

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ชุดฝึกปฏิบัติการวัดและทดสอบพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (ครั้งที่ 2)
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 กิโลเฮิร์ตซ์	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 uA Accuracy $\pm 2.0\%$ ของการอ่าน ± 0.05 mA

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

2.5.9.3 ช่วงการวัด 40.0 – 399.9 mA ความละเอียด 100 uA 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 M Ω to 199 M Ω หรือดีกว่า
 - 2.6.3.3 Measurement range 1 M Ω to 199 M Ω หรือดีกว่า
 - 2.6.3.4 Resolution 0.01 M Ω 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 โต๊ะคอมพิวเตอร์ขนาด 50x80 cm จำนวน 27 ตัว

คุณสมบัติด้านเทคนิคทั่วไป

- 2.10.1 ขนาดสินค้าไม่น้อยกว่า
 - 2.10.1.1 : มีถาดสำหรับวางคีย์บอร์ด
 - 2.10.1.2 : กว้าง 120 ซม. ลึก 60 ซม. สูง 75 ซม.

2.11 แก้วสำหรับโต๊ะคอมพิวเตอร์ 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
