหล่งจ่าย 3 เอาต์พุต
- 2.7.4 ตัวเครื่องมีปุ่มกดเพื่อเชื่อมต่ออนุกรมและขนานเอาต์พุตทั้งสองช่องได้โดยไม่ต้องต่อสายจากภายนอก
- 2.7.5 มีปุ่ม Locking key เพื่อป้องกันการกดใช้งานปุ่มต่าง ๆ
- 2.7.6 มีปุ่ม ON/FF แรงดันเอาต์พุตก่อนจ่ายโหลดโดยสามารถกำหนดแยกแต่ละช่องหรือพร้อมกันทุกช่องได้
- 2.7.7 ต้องเครื่องต้องรองรับ SCPI remote command
- 2.7.8 ตัวเครื่องต้องมีพัดลมระบายความร้อนและต้องมีระบบควบคุมอุณหภูมิ
- 2.7.9 สามารถบันทึกและเรียกค่าที่กำหนดไว้ได้อย่างน้อย 5 ค่า
- 2.7.10 Output DC Voltage
 - 2.7.10.1 : 0 - 32V x 2 channel
 - 2.7.10.2 : 2.5V/3.3V/5.0V x 1 channel หรือดีกว่า
- 2.7.11 Output DC Current
 - 2.7.11.1 : 0 – 3.2A x 2 channel
 - 2.7.11.2 : 0 – 3A x 1 channel หรือดีกว่า
- 2.7.12 Max output power
 - 2.7.12.1 : 218W หรือมากกว่า
- 2.7.13 Min voltage/current resolution
 - 2.7.13.1 : 10mV / 10mA
- 2.7.14 Ripple Noise
 - 2.7.14.1 : $\leq 1\text{mVrms}$ (5Hz – 1MHz)
- 2.7.15 Recovery time
 - 2.7.15.1 : $< 50\mu\text{s}$ (50% load change, Minimum load 0.5 A)
- 2.7.16 Standard interface
 - 2.7.16.1 : USB Device
- 2.7.17 Voltage/Current display digits
 - 2.7.17.1 : 4 digits voltage and 3 digits current display
- 2.7.18 Dimension
 - 2.7.18.1 : 225mm x 136mm x 275mm
- 2.7.19 Mains voltage
 - 2.7.19.1 : 220VAC +/-10%, 50Hz

2.7.20 อุปกรณ์ประกอบ

2.7.20.1 สายไฟฟ้าเข้าเครื่อง(AC power cords)	จำนวน 1 เส้น
2.7.20.2 สายเชื่อมต่อ USB	จำนวน 1 เส้น
2.7.20.3 โปรแกรมประมวลผลบนคอมพิวเตอร์	จำนวน 1 แผ่น

2.8 หัวโพรบวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 500 กิโลเฮิรซ์ จำนวน 2 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

- 2.8.1 เป็นโพรบวัดกระแสสูงถึง $\pm 50\text{ADC}$
- 2.8.2 ตัวเครื่องมีความไวในการวัดกระแส $\geq 5\text{mA}$
- 2.8.3 ตอบสนองย่านความถี่ในช่วง DC ถึง 500KHz
- 2.8.4 ตัวเครื่องต้องมีย่านวัด : ย่านวัด : ย่าน 20mV/A และ ย่าน 200mV/A
- 2.8.5 สายโพรบสามารถแยกจากตัวเครื่องได้เพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา
- 2.8.6 หัวโพรบสามารถวัดสายไฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 มม.
- 2.8.7 ตัวเครื่องต้องสามารถแจ้งเตือนเมื่อเกินย่านการวัด
- 2.8.8 ตัวเครื่องต้องรองรับการใช้งานด้วยแบตเตอรี่และหม้อแปลงไฟฟ้า
- 2.8.9 ตัวเครื่องต้องผ่านมาตรฐาน
 - 2.8.9.1 EN61010-1/A2:1995
 - 2.8.9.2 EN61010-2-032:1995,
 - 2.8.9.3 IEC61010-1/A2:1995
- 2.8.10 DC Accuracy Typical
 - 2.8.10.1 $\pm 3\%$: $30\text{mA} - 5\text{A peak @ } 200\text{mV/A}$
 - 2.8.10.2 $\pm 4\%$: $300\text{mA} - 20\text{A peak @ } 20\text{mV/A}$
 - 2.8.10.3 $\pm 15\%$: $20\text{A} - 50\text{A peak}$
- 2.8.11 Max. Working Voltage
 - 2.8.11.1 : 300V CAT III
- 2.8.12 Max. Floating Voltage
 - 2.8.12.1 : 600V CAT II
- 2.8.13 Frequency Range
 - 2.8.13.1 : $\text{DC} - 500\text{kHz}(-3\text{dB})$
- 2.8.14 Rise Time
 - 2.8.14.1 : $0.7\mu\text{S}$
- 2.8.15 อุปกรณ์ประกอบ
 - 2.8.15.1 สายเชื่อมต่อ BNC to BNC , ความยาว 1 เมตร จำนวน 1 เส้น
 - 2.8.15.2 ตัวแปลงหัว BNC to BANANA สำหรับใช้ต่อกับมัลติมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
 - 2.8.15.3 หม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 1 อัน

2.9 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 220/220 โวลต์ จำนวน 10 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.9.1 ขนาดของเครื่องไม่น้อยกว่า W 191 มม. D 220 มม. H 175 มม

2.9.2 น้ำหนักของเครื่องไม่เกิน 20 กิโลกรัม

2.9.3 สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1.1 kVA

2.10 โตะคอมพิวเตอร์ จำนวน 27 ตัว

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.10.1 ขนาดสินค้าไม่น้อยกว่า

2.10.1.1 : มีถาดสำหรับวางคีย์บอร์ด

2.10.1.2 : ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 120 ซม. ลึก 60 ซม. สูง 75 ซม.

2.11 แก้วสำหรับโตะคอมพิวเตอร์ จำนวน 55 ตัว

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.11.1 เป็นแก้วแบบมีพนักพิง

2.11.2 ส่วนประกอบผลิตจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน

2.11.3 ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 58 ซม. ลึก 52 ซม. สูง 112 ซม.

2.12 มัลติมิเตอร์ จำนวน 10 เครื่อง

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.12.1 หาย่านวัด โอห์มที่เหมาะสม เสียบสายวัดสีแดงต่อขั้วบวก (+) สายวัดสีดำต่อขั้วลบ ใช้สายวัดทั้งสองเส้นไปวัดค่าความต้านทาน แล้วปรับย่านวัดให้เข็มชี้ใกล้กึ่งกลางสเกลมากที่สุด

2.12.2 ก่อนนำโอห์มมิเตอร์ไปใช้ทุกครั้งต้องปรับแต่งเข็มชี้ของมิเตอร์ชี้ค่าที่ 0 W ก่อน โดยแตะปลายสายวัด ดำ แดง ของมิเตอร์เข้าด้วยกันปรับแต่งปุ่มปรับ 0 W ADJ จนเข็มชี้ของมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่ง 0 W (Zero Ohms) จึงสามารถนำโอห์มมิเตอร์ไปวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทาน

2.12.3 ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์

2.12.3.1 ปุ่มปรับตำแหน่งเข็มชี้เลขศูนย์

2.12.3.2 เข็มมิเตอร์ชี้ตำแหน่งค่าที่วัดได้

2.12.3.3 หน้าปัดแสดงค่าปริมาณการวัด

2.12.3.4 สวิตช์ปรับตั้งตำแหน่งมิเตอร์

2.12.3.5 ช่องเสียบสายวัดขั้วบวก (+)

2.12.3.6 ช่องเสียบสายวัดขั้วลบ (-)

2.12.4 ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) คือ

- 2.12.4.1 0-0.1V
- 2.12.4.2 0-0.5V
- 2.12.4.3 0.25V
- 2.12.4.4 0-10V
- 2.12.4.5 0-50V
- 2.12.4.6 0-250V
- 2.12.4.7 0-1000V

2.12.5 ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) คือ

- 2.12.5.1 : 0-50 μ A
- 2.12.5.2 : 0-2.5mA
- 2.12.5.3 : 0-25mA
- 2.12.5.4 : 0-0.25A

2.12.6 ช่วงการวัดความต้านทานไฟฟ้า (Ω) คือ

- 2.12.6.1 : $\times 1\Omega$,
- 2.12.6.2 : $\times 10\Omega$,
- 2.12.6.3 : $\times 100\Omega$,
- 2.12.6.4 : $\times 1k\Omega$,
- 2.12.6.5 : $\times 10k\Omega$

2.12.7 ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) คือ

- 2.12.7.1 : 0-10V
- 2.12.7.2 : 0-50V
- 2.12.7.3 : 0-250V
- 2.12.7.4 : 0-1000V

2.13 ชุดจำลองการควบคุมวาล์วแบบสัดส่วนไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

2.13.1 ชุดต้นกำลังระบบไฮดรอลิก 1 ชุด ประกอบด้วย

- 2.13.1.1 ปัมไฮดรอลิก ขนาดไม่น้อยกว่า 1.0 cc/rev จำนวน 1 ตัว
- 2.13.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 1 แรงม้า ใช้ไป 220V หรือ 380V ได้
- 2.13.1.3 สามารถทำงานได้ที่ระดับความดันทำงานสูงสุด 100 bar
- 2.13.1.4 ถังพักน้ำมันไฮดรอลิกสามารถบรรจุได้ไม่น้อยกว่า 10 ลิตร
- 2.13.1.5 มีเกจวัดค่าความดันจำนวนย่านวัดการวัด 0-250 บาร์ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.13.1.6 มีระบบไฮดรอลิกชนิดมือโยกทำด้วยวาล์วไส้อัตราการไหล 10.6 cc/(0.65 cu.in.) per stroke หากเกิดกรณีฉุกเฉินสามารถทำงานได้

- 1) Operating Pressure: 207 bar (3000 psi)
- 2) Internal Leakage from Port 2 to the Inside of the Pump: 5 drops/minute (0.25 ml/min) maximum at 207 bar (3000 psi)
- 3) Suction Pressure: 193 mm Hg (7.6 in. Hg, 104 in. H₂O) less than atmospheric pressure
- 4) Temperature: -40° to 100°C (-40° to 212°F) with Buna seals; -26° to 204°C (-15° to 400°F) with Fluorocarbon seals
- 5) ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกวาล์วไส้อัตราการไหลชนิดมือโยกให้คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ พิจารณา
- 6) ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตโดยตรงหรือได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตและต้องแนบใบแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย ให้กับคณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ พิจารณา

2.13.2 ชุดสื่อการเรียนรู้โครงสร้างกระบอกไฮดรอลิกเพื่อใช้ในการเรียนรู้ระบบการทำงานแบบสัดส่วนที่สามารถเคลื่อนไหวการทำงานของกระบอกไฮดรอลิกและปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 90 ระดับ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 License

- (1) สามารถจำลองสภาพการทำงานเหมือนจริงของอุปกรณ์และวาล์วควบคุมในระบบไฮดรอลิกโดยจะต้องเป็นภาพโครงสร้างที่เขียนขึ้นเหมือนของจริงและแสดงการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนนั้นได้รวมถึงวงจรไฮดรอลิกที่แสดงการทำงานด้วยภาพอุปกรณ์-วาล์วควบคุมเหมือนจริงพร้อมคำอธิบายเป็นภาษาไทยผสม
- (2) สามารถบอกชื่ออุปกรณ์และชิ้นส่วนของถังชุดต้นกำลังเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษได้
- (3) สามารถแสดงค่าตารางวัดเกลียวตามมาตรฐาน
 - ASTM (BSPT) หรือ เทียบเท่า
 - JIS 30
 - DIN 24
- (4) สามารถจำลองสภาพการทำงานเหมือนจริงของปั๊มไฮดรอลิกชนิดลูกสูบเห็นเป็นภาพโครงสร้างที่เขียนขึ้นเหมือนของจริงและแสดงการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนนั้นได้ดังนี้
 - สามารถปรับความดันได้ไม่น้อยกว่า 0- 99 ระดับ
 - สามารถปรับ อัตราการไหลของปั๊มไม่น้อยกว่า 0 – 99 ระดับ

- มีสัญลักษณ์อุปกรณ์ แสดงประกอบการสอนขณะเล่นโปรแกรมจำลองการทำงาน

(5) เป็นระบบโปรแกรมที่ต้องใช้งานร่วมกับ Hard lock

(6) ผู้เสนอราคาต้องแนบตัวอย่างสื่อการเรียนการสอนมาให้คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ พิจารณา

3. รายละเอียดอื่น ๆ

3.1 ครุภัณฑ์รายการที่ 1.1, 1.2, 1.3 และ 1.4, ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยนำหลักฐานมาแสดงในวันยื่นข้อเสนอและเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

3.2 ผู้เสนอราคาต้องมีศูนย์บริการสำหรับให้บริการหลังการขายที่มีที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย โดยศูนย์บริการดังกล่าวอาจเป็นของบริษัทผู้นำเข้าที่เป็นตัวแทนแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิตและศูนย์บริการดังกล่าวต้องมีความสามารถในการให้บริการหลังการขาย โดยนำหลักฐานมาแสดงในวันยื่นข้อเสนอและเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

3.3 ผู้เสนอราคาจะต้องส่งแคตตาล็อกหรือรูปแบบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะเพื่อประกอบการพิจารณา

3.4 ผู้ขายจะต้องส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 90 วันนับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

3.5 รับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี นับแต่วันที่ผู้ซื้อได้รับมอบ
