

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์สำหรับอาคารเรียนสถาบันไทยโคเซ็น
แห่งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๘

๑. ครุภัณฑ์สำหรับอาคารเรียนสถาบันไทยโคเซ็นแห่งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง ประกอบด้วย

- | | |
|---|-------------|
| ๑.๑ ชุดครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการไฟฟ้า | จำนวน ๑ ชุด |
| ๑.๒ ชุดครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการแมคคาทรอนิกส์ | จำนวน ๑ ชุด |

๒. รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ชุดครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการไฟฟ้า ควรประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับการศึกษาทดลองด้าน
วิทยาศาสตร์และวิศวกรรม เช่น ชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎี
และภาคปฏิบัติ อุปกรณ์ทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดและรองรับการทดลองและทดสอบได้อย่าง
มีประสิทธิภาพ เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของนักศึกษาให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติงานจริง

๒.๑ คุณลักษณะเฉพาะ

๒.๑.๑ ชุดครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการไฟฟ้า ประกอบไปด้วย ๗ รายการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(๑) เครื่องวิเคราะห์ความถี่ จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

- ๑) สาย Power cord จำนวน ๑ เส้น
- ๒) สาย N(M)-N(M) RF Cable จำนวน ๑ เส้น
- ๓) RF Adaptor Kit จำนวน ๑ ชุด
- ๔) Calibration Kit จำนวน ๑ ชุด

คุณลักษณะทั่วไป

- ๑) เป็นเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม ที่มีช่วงการใช้งานตั้งแต่ ๙ kHz ถึง ๖.๕ GHz หรือกว้าง
- ๒) มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐.๑ inch แบบ capacitive multi-touch screen

หรือดีกว่า

๓) มีช่อง USB Host จำนวนไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง และสามารถรองรับการทำงานร่วมกับ
keyboard และ mouse

๔) มีฟังก์ชัน Real-time Spectrum Analyzer (RTSA) หรือมากกว่า

๕) มี Interface ได้แก่ USB host, USB device และ LAN อย่างละ ๑ ช่อง หรือมากกว่า

๖) มีมาตรฐาน IEC 61010-1:2010 (Third Edition)/EN 61010-1:2010, UL 61010-1:2012
R4.16 and CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-12+ G1+ G12 และ EMC Directive 2014/30/EU หรือมากกว่า

๗) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้งานผ่านโปรแกรม Ultra Spectrum ได้

คุณลักษณะทางเทคนิค

๑) รายละเอียด Frequency

- (๑.๑) Reference frequency : ๑๐ MHz
 (๑.๒) Initial calibration accuracy: < ๑ ppm
 (๑.๓) Temperature Stability : < ๐.๕ ppm
 (๑.๔) Aging Rate : < ๑ ppm/year

๒) รายละเอียด GPSA Mode

- (๒.๑) Frequency Counter : Resolution ๑ Hz
 (๒.๒) Frequency Span : Range 0 Hz, ๑๐ Hz to maximum frequency

Resolution ๒ Hz

(๒.๓) SSB Phase Noise (๒๐ °C to ๓๐ °C, $f_c = ๕๐๐$ MHz)

- Carrier offset : ๑ kHz : <-๙๕ dBc/Hz (typical)
 : ๑๐kHz : <-๑๐๖ dBc/Hz, <-๑๐๘ dBc/Hz (typical)
 : ๑๐๐ kHz : <-๑๐๖ dBc/Hz, <-๑๐๘ dBc/Hz (typical)
 : ๑ MHz : <-๑๑๕ dBc/Hz, <-๑๑๗ dBc/Hz (typical)

๓) รายละเอียด Amplitude

- (๓.๑) Measurement Range : $f_c \geq ๑๐$ MHz / DANL to +๓๐ dBm
 (๓.๒) Maximum Safe Input Level (DC voltage) : ๕๐ V
 (๓.๓) Maximum Damage Level (CW RF Power) : +๓๓ dBm (๒ W)
 (๓.๔) Displayed Average Noise Level (DANL) : PA off
 - Frequency ๙ kHz to ๑๐๐ kHz : <-๑๒๐ dBm (typ.)
 - Frequency ๑๐๐ kHz to ๒๐ MHz : <-๑๓๕ dBm, <-๑๔๐ dBm (typical)
 - Frequency ๒๐ MHz to ๑.๕ GHz : <-๑๔๒ dBm, <-๑๔๕ dBm (typical)
 - Frequency ๑.๕ GHz to ๒.๗ GHz : <-๑๔๐ dBm, <-๑๔๓ dBm (typical)
 - Frequency ๒.๗ GHz to ๓.๒ GHz : <-๑๓๘ dBm, <-๑๔๑ dBm (typical)
 - Frequency ๓.๒ GHz to 5.5 GHz : <-๑๓๘ dBm, <-๑๔๓ dBm (typical)
 - Frequency ๕.๕ GHz to ๖.๕ GHz : <-๑๓๖ dBm, <-๑๔๑ dBm (typical)

๔) รายละเอียด Tracking Generator

- (๔.๑) Frequency Range : ๑๐๐ kHz to ๖.๕ GHz
 (๔.๒) Output Level Range : -๔๐ dBm to ๐ dBm, Resolution ๑ dB

๕) รายละเอียด RTSA mode

- (๕.๑) Real-time Analysis Bandwidth : ๔๐ MHz
 (๕.๒) Trace Detector : pos-peak, neg-peak, sample, average

- (៥.៣) Number of Traces : ៦
 (៥.៤) Max. Sample Rate : ៥០.២ MSa/s
 (៥.៥) Number of Markers : ៨

៦) រាយការណ៍ VSA Mode

- (៦.១) Capture Oversampling : ៤, ៨, ១៦
 (៦.២) Maximum Sample Rate : ៥០.២ MHz

៧) រាយការណ៍ EMI Mode

- (៧.១) Resolution Bandwidth (-៣ dB) : ១០០ Hz to ១០ MHz, in ១-៣-១០
 sequence
 (៧.២) Resolution Bandwidth (-៦ dB) : ២០០ Hz, ៩ kHz, ១២០ kHz, ១ MHz
 (៧.៣) Detector : pos-peak, neg-peak, average, quasi-peak, CISPR average,
 RMS average

៨) រាយការណ៍ VNA Mode

- (៨.១) Frequency Range : ១០ MHz ~ ៦.៥ GHz
 (៨.២) Measurement Type : Reflection (S១១), Transmission
 (S២១), Distance-to-fault (DTF)
 (៨.៣) Measurement Bandwidth : ១ kHz ~ ១០ MHz (in ១-៣-១០ sequence)
 (៨.៤) Mechanical Calibration Kit: Open, Short, Load, Through; User
 Calibration Kit

៩) រាយការណ៍ Input/Output

- (៩.១) RF Input : N-type female ៥០ Ω (nominal)
 (៩.២) TG Output : N-type female ៥០ Ω (nominal)

១០) រាយការណ៍ High-performance Network Analysis Calibration Kit

- (១០.១) Impedance (Load, Open, Short, THRU) : ៥០ Ohms
 (១០.២) Frequency Range (Load, Open, Short, THRU) : DC to ៦.៥GHz
 (១០.៣) Return loss/VSW (N male Load) : ១.១
 (១០.៤) Minimum Reflection Coefficient (N male Open/Short) : ០.៩៨
 (១០.៥) N (FEMALE)-N (FEMALE) : Insertion Loss (dB) ០.៣, VSWR/Return Loss ១.២

(๒) เครื่องวิเคราะห์คุณภาพกำลังไฟฟ้า

จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องวิเคราะห์คุณภาพกำลังไฟฟ้า สำหรับใช้ในการตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาทางด้านกำลังไฟฟ้า ตัวเครื่องใช้งานง่ายด้วยระบบการแนะนำการตั้งค่าการวัด สามารถรองรับการตรวจวัดตามมาตรฐานสากล

คุณลักษณะทางเทคนิค

- ๑) เครื่องมือวัดได้มาตรฐานการสำหรับการทดสอบที่ IEC61000-4-30 Class S หรือดีกว่า
- ๒) เครื่องมือวัดสามารถใช้ได้ในย่านความถี่ (Fundamental frequency) ที่ DC, ๕๐ Hz และ ๖๐ Hz หรือดีกว่า
- ๓) เครื่องมือวัดมีช่องสัญญาณในการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๔ ช่องสัญญาณ
- ๔) เครื่องมือวัดรองรับวงจรการวัดตั้งแต่ ๑-phase/๒-wire, ๑-phase/๓-wire, ๑-phase/๓-wire/๑ voltmeter, ๓-phase/๓-wire/๒ power meter, ๓-phase/๓-wire/๓ power meter, ๓-phase/๔-wire และ ๓-phase/๔-wire/๒.๕ element หรือดีกว่า
- ๕) เครื่องมือวัดมีความเร็วในการจับสัญญาณ (Sampling frequency) ในทุก Parameter ไม่ต่ำกว่า ๒๐๐ kHz หรือดีกว่า
- ๖) เครื่องมือวัดมีความละเอียดในการแปลงค่าสัญญาณ (A/D converter resolution) ไม่น้อยกว่า ๑๖ bits
- ๗) เครื่องมือวัดมีย่านการแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้าที่ ๒ V ถึง ๑๓๐๐ V, ย่านการแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้าที่ ๐.๔% ถึง ๑๓๐% of range และย่านการแสดงผลค่ากำลังไฟฟ้าที่ ๐.๐% ถึง ๑๓๐% of range หรือดีกว่า
- ๘) เครื่องมือวัดมีย่านการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า (Effective measurement ranges) รายละเอียดดังนี้
 - (๘.๑) ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ ๑๐ V ถึง ๑๐๐๐ VAC, peak of ± 2000 V / ๕ V to ๑๐๐๐ V DC หรือดีกว่า
 - (๘.๒) ย่านการวัดกระแสไฟฟ้าที่ ๕% ถึง ๑๒๐% of range, peak of $\pm 400\%$ of range หรือดีกว่า
 - (๘.๓) ย่านการวัดกำลังไฟฟ้าที่ ๕% ถึง ๑๒๐% of range หรือดีกว่า
- ๙) เครื่องมือวัดสามารถจับค่าความผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้ รายละเอียดดังนี้
 - (๙.๑) ความผิดปกติทางระบบไฟฟ้าที่เครื่องมือวัดสามารถจับได้ ได้แก่ Transient, swell, dip, interruption, frequency, fluctuation, inrush current, THD และ Rapid voltage change (RVC) หรือดีกว่า
 - (๙.๒) มีความสามารถในการจับสัญญาณแรงดันชนิด Transient voltage ที่ความเร็ว ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ kS/s และ แรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒.๒ kV หรือดีกว่า

(๙.๓) เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าการวัดกำลังไฟฟ้า ได้แก่ Active power, reactive power, apparent power, power factor, displacement power factor, active energy และ reactive energy หรือดีกว่า

(๙.๔) เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าการวัดแรงดันไฟฟ้า ได้แก่ ๑/๒ RMS value (half-wave shifted ๑-wave calculation), RMS value, waveform peak, DC value, unbalance factor (reverse-phase/zero phase) และ frequency (๑-wave/๒๐๐ ms/๑๐ sec) หรือดีกว่า

(๙.๕) เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าการวัดกระแสไฟฟ้า ได้แก่ Inrush current (half-wave), RMS value, waveform peak, DC value, unbalance factor (reverse-phase/zero-phase) และ K factor หรือดีกว่า

(๙.๖) เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าการวัดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า (Harmonics) ได้แก่ ๐th order (DC) ถึง ๕๐th order, voltage/ current/ power, phase angle (voltage/current), voltage-current phase difference, และ total harmonic distortion (voltage/current) หรือดีกว่า

(๙.๗) เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าการวัดไฟกระพริบ (Flicker) ได้แก่ Pst, Pit และ ΔV_{10} (๓-channel simultaneous measurement) หรือดีกว่า

(๙.๘) เครื่องมือวัดสามารถแสดงค่าการวัดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าชนิด Inter-harmonics ได้แก่ ๐.๕th order ถึง ๔๙.๕th order และ voltage/current หรือดีกว่า

๑๐) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการเก็บสัญญาณความผิดปกติทางไฟฟ้า (Event measurement) รายละเอียดดังนี้

(๑๐.๑) มีความสามารถในการเก็บสัญญาณความผิดปกติทางไฟฟ้าสูงสุด (Maximum number of recordable events) ที่ ๙๙๙๙ events x ๓๖๖ day repeat หรือดีกว่า

(๑๐.๒) มีความเร็วในการเก็บสัญญาณรูปคลื่น (Waveform acquired at time of event) ที่ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ ms หรือดีกว่า

(๑๐.๓) มีช่วงเวลาในการเก็บสัญญาณรูปคลื่นในช่วงก่อนเกิดความผิดปกติ (Waveform acquired before event) ที่ไม่น้อยกว่า ๑ วินาที

(๑๐.๔) มีช่วงเวลาในการเก็บสัญญาณรูปคลื่นในช่วงหลังเกิดความผิดปกติ (Waveform acquired after event) ที่ไม่น้อยกว่า ๑๐ วินาที

๑๑) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการวัดแรงดันไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

(๑๑.๑) มีค่าความแม่นยำในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ดีที่สุดที่ $\pm 0.2\%$ rdg หรือดีกว่า

(๑๑.๒) มีค่าแรงดันสูงสุดระหว่างช่องสัญญาณเทียบกับกราวด์ (Maximum rated terminal-to-ground voltage) ที่ ๑๐๐๐ V (CAT III) และ ๖๐๐ V (CAT IV) หรือดีกว่า

๑๒) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการวัดกระแสไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

(๑๒.๑) สามารถรองรับการวัดในระบบ Single-phase ได้ไม่น้อยกว่า ๔ วงจร

(๑๒.๒) เครื่องมือมีระบบในการให้พลังงานแก่เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า (Sensor power supply) หรือดีกว่า

๑๓) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการบันทึกข้อมูล รายละเอียดดังนี้

(๑๓.๑) มีความสามารถในการบันทึกข้อมูลต่อเนื่องในระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี (๑ year recording)

(๑๓.๒) มีความสามารถในการตั้งช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ ๒๐๐ ms/ ๖๐๐ ms/๑ sec. ถึง ๒ hours หรือดีกว่า

๑๔) เครื่องมือวัดมีความสามารถในการแนะนำการตั้งค่าเครื่อง เพื่อความสะดวกในการใช้งาน (Setup assistance: QUICK SET)

๑๕) เครื่องมือวัดมีความสามารถในการทำงานต่อเนื่องด้วยแบตเตอรี่ได้ไม่น้อยกว่า ๘ ชั่วโมง

๑๖) เครื่องมือวัดมีอินเทอร์เฟซชนิด SD memory card, LAN, RS-232C และ External control หรือดีกว่า

๑๗) เครื่องมือวัดสามารถเชื่อมต่อกับระบบ LAN เพื่อควบคุมเครื่องได้ผ่าน Internet browser

๑๘) เครื่องมือวัดมีระดับการป้องกันอยู่ที่ IP30 ตามมาตรฐาน EN60529 หรือดีกว่า

๑๙) เครื่องมือวัดรองรับมาตรฐานความปลอดภัยที่ EN61010 และ มาตรฐาน EMC ที่ EN 61326 Class A หรือดีกว่า

๒๐) เครื่องมือวัดรองรับมาตรฐานการวัด Harmonics ที่ IEC 61000-4-7, IEC 61000-2-4 Class ๓ มาตรฐาน Power quality ที่ IEC 61000-4-30, EN 50160, IEEE 1159 และ มาตรฐาน Flicker ที่ IEC 61000-4-15 หรือดีกว่า

๒๑) เครื่องมือวัดมีหน่วยความจำภายใน (Internal memory) ไม่น้อยกว่า ๔ MB

๒๒) เครื่องมือวัดมีหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า ๖ นิ้ว ชนิด TFT color LCD หรือดีกว่า

๒๓) อุปกรณ์ประกอบ ต่อ ๑ ชุด ประกอบด้วย

(๒๓.๑) สายวัดแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๒๓.๒) หน่วยความจำชนิด SD MEMORY CARD จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๒๓.๓) คู่มือการใช้งานเครื่องมือวัด (User manual) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๒๓.๔) แผ่นซีดีที่บรรจุซอฟต์แวร์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องมือวัด จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๒๓.๕) เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าชนิด AC FLEXIBLE จำนวนไม่น้อยกว่า ๔ ชุด
CURRENT SENSOR

รองรับกระแสสูงสุด ได้ไม่น้อยกว่า ๖๐๐๐ A AC

(๒๓.๖) กระเป๋าใส่เครื่องมือวัด (CARRYING CASE) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๓) เครื่องมือวัดและบันทึกค่ากำลังไฟฟ้า

จำนวน ๔ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดสำหรับการใช้งานทางด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้า ออกแบบให้มีระบบการตั้งค่าอย่างง่ายเพื่อความสะดวกในการใช้งาน เครื่องมือวัดสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้สูง รวมถึงรองรับการวัดสัญญาณรบกวน (Harmonic Measurement) และสามารถบันทึกเก็บข้อมูลได้เป็นระยะเวลานานผ่านหน่วยความจำชนิด SD card รายละเอียดอื่น ๆ ของเครื่องมือวัด มีรายละเอียดตามคุณลักษณะทางเทคนิคดังนี้

คุณลักษณะทางเทคนิค

๑) เครื่องมือวัดสามารถรองรับระบบการเชื่อมต่อ (Measurement line type) ได้ ตั้งแต่ Single-phase ๒-wire, single-phase ๓-wire, three-phase ๓-wire และ three-phase ๔-wire หรือดีกว่า

๒) เครื่องมือวัดรองรับช่วงความถี่ที่ ๕๐/๖๐ Hz หรือดีกว่า

๓) เครื่องมือวัดมีช่องสัญญาณในการวัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๓ ช่องสัญญาณ

๔) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

(๔.๑) ช่วงการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage range) สูงสุดที่ ๖๐๐ V AC หรือดีกว่า

(๔.๒) มีช่วงการแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้า (Total display area) ตั้งแต่ ๕ V ถึง ๑๐๐๐ V

หรือดีกว่า

(๔.๓) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Effective measurement range) ตั้งแต่ ๙๐ V ถึง ๗๘๐ V, peak: ± 1400 V หรือดีกว่า

๕) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการวัดค่ากระแสไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

(๕.๑) มีช่วงการวัดค่ากระแสไฟฟ้า (Current ranges) ตามชนิดของเซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ ๕ kA หรือดีกว่า

(๕.๒) มีช่วงการแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้า (Total display range) ตั้งแต่ ๐.๔ ถึง ๑๓๐% of the range หรือดีกว่า

(๕.๓) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟฟ้า (Effective measurement range) ตั้งแต่ ๕ ถึง ๑๑๐% of the range, peak $\pm 400\%$ หรือดีกว่า

๖) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการวัดค่ากำลังไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

(๖.๑) มีช่วงการวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power ranges) โดยขึ้นอยู่กับการรวมกันของค่าแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า และระบบการเชื่อมต่อ ตั้งแต่ ๓๐๐.๐๐ W ถึง ๙.๐๐๐๐ MW หรือดีกว่า

(๖.๒) มีช่วงในการแสดงผลค่ากำลังไฟฟ้า (Total display range) ตั้งแต่ ๐ ถึง ๑๓๐% of the range หรือดีกว่า

(๖.๓) มีย่านการวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Effective measurement area) ตั้งแต่ ๕ ถึง ๑๑๐% of the range หรือดีกว่า

๗) เครื่องมือวัดมีค่าแรงดันสูงสุดระหว่างช่องสัญญาณ (Maximum rated voltage between terminals) สำหรับช่องวัดแรงดันไฟฟ้าที่ ๑๐๐๐ VAC, ๑๔๐๐ Vpeak และ สำหรับช่องวัดกระแสไฟฟ้าที่ ๑.๗ VAC, ๒.๔ Vpeak หรือดีกว่า

๘) เครื่องมือวัดมีค่าแรงดันสูงสุดเทียบกับกราวด์ (Maximum rated voltage to earth) สำหรับช่องวัดแรงดันที่ ๖๐๐V Measurement Category III และ ๓๐๐V Measurement Category IV หรือดีกว่า

๙) เครื่องมือวัดสามารถแสดงผลค่าการวัดทางไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ดังนี้

(๙.๑) ค่าแรงดันไฟฟ้า ได้แก่ RMS value, fundamental wave value, waveform peak (absolute value), fundamental wave phase angle และ frequency หรือดีกว่า

(๙.๒) ค่ากระแสไฟฟ้า ได้แก่ RMS value, fundamental wave value, waveform peak (absolute value) และ fundamental wave phase angle หรือดีกว่า

(๙.๓) ค่ากำลังไฟฟ้า ได้แก่ Active power, reactive power (with lag/lead display), apparent power, power factor (with lag/lead display) หรือ displacement power factor (with lag/lead display), active energy (consumption, regeneration), reactive energy (lag, lead) และ Energy cost display หรือดีกว่า

(๙.๔) ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Demand) ได้แก่ Active power demand value (consumption, regeneration), reactive power demand value (lag, lead), active power demand quantity (consumption, regeneration), reactive power demand quantity (lag, lead) และ power factor demand value หรือดีกว่า

(๙.๕) ค่าสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า (Harmonic) ได้แก่ Harmonic voltage, current, power level, content, phase angle และ Total harmonic distortion factor (THD-F หรือ THD-R) หรือดีกว่า

๑๐) มีหน้าจอการแสดงผล (Measurement screen) ได้แก่ List, U/I, Power, Integ, Demand, Harmonic, Waveform, Zoom และ Trend หรือดีกว่า

๑๑) เครื่องมือวัดมีอินเตอร์เฟซ ได้แก่ SD card Interface, LAN interface และ USB interface หรือดีกว่า

๑๒) เครื่องมือวัดมีความสามารถในการรับ และ ส่งสัญญาณชนิด Pulse (Pulse input, Pulse output) หรือดีกว่า

๑๓) เครื่องมือวัดมีคุณสมบัติในการวัดค่าสัญญาณรบกวน (Harmonic) มีรายละเอียดดังนี้

(๑๓.๑) รองรับมาตรฐานการทดสอบที่ IEC61000-4-7: 2002 หรือดีกว่า

(๑๓.๒) ลำดับในการวิเคราะห์สูงสุดที่ ๔๐th order หรือดีกว่า

๑๔) เครื่องมือวัดมีขนาดหน้าจอแสดงผลไม่น้อยกว่า ๓ inch. ชนิด TFT color LCD ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๓๒๐ x ๒๔๐ pixel

๑๕) เครื่องมือวัดมีอัตราการแสดงผลหน้าจอ (Display update rate) อยู่ที่ไม่น้อยกว่า ๐.๕ sec.

๑๖) เครื่องมือวัดมีความละเอียดในการแปลงค่าสัญญาณ (A/D converter resolution) ไม่น้อยกว่า ๑๖ bit

๑๗) เครื่องมือวัดสามารถทำการบันทึกข้อมูลได้ในหน่วยความจำชนิด SD card และ internal memory หรือดีกว่า

๑๘) เครื่องมือวัดสามารถตั้งเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ ๑/๒/๕/๑๐/๑๕/๓๐ seconds ถึง ๑/๒/๕/๑๐/๑๕/๒๐/๓๐/๖๐ minutes หรือดีกว่า

๑๙) มีรูปแบบในการเก็บข้อมูล (Save item) ได้แก่ Measurement save, Harmonic data save, Screen save, Waveform save หรือดีกว่า

๒๐) เครื่องมือวัดสามารถใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์เพื่อดูค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้มีการบันทึกไว้ได้ โดยต้องรองรับระบบปฏิบัติการ Window ๗ ชนิด ๓๒/๖๔bit หรือรุ่นใหม่กว่าได้

๒๑) เครื่องมือวัดรองรับมาตรฐาน Safety: EN61010 และ มาตรฐาน EMC: EN61326, EN61000-3-2, EN61000-3-3 หรือดีกว่า

๒๒) เครื่องมือวัดสามารถทำงานได้ด้วยแบตเตอรี่ และสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า ๘ ชั่วโมง

๒๓) อุปกรณ์ประกอบ ต่อ ๑ ชุด ประกอบด้วย

(๒๓.๑) สายวัดแรงดัน	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
(๒๓.๒) เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าชนิด AC	จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ชุด
มีย่านการวัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ A AC	
(๒๓.๓) หน่วยความจำชนิด SD MEMORY CARD	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
(๒๓.๔) ซอฟต์แวร์สำหรับใช้ร่วมกับเครื่องมือวัด	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
(๒๓.๕) กระเป๋าใส่เครื่องมือวัด	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๔) เครื่องทดสอบความต้านทานดิน จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดสำหรับงานภาคสนาม ในการทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานดิน (Earth resistance) ออกแบบให้มีระดับการป้องกันน้ำและการป้องกันฝุ่นที่ดี มีหน้าจอแสดงผลที่ใหญ่ชัดเจน และรองรับรูปแบบการวัดค่าความต้านทานดินทั้งแบบสองเสาและสามเสา รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่องมือดังนี้

อุปกรณ์ประกอบ ต่อ ๑ ชุด ประกอบด้วย

๑) แท่งทดสอบ	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
๒) สายวัด	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
๓) กระเป๋าใส่อุปกรณ์	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
๔) คู่มือการใช้งาน	จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

คุณลักษณะทางเทคนิค

๑) เครื่องมือวัดรองรับระบบการวัดได้ในรูปแบบ Two-electrode method และ three-electrode method **หรือดีกว่า**

๒) เครื่องมือวัดมีย่านการวัดค่าความต้านทานตั้งแต่ ๒๐ Ω ถึง ๒๐๐๐ Ω **หรือดีกว่า**

๓) เครื่องมือวัดมีค่าความถี่ในการทดสอบ (Measuring frequency) ไม่น้อยกว่า ๑๒๘ Hz ± 2 Hz

๔) เครื่องมือวัดมีระยะเวลาในการวัดที่เร็วที่สุดของรูปแบบการวัดชนิด Three-electrode ที่ ๖ วินาที และรูปแบบการวัดชนิด Two-electrode ที่ ๓ วินาที **หรือดีกว่า**

๕) เครื่องมือวัดมีความสามารถในการวัดความต่างศักย์ของระบบดิน (Earth potential measurement) ตั้งแต่ ๐ ถึง ๓๐.๐ Vrms ที่ความแม่นยำ ± ๒.๓ %rdg. ± ๘ dgt. (๕๐/๖๐ Hz) และที่ความแม่นยำ ๑.๓ %rdg. ± ๔ dgt. (DC) **หรือดีกว่า**

๖) มีย่านอุณหภูมิในการใช้งานเครื่องมือวัด (Operating Temperature) ตั้งแต่ -๒๕°C ถึง ๖๕°C **หรือดีกว่า**

๗) เครื่องมือวัดมีระดับป้องกันน้ำและฝุ่นในระดับ IP๖๗ ตามมาตรฐาน EN60529 **หรือดีกว่า**

๘) เครื่องมือวัดสามารถทนการตกบนพื้นคอนกรีต (Drop-proof) ในระดับความสูง ๑ เมตร **หรือดีกว่า**

๙) เครื่องมือวัดมีค่าแรงดันสูงสุดเทียบกราวด์ (Maximum rated voltage to earth) อยู่ที่ ๑๐๐ V AC/DC (measurement category IV), ๑๕๐ V AC/DC (measurement category III), ๓๐๐ V AC/DC (measurement category II) และ ๒๕๐๐ V สำหรับ Transient overvoltage **หรือดีกว่า**

๑๐) เครื่องมือวัดมีฟังก์ชันในการทำงาน ได้แก่ Live wire warning, zero-adjustment, continuous measurement mode และ comparator **หรือดีกว่า**

๑๑) เครื่องมือวัดรองรับมาตรฐาน Safety ที่ EN 61010 (main unit), EN 61010 (measuring circuit), มาตรฐาน EMC ที่ EN 61326 และ มาตรฐาน Earth tester EN 61557 **หรือดีกว่า**

(๕) เครื่องจักรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับแบบยูนิเวอร์แซลจำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะทั่วไป

- ๑) เป็นชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้าที่ออกแบบสำหรับการเรียนการสอน
- ๒) สามารถทำการทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบสามเฟส มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสเดียว เครื่องกลไฟฟ้าแบบซิงโครนัส และหม้อแปลงไฟฟ้า
- ๓) การคลี่ปิ้งของตัวเครื่องกลไฟฟ้าแบบหมุนเป็นแบบการคลี่ปิ้งตรง
- ๔) อุปกรณ์ประกอบต่างๆ สามารถใช้งานร่วมในการทดลองได้อย่างไม่มีปัญหา
- ๕) ตัวเครื่องกลไฟฟ้าแบบหมุนติดตั้งอยู่บนฐานอลูมิเนียมมี Terminal Block ที่มีการพิมพ์สัญลักษณ์ไว้อย่างชัดเจน

๖) ต่อดึงต่างๆ เป็นแบบ Safety Socket ขนาด ๔ mm. พร้อมสายเสียบทดลองที่เป็นแบบ Safety

๗) เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วย Shunt, Series, Compound Wound Machines

๘) เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ ๓ เฟส ประกอบด้วย Squirrel Cage Motor, Slip Ring Motor, Dahlander Motor, Synchronous Machines

๙) เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสเดียว ประกอบด้วย Capacitor Start Motor, Capacitor Run Motor

๑๐) เครื่องกลไฟฟ้าแบบ Servo ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อน (Drive) หรือ ภาระทางกล (Brake) ได้ในตัวเดียวกัน สามารถกำหนดค่าความเร็วรอบหรือค่าแรงบิดที่ทดสอบ

๑๑) หม้อแปลงไฟฟ้าแบบ ๑ เฟส และแบบ ๓ เฟส

๑๒) ชุดภาระทางไฟฟ้าแบบ Resistive, Inductive, Capacitive load

๑๓) ชุดอุปกรณ์ Rheostat สำหรับ DC Machines ประกอบด้วยแบบ Starting Rheostat, Field Excitation Rheostat, Stating Rheostat สำหรับ Slip Ring Motor

๑๔) ชุดอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนขั้วแม่เหล็ก สำหรับ Three Phase Dahlander Motor เพื่อปรับความเร็วรอบ, ชุดปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนและเริ่มเดินแบบ Star/Delta สำหรับ Squirrel Cage Three Phase Motor

๑๕) ชุดเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าแบบ Touch Screen Multimeter ทั้งแบบไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถแสดงค่า แรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้าได้

๑๖) ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับที่มีขนาดเหมาะสมกับการทดลองพร้อมระบบป้องกัน

๑๗) ชุดประกอบการทดลองเครื่องกลประกอบด้วย Synchronizing Module

๑๘) โต๊ะทดลองขนาด ๑๘๐๐ มม. x ๘๐๐ มม. พร้อม Rack แบบ ๒ ชั้น และ สายเชื่อมต่อวงจร

๑๙) มีการพิมพ์สัญลักษณ์และอักษรกำกับไว้อย่างชัดเจนด้วยเทคนิคการพิมพ์แบบกัดเซาะร่อง

๒๐) บริษัทหรือผู้ผลิตที่เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้อบข่าย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

คุณลักษณะเฉพาะ

๑) เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ

(๑) มอเตอร์เหนี่ยวนำ ๓ เฟส ต่อแบบสตาร์

(๒) มอเตอร์เหนี่ยวนำ ๓ เฟส ต่อแบบเดลต้า

(๓) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส แบบซิงโครนัส

(๔) การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส

(๕) มอเตอร์เหนี่ยวนำ ๑ เฟส แบบคาปาซิเตอร์รัน

(๖) มอเตอร์เหนี่ยวนำ ๑ เฟส แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท

- (๗) มอเตอร์รีล็คแตนซ์ ๓ เฟส ต่อแบบสตาร์
- (๘) มอเตอร์รีล็คแตนซ์ ๓ เฟส ต่อแบบเดลต้า
- (๙) มอเตอร์เหนี่ยวนำ ๓ เฟส ๒ ความเร็วหรือมอเตอร์แบบดาร์ลันเดอร์
- (๑๐) มอเตอร์เหนี่ยวนำ ๓ เฟส โรเตอร์แบบสลลิ่ง

๒) เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง

- (๑) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน
- (๒) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม
- (๓) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม
- (๔) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน
- (๕) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม
- (๖) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

๓) หม้อแปลงไฟฟ้า

- (๑) หม้อแปลงไฟฟ้า ๑ เฟส
- (๒) การกำหนดขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า
- (๓) การต่อขดลวดของหม้อแปลงแบบอนุกรมและแบบขนาน
- (๔) การทดสอบหม้อแปลง ๑ เฟส ขณะเปิดวงจร
- (๕) การทดสอบหม้อแปลง ๑ เฟส ขณะลัดวงจร
- (๖) การทดสอบหม้อแปลง ๓ เฟส ขณะเปิดวงจร
- (๗) การทดสอบหม้อแปลง ๓ เฟส ขณะลัดวงจร
- (๘) การต่อหม้อแปลง ๓ เฟส แบบ วาย – วาย
- (๙) การต่อหม้อแปลง ๓ เฟส แบบ เดลต้า – เดลต้า
- (๑๐) การต่อหม้อแปลง ๓ เฟส แบบ วาย – เดลต้า
- (๑๑) การต่อหม้อแปลง ๓ เฟส แบบ เดลต้า – วาย

คุณลักษณะทางเทคนิค

๑) DC Shunt Wound Machine จำนวน ๑ ตัว

ขนาดพิกัดเมื่อทำงานเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า

- (๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W
- (๒) แรงดันที่ขดลวดอาเมเจอร์ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ V
- (๓) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๔๐๐ rpm

๒) DC Series Wound Machine จำนวน ๑ ตัว

ขนาดพิกัดเมื่อทำงานเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า

- (๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W
- (๒) แรงดันที่ขดลวดอาเมเจอร์ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ V

(๓) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๔๐๐ rpm

๓) *DC Compound Wound Machine* จำนวน ๑ ตัว

ขนาดพิกัดเมื่อทำงานเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W

(๒) แรงดันที่ขดลวดอาเมเจอร์ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ V

(๓) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๔๐๐ rpm

๔) *Three Phase Slip-Ring Motor* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W

(๒) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐ rpm

(๓) แรงดัน ๒๒๐/๓๘๐ V (Delta/Star)

๕) *Three Phase Squirrel Cage Motor* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W

(๒) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐ rpm

(๓) แรงดัน ๒๓๐/๔๐๐ V (Delta/Star)

๖) *Three Phase Dahlander Motor* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๓๐๐/๕๐๐ W

(๒) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐/๒๖๐๐ rpm

(๓) แรงดัน ๓๘๐ V (Delta/Star-Star)

๗) *Three Phase Synchronous Generator* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๐๐ W

(๒) แรงดันไม่น้อยกว่า ๒๐๐/๓๕๐ V (Delta/Star)

(๓) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๔๐๐ rpm

๘) *Three Phase Reluctance Motor* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W

(๒) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐ rpm

(๓) แรงดัน ๒๒๐/๓๘๐ V (Delta/Star)

๙) *Capacitor Start Motor* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W

(๒) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐ rpm

(๓) แรงดันไม่น้อยกว่า ๒๐๐ V

๑๐) *Capacitor Run Motor* จำนวน ๑ ตัว

(๑) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ W

(๒) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐ rpm

(๓) แรงดันไม่น้อยกว่า ๒๐๐ V

๑๑) Single Phase Transformer จำนวน ๑ ชุด

(๑) ขดลวดทางด้าน Primary ๒ x ๑๑๐ V

(๒) ขดลวดทางด้าน Secondary ๒ x ๕๕ V

(๓) กำลังไม่น้อยกว่า ๒๕๐ VA

๑๒) Three Phase Transformer จำนวน ๑ ชุด

(๑) ขดลวดทางด้าน Primary ๒ x ๑๙๐ V จำนวน ๓ ชุด

(๒) ขดลวดทางด้าน Secondary ๒ x ๑๑๐ V จำนวน ๓ ชุด

(๓) กำลังไม่น้อยกว่า ๓๐๐ VA

๑๓) Servo Drive/Brake Control จำนวน ๑ ชุด

(๑) เป็นชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ที่มีตัวควบคุมเซอร์โวและจอร์บบสัมผัสบรรจุอยู่ในกล่องเดียวกันตัวกล่องเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงทนทาน

(๒) เป็นชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์สามารถทำงานเป็นตัวต้นกำลังขับเคลื่อน (Drive) หรือทำงานเป็นตัวโหลดทางกล (Brake) ได้ในตัวเดียวกัน

(๓) สามารถควบคุมหรือสั่งการทำงานผ่านทางจอภาพระบบสัมผัส

(๔) ตัวเซอร์โวมอเตอร์ติดตั้งอยู่บนฐานอลูมิเนียม มีค่าพิกัด กำลังขนาด ๑,๐๐๐ W ความเร็วรอบสูงสุด ๓,๐๐๐ รอบ/นาที แรงบิดสูงสุด ๓.๑๘ N.m พร้อมติดตั้งตัวเอ็นโค้ดเดอร์ (ตามคุณลักษณะจากบริษัทผู้ผลิต)

(๕) จอภาพระบบสัมผัสเป็นแบบ TFT Color LCD, แสดงผลได้ ๖๕,๕๓๕ สี, ความละเอียด ๘๐๐ x ๔๘๐ pixels, ROM ๒๕๖ MB, RAM ๒๕๖ MB ,CPU Cortex-A๘ ๘๐๐ MHz (ตามคุณลักษณะจากบริษัทผู้ผลิต)

(๖) มีโวลุ่มที่สามารถปรับควบคุมความเร็วรอบและแรงบิดได้แบบ Analog Command ในโหมดการทำงานแบบ Manual

(๗) มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต ๐ ~ ±๑๐ V DC ที่พิกัดของความเร็วรอบ (๓,๐๐๐ rpm) และที่พิกัดของแรงบิด (๓.N.m)

(๘) สามารถใช้ทำการทดสอบกับเครื่องกลไฟฟ้าที่ความเร็วรอบ ๑,๕๐๐ หรือ ๓,๐๐๐ rpm กำลังสูงสุด ๔๐๐ W

(๙) สามารถทำการทดสอบในโหมดต่าง ๆ ได้ดังนี้

๙.๑) โหมดตัวต้นกำลังขับเคลื่อน (Drive)

- สามารถกำหนดค่าพิกัดความเร็วรอบได้
- สามารถควบคุมความเร็วรอบด้วยการกำหนดค่าที่ต้องการ
- สามารถเพิ่ม-ลดแบบสเต็ปความเร็วรอบได้ ๕ ระดับ คือ ๒๐%, ๔๐%, ๖๐%, ๘๐% และ ๑๐๐% ที่ค่าพิกัด

- สามารถเพิ่ม-ลดแบบสแต็ปความเร็วรอบได้ ๕ ระดับคือ ๒๐%, ๔๐%, ๖๐%, ๘๐% และ ๑๐๐% ที่ค่าพิกัด โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขของช่วงเวลาในแต่ละระดับได้ตามต้องการ

๙.๒) โหมดภาระทางกล (Brake)

- สามารถกำหนดค่าพิกัดความเร็วรอบ, กำลัง และค่านวนค่าแรงบิด ได้
- สามารถควบคุมค่าแรงบิดด้วยการกำหนดค่าที่ต้องการ
- สามารถเพิ่ม-ลดแบบสแต็ปค่าแรงบิดได้ ๕ ระดับ คือ ๒๕%, ๕๐%, ๗๕%, ๑๐๐% และ ๑๒๕% ที่ค่าพิกัด
- สามารถเพิ่ม-ลดแบบสแต็ปค่าแรงบิดได้ ๕ ระดับ คือ ๒๕%, ๕๐%, ๗๕%, ๑๐๐% และ ๑๒๕% ที่ค่าพิกัด โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขของช่วงเวลาในแต่ละระดับได้ตามต้องการ
- ในขณะทดสอบในโหมดต่าง ๆ สามารถเก็บค่าต่าง ๆ เช่น กำลังทางกล, ความเร็วรอบ และแรงบิดในรูปแบบไฟล์ Excel ผ่านทาง USB ด้านหน้าเครื่องได้

๑๔) Resistive Load จำนวน ๑ ชุด

- ภาระแบบตัวต้านทานแยกอิสระจากกันจำนวน ๓ ช่อง แต่ละช่องปรับระดับค่าความต้านทานได้ ๗ ระดับ สามารถต่อเป็นแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ใช้กับระบบแบบเฟสเดียวหรือแบบสามเฟสขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า $3 \times 100 \text{ W}$

๑๕) Inductive Load จำนวน ๑ ชุด

- ภาระแบบตัวเหนี่ยวนำแยกอิสระจากกันจำนวน ๓ ช่อง แต่ละช่องปรับระดับค่าตัวเหนี่ยวนำได้ ๗ ระดับ สามารถต่อเป็นแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ใช้กับระบบแบบเฟสเดียวหรือแบบสามเฟสขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า $3 \times 100 \text{ VAR}$

๑๖) Capacitive Load จำนวน ๑ ชุด

- ภาระแบบตัวเก็บประจุแยกอิสระจากกันจำนวน ๓ ช่อง แต่ละช่องปรับระดับค่าตัวเก็บประจุได้ ๗ ระดับ สามารถต่อเป็นแบบอนุกรมหรือแบบขนานใช้กับระบบแบบเฟสเดียวหรือแบบสามเฟสขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า $3 \times 100 \text{ VAR}$

๑๗) Starting Rheostat for DC Motor จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้เป็นตัวเริ่มเดินให้กับเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงทำงานแบบมอเตอร์

๑๘) Field Rheostat for DC Motor จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้เป็นตัวปรับกระแสฟลด์ให้กับเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงทำงานแบบมอเตอร์

๑๙) Field Rheostat for AC/DC Generator จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้เป็นตัวปรับกระแสฟลด์ให้กับเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงทำงานแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๒๐) Starting Rheostat for Slip Ring Motor จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้เป็นตัวเริ่มเดินให้กับ Slip Ring Motor

๒๑) AC Power Supply จำนวน ๑ เครื่อง

- ใช้กับระบบไฟฟ้าสามเฟส ๓๘๐/๒๒๐ V, ๕๐ Hz
- มี AC Universal Outlet จำนวน ๒ จุด
- มีชุดอุปกรณ์ป้องกัน เช่น Circuit Breaker, RCD, Overload
- มีสวิตช์เปิดปิด สวิตช์ฉุกเฉิน และหลอดไฟแสดงสถานะ
- มีชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเลือกเป็นจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบสามเฟสปรับค่าได้ ๐-๓๘๐ V, ๓ A หรือแบบเฟสเดียว ๐ – ๒๒๐ V, ๓ A พร้อมอุปกรณ์ Voltmeter-Ammeter สำหรับแสดงค่าของแรงดันและกระแสทั้งในระบบแบบสามเฟสและหนึ่งเฟส
- มีชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบคงที่ ๓๘๐/๒๒๐ V, ๖ A พร้อมอุปกรณ์ป้องกัน

๒๒) DC Power Supply จำนวน ๑ เครื่อง

- ใช้กับระบบไฟฟ้าเฟสเดียว ๒๒๐ V, ๕๐ Hz
- มี AC Universal Outlet จำนวน ๒ จุด
- มีชุดอุปกรณ์ป้องกัน เช่น Circuit Breaker, RCD, Overload
- มีสวิตช์เปิด-ปิด สวิตช์ฉุกเฉิน และหลอดไฟแสดงสถานะ
- มีชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ ๐-๒๒๐ V, ๓ A และ ๐ – ๒๒๐ V, ๑ A พร้อมอุปกรณ์ Voltmeter-Ammeter สำหรับแสดงค่าของแรงดันและกระแส

๒๓) Star-Delta Starter จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้สำหรับต่อร่วมกับขดลวดที่สเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสามเฟสเพื่อการเริ่มต้นแบบ Star-Delta เหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับ Three Phase Squirrel Cage Motor, Three Phase Slip Ring Motor

๒๔) Pole Change Switch จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้สำหรับต่อร่วมกับขดลวดที่สเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสามเฟสเพื่อปรับเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กจาก ๒ เป็น ๔ ขั้ว เหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับ Dahlander Motor

๒๕) Rotation Reversing จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้สำหรับต่อร่วมกับขดลวดที่สเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสามเฟสเพื่อการปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนโดยการ กลับเฟส เหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับ Three Phase Squirrel Cage Motor, Three Phase Slip Ring Motor

๒๖) Star-Delta Reversing จำนวน ๑ บอร์ด

- ใช้สำหรับต่อร่วมกับขดลวดที่สเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสามเฟสเพื่อการเริ่มต้นแบบ Star-Delta และการปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนโดยการกลับเฟส เหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับ Three Phase Squirrel Cage Motor, Three Phase Slip Ring Motor

๒๗) Protective Motor Switch จำนวน ๑ บอร์ด

- พิกัดแรงดันแบบสามเฟส : ๓๘๐ VAC

- พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า : ๐.๓๗ kW
- ย่านกระแสการทรีประหวาง : ๒.๕ - ๔ A

๒๘) ON-OFF Switch จำนวน ๑ บอร์ด

- สวิตช์เปิด-ปิดวงจรแบบสามเฟส

๒๙) Parallel Board จำนวน ๑ บอร์ด

- หลอดไฟแสดงสภาวะจำนวนสามหลอด
- ใช้กับระบบไฟฟ้าแบบสามเฟสแรงดัน ๓๘๐ V AC
- ใช้หลักการแสดงสภาวะการหมุนแบบ one dark two bright

๓๐) AC Touch Screen Multimeter จำนวน ๒ เครื่อง

- เป็นจอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาด ๗ นิ้ว แบบ TFT LCD ความละเอียด ๘๐๐ x ๔๐๐
- ใช้ตัวประมวลผลแบบ 32-bit
- ตัวจอแสดงผลมีหน่วยความจำ Battery Backup Memory ขนาด 128 KB,

Working Memory ขนาด 64 MB

- มีเมนูที่สามารถเลือกการวัดค่าหรือแสดงค่าต่างๆได้
- สามารถใช้ในการวัดกับระบบไฟฟ้าแบบ ๑ เฟส ๒ สาย, ๓ เฟส ๓ สาย, 3 เฟส ๔ สาย
- สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า (W, VA, VAR), ความถี่,

Power Factor

- สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า แบบกราฟโดยเลือกการแสดงผลค่าที่ต้องการหรือแสดงผลพร้อมกันได้ และสามารถกำหนดสเกลการแสดงผลที่เหมาะสมได้

- วัดแรงดันและกระแสได้ ๕๐๐ V, ๕ A หรือดีกว่า
- สามารถบันทึกค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าในรูปแบบไฟล์ Excel ได้
- สามารถทำการ Capture หน้าจอให้อยู่ในรูปแบบไฟล์รูปภาพได้
- มี USB Port สำหรับบันทึกข้อมูล

๓๑) DC Touch Screen Multimeter จำนวน ๑ เครื่อง

- เป็นจอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาด ๗ นิ้ว แบบ TFT LCD ความละเอียด ๘๐๐ x ๔๐๐
- ใช้ตัวประมวลผลแบบ 32-bit
- ตัวจอแสดงผลมีหน่วยความจำ Battery Backup Memory ขนาด 128 KB, Working

Memory ขนาด 64 MB

- มีเมนูที่สามารถเลือกการวัดค่าหรือแสดงค่าต่างๆได้

- สามารถเลือกวัดหรือแสดงผลใช้งานได้เป็นแบบมิเตอร์เดียวหรือแบบสองมิเตอร์พร้อมกันได้

- สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า แบบตัวเลขด้วยทศนิยมสองตำแหน่ง

- สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า แบบกราฟโดยเลือกการแสดงผลที่ต้องการหรือแสดงผลพร้อมกันได้ และสามารถกำหนดสเกลการแสดงผลที่เหมาะสมได้

- วัดแรงดันและกระแสได้ ๓๐๐ V, ๕ A หรือดีกว่า
- สามารถบันทึกค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าในรูปแบบไฟล์ Excel ได้
- สามารถทำการ Capture หน้าจอให้อยู่ในรูปแบบไฟล์รูปภาพได้
- มี USB Port สำหรับบันทึกข้อมูล

๓๒) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์มือถือแบบ True RMS จำนวน ๒ เครื่อง

- เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์มือถือแบบ True RMS ที่สามารถแสดงผลแบบ Auto/Manual Ranging ได้

- สามารถวัด แรงดัน, กระแส, ความต้านทาน, ความจุ, ความถี่, และการทดสอบ ไดโอดได้เป็นอย่างดี

- แสดงผลเป็นตัวเลขไม่น้อยกว่า ๒๒,๐๐๐ Counts
- มีตัวแสดงแบบ Analogue Bar ขนาดไม่น้อยกว่า ๔๖ Segment
- ย่านการวัด DC VOLTAGE อยู่ในช่วง ๒๒๐ mV ถึง ๑๐๐๐V
- ย่านการวัด AC VOLTAGE อยู่ในช่วง ๒๒๐ mV ถึง ๑๐๐๐V
- ย่านการวัด DC CURRENT อยู่ในช่วง ๒๒๐ μ A ถึง ๒๐A
- ย่านการวัด AC CURRENT อยู่ในช่วง ๒๒๐ μ A ถึง ๒๐A
- ย่านการวัดค่าความต้านทาน อยู่ในช่วง ๒๒๐ Ω ถึง ๒๒๐M Ω
- ย่านการวัดค่าความจุ อยู่ในช่วง ๒๒ nF ถึง ๒๒๐ mF
- ย่านการวัดความถี่อยู่ในช่วง ๑๐ Hz ถึง ๒๒๐ MHz
- มีพอร์ตอินเทอร์เฟซแบบ USB
- สายวัด จำนวน ๑ คู่

๓๓) ชุดโต๊ะปฏิบัติการทดลองพร้อม RACK จำนวน ๑ ชุด

- พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิล มีความหนาไม่น้อยกว่า ๒๘ mm. ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้าน ปิดขอบโต๊ะทั้ง ๔ ด้าน ด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า ๒ mm.

- พื้นโต๊ะมีขนาด ๑๘๐๐ mm. x ๘๐๐ mm. ความหนาไม่น้อยกว่า ๒๘ mm.
- โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด ๕๐ x ๕๐ mm. หนาไม่น้อยกว่า ๒ mm.

เคลือบสีอีพ็อกซี่ ผ่านขบวนการอบความร้อน

- ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาดเดียวกับขาโต๊ะ
- ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง ๔ ด้าน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ

ตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ

- ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า ๒๐ mm.
- ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูงไม่น้อยกว่า ๘๐๐ mm.

- พร้อม Rack ที่สามารถใส่แผงโมดูลมาตรฐาน A๔ ได้ จำนวน ๒ ชั้น ความกว้างไม่น้อยกว่า ๑,๗๒๐ mm.

- มีชุด Outlet ทำด้วยโลหะพับขึ้นรูป ใช้กับแรงดันไฟฟ้า ๒๒๐ V, ๕๐ Hz จำนวนไม่น้อยกว่า ๘ จุด และมี Circuit Breaker ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐ A เป็นตัวควบคุม ติดตั้งบนโต๊ะปฏิบัติการ

๓๔) *Connecting Safety Lead* จำนวน ๑ ชุด

- ชุดสายเสียบทดลองหัวเสียบแบบ 4mm Safety มีขนาดความยาวและสีต่าง ๆ จำนวน ๖๐ เส้น

(๖) เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า ชนิด ๓ เฟส

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าชนิดแกนหมุน Variac (Variable Voltage Transformer) แบบ ๓ เฟส สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ใช้สำหรับทดสอบแรงดันไฟฟ้าในห้องทดลองที่ต้องการ การปรับแรงดันไฟฟ้า

คุณลักษณะทางเทคนิค

- ขนาดกำลังไฟฟ้า ๑๒ kVA
- ขนาดกำลังไฟฟ้า ๑๒ kVA
- สามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑๖ A
- เป็นแบบ ๓ Phase

(๗) เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าชนิดแกนหมุน Variac (Variable Voltage Transformer) แบบ ๑ เฟส สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ใช้สำหรับทดสอบแรงดันไฟฟ้าในห้องทดลองที่ต้องการ การปรับแรงดันไฟฟ้า

คุณลักษณะทางเทคนิค

- ขนาดกำลังไฟฟ้า ๔ kVA
- สามารถปรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า ๐ - ๒๕๐ VAC
- สามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑๖ A
- เป็นแบบ ๑ Phase

ชุดครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการแมคคาทรอนิกส์ ควรประกอบด้วยอุปกรณ์เพื่อการศึกษาทดลองทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมนี้ ออกแบบมาให้เหมาะสมต่อการสาธิตในห้องเรียน โดยมีลักษณะเป็นโครงทดสอบพร้อมโมดูลสำหรับการทดลองที่สามารถแยกจากกันได้อย่างอิสระ เพื่อความหลากหลายในการทดลองครอบคลุมหัวข้อสำคัญ เช่น การทดลองเกี่ยวกับแรงชนิดต่าง ๆ โมเมนต์ แรงบิด และแรงที่กระทำต่อคาน นอกจากนี้ยังมาพร้อมกับคู่มือสำหรับการเรียนการสอนภาคทฤษฎีสำหรับนักเรียน และส่วนแสดงผลการทดลองสำหรับอาจารย์ผู้สอน เหมาะอย่างยิ่งสำหรับห้องปฏิบัติการที่มุ่งเน้นในการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา

๒.๑.๒ ชุดครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการแมคคาทรอนิกส์ ประกอบไปด้วย ๖ รายการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(๑) แผงประกอบชุดทดลอง จำนวน ๑๑ โครง ประกอบด้วย

กำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะของพัสดุ

คุณลักษณะเฉพาะ

- ๑) เป็นโครงทดสอบสำหรับติดตั้งโมดูลในการทดสอบได้หลาย ๆ แบบ
- ๒) ตัวโครงทดสอบมีขนาด Assembled size (portrait) ไม่น้อยกว่า ๕๓๐ mm. x ๓๕๐ mm x ๒๕๐ mm.
- ๓) ตัวโครงทดสอบมีขนาด Assembled size (landscape) ไม่น้อยกว่า ๔๓๐ mm x ๔๕๐ mm. x ๒๕๐ mm.
- ๔) โครงทดสอบสามารถถอดประกอบได้
- ๕) สามารถปรับวิธีการตั้งได้ทั้งแบบแนวตั้งและแนวนอน
- ๖) โครงทดสอบทำจากเหล็กมีความคงทนแข็งแรง น้ำหนักไม่น้อยกว่า ๕ kg.

(๒) แผงประกอบชุดทดลอง จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะเฉพาะ

- ๑) สามารถทดลองเรื่อง Young's Modulus ได้
- ๒) สามารถทดลองเรื่องการแอ่นของคานแบบต่าง และจุดยึดคานแบบต่าง ๆ ได้
- ๓) มีคานไม่น้อยกว่า ๒ แบบ สำหรับการเปรียบเทียบวัสดุของคาน
- ๔) มี Dial indicator แบบเข็ม สำหรับวัดระยะการแอ่นของคาน ไม่ต่ำกว่า ๑ set.
- ๕) มี Dial caliper แบบเข็ม และไม่บรรทัด ไม่ต่ำกว่า ๑ set.
- ๖) มีตุ้มน้ำหนักขนาด ๑ g จำนวน ๑๐๐ ea และขอเกี่ยวสำหรับการทดลอง ไม่น้อยกว่า ๑ set
- ๗) สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันได้
- ๘) ชุดการทดสอบมีกล่องพลาสติกพร้อมฝาปิดสำหรับเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเป็นระเบียบขนาดไม่น้อยกว่า ๔๓๐ mm. x ๓๐๐ mm. x ๘๐ mm. (ยาว x กว้าง x สูง)

(๓) ชุดทดสอบแรงดึง จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะเฉพาะ

- ๑) สามารถศึกษาเรื่องแรงดึงของวัสดุชนิดต่าง ๆ
- ๒) สามารถหาค่าแรงดึงของวัสดุได้
- ๓) มีชุดสร้างแรงดึงมีลักษณะเป็นก้านหมุนติดตั้งอยู่ด้านบนชุดทดลอง
- ๔) มีตัวสำหรับจับยึดวัสดุทดสอบแบบบน – ล่าง
- ๕) มี Dial indicator แบบเข็ม และDial caliper
- ๖) แรงกระทำสูงสุดในการทดลองมีค่า ๑,๐๐๐ N
- ๗) มีวัสดุทดสอบประกอบด้วย ๑๐ x steel, ๑๐ x aluminium, ๑๐ x duralumin

and ๑๐ x PVC

- ๘) สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันได้
- ๙) ชุดทดลองมีน้ำหนักไม่เกิน ๔ kg.

(๔) ชุดทดสอบระบบขับเคลื่อน จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะเฉพาะ

- ๑) สามารถศึกษาการถ่ายโอนกำลัง ประสิทธิภาพ และทิศทางในการขับเคลื่อนด้วยสายพาน
- ๒) สามารถศึกษาการถ่ายโอนกำลังและประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนระบบโซ่ ส่งกำลัง
- ๓) สามารถศึกษาแรงเสียดทานและมุมของรอก
- ๔) มีตุ้มน้ำหนัก และขอเกี่ยว สำหรับทำการ ทดลอง ไม่น้อยกว่า ๑ set.
- ๕) สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันได้
- ๖) ชุดทดลองมีน้ำหนักไม่เกิน ๔ kg.

(๕) ชุดทดสอบลูกเบี้ยว ข้อเหวี่ยง และท็อกเกิล จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะเฉพาะ

- ๑) สามารถศึกษาระยะทางและมุมมุมของลูกเบี้ยว ลูกเบี้ยวรูปหัวใจ ลูกเบี้ยวกลม และลูกเบี้ยว เกลียว
- ๒) สามารถศึกษาโครงสร้างของ mechanical toggle ได้
- ๓) สามารถศึกษาโมเมนต์และแรงระหว่างการเคลื่อนที่ของข้อเหวี่ยงได้
- ๔) มีอุณหภูมิในการจัดเก็บระหว่าง -๒๕ °C ถึง ๕๕ °C
- ๕) มีอุณหภูมิในการทำงานระหว่าง ๕ °C ถึง ๔๐ °C
- ๖) มีตุ้มน้ำหนัก และขอเกี่ยว สำหรับทำการ ทดลอง ไม่น้อยกว่า ๑ set.
- ๗) สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันได้
- ๘) ชุดทดลองมีน้ำหนักไม่เกิน ๔ kg.

(๖) ชุดทดสอบระบบเกียร์

จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

คุณลักษณะเฉพาะ

- ๑) สามารถศึกษาลักษณะของเฟืองตรง เฟืองดอกจอก และเฟืองตัวหนอนได้
- ๒) สามารถทดลองประสิทธิภาพของเกียร์แต่ละประเภทได้
- ๓) มีชุดเกียร์เฟืองหนอน จำนวน ๑ set.
- ๔) มีตุ้มน้ำหนัก และขอเกี่ยวสำหรับการทดลอง ไม่น้อยกว่า ๑ set.
- ๕) สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันได้
- ๖) ชุดทดลองมีน้ำหนักไม่เกิน ๔ kg.
- ๗) อุปกรณ์ประกอบ รายละเอียดดังนี้

๗.๑ มีชุดคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูล

- (๑) มีหน่วยประมวลผลหลัก Intel Core i๕ หรือสูงกว่า ประมวลผลไม่น้อยกว่า 1.5 GHz
- (๒) หน่วยความจำหลัก (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB DDR
- (๓) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB
- (๔) มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐:๑ และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๑ นิ้ว

(๕) มีแป้นพิมพ์และเมาส์

๗.๒ เครื่องจ่ายประจุไฟฟ้า จำนวน ๑ ชุด

- (๑) เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ VA/900 W
- (๒) มีระบบการทำงานแบบ True Online Double Conversion Design
- (๓) ใช้แบตเตอรี่แบบ Sealed Lead Acid Maintenance Free
- (๔) หน้าจอแสดงการทำงานแบบ LCD Display แบบ MIMIC สามารถแสดงสถานะการทำงาน ได้ดังนี้ UPS status, Load level, Battery level, Input/output voltage, Remaining backup time, and Fault conditions

(๕) มีสัญญาณเสียงเตือนได้อย่างน้อยดังนี้ Battery mode, Low Battery, Overload และ Fault

(๖) คุณสมบัติทางด้าน Input

- แรงดันขาเข้า ๑๑๐ - ๓๐๐ V AC at 50% load, ๑๖๐ - ๓๐๐ V AC at 100% load

- ความถี่ขาเข้า ๕๐ Hz $\pm$ ๑๐ %
- Power Factor > ๐.๙๙

(๗) คุณสมบัติทางด้าน Output

- แรงดันขาออก ๒๐๘/๒๒๐/๒๓๐/๒๔๐ V AC. $\pm$ 1 %
- ความถี่ขาออก ๕๐ Hz $\pm$ ๐.๑ %

- มีค่า Total Harmonic Distortion (THD) < ๓ % at linear load
- มี Wave Form ไฟฟ้าขาออกเป็น Pure sinewave

(๘) มีระบบ Programmable power management outlets ในการควบคุมการเปิด - ปิด Outlet เป็น ๒ กลุ่มได้

(๙) สามารถเลือกให้เครื่องจ่ายประจุไฟฟ้า ทำงานในโหมดประหยัดพลังงานได้ (ECO Mode)

(๑๐) มีระบบ Emergency Power Off (EPO) เพื่อปิดระบบ UPS ในกรณีฉุกเฉินได้

(๑๑) มีพอร์ตสัญญาณ RS๒๓๒ และ USB พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมตรวจสอบการทำงานของเครื่องจ่ายประจุไฟฟ้า (UPS Monitoring and Controlling Software) สามารถทำงานบน Windows OS, Linux and MAC ได้

คุณสมบัติของผู้ยื่นเสนอราคา

- ๒.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
- ๒.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- ๒.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

ข้อกำหนดอื่น ๆ

- ๓.๑ เป็นผลิตภัณฑ์หรือเครื่องจักรใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนหรือเก็บค้างสต็อก และมีอุปกรณ์ตามมาตรฐาน
- ๓.๒ อุปกรณ์ส่วนประกอบเครื่องประกันได้เรียบร้อยสวยงาม
- ๓.๓ พร้อมติดตั้งและสาธิตสอนในการใช้งานผลิตภัณฑ์
- ๓.๔ ผู้ขายการต้องรับรองว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่ถูกปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลง
- ๓.๕ ผู้ขายจะต้องเป็นผู้จัดส่งเครื่องมายังสถานที่ที่ผู้ซื้อกำหนด
- ๓.๖ หากเอกสารส่งมอบงานมีความจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงในส่วนใด เนื่องจากไม่ถูกต้องสมบูรณ์ครบถ้วน ผู้ประกอบการต้องแก้ไขพร้อมระบุเนื้อหาที่ทำการแก้ไข หรือเพิ่มเติมให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบ
- ๓.๗ ผู้ขายการจะต้องระบุเลขหน้าของเอกสารที่แสดงคุณสมบัติสำหรับใช้ประกอบการยื่นเสนอราคาทุกแผ่นและจัดทำแผ่นสรุปคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ พร้อมเลขหน้าของเอกสารที่แสดงคุณสมบัติเหล่านั้น เพื่ออำนวยความสะดวกตรวจสอบคุณลักษณะของชุดเครื่องมือ
- ๓.๘ ผู้ขายต้องมีเอกสารแสดงขอบเขตของการรับประกันเครื่องมือ ที่ชัดเจน เพื่อใช้สำหรับการพิจารณาจัดซื้อและเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงาน
- ๓.๙ ผู้ขายต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา
- ๓.๑๐ ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิตโดยมีหนังสือรับรองเพื่อยืนยันบริการหลังการขาย
- ๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีผลงานประเภทเดียวกันกับงานที่จะดำเนินการจัดซื้อในครั้งนี้ โดยมีมูลค่าโครงการไม่น้อยกว่า ๕๐ ล้านบาทขึ้นไป ซึ่งเป็นผลงานในสัญญาเดียวกันและเป็นสัญญาที่ผู้ยื่นข้อเสนอได้ทำงานแล้วเสร็จตามสัญญา ซึ่งได้มีการส่งมอบงานและตรวจรับเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลงานดังกล่าวเป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่สถาบันโคเซ็น แห่งสถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเชื่อถือ

การติดตั้งครุภัณฑ์

ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งครุภัณฑ์ ตามจุดที่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการประกอบแบบ หากผู้ออกแบบไม่ได้กำหนดไว้ให้ผู้ขายสอบถามผู้ซื้อเพื่อดำเนินการติดตั้ง ผู้ขายจะต้องรับผิดชอบต่อการติดตั้งที่ผิดพลาดหรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ และต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องก่อนที่จะตรวจรับครุภัณฑ์ ความผิดพลาดใด ๆ ที่เกิดจากการติดตั้งที่ผู้ขายไม่ได้ทำการหารือกับผู้ซื้อ ผู้ขายจะเรียกร้องค่าเสียหายหรือเวลาเพิ่มเติมไม่ได้ และก่อนดำเนินการติดตั้งผู้ขายจะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑) ผู้ขายจะต้องจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งครุภัณฑ์ ขนาดไม่น้อยกว่าหรือขนาดใหญ่เพียงพอที่จะใช้ในการติดตั้งครุภัณฑ์ และระยะต่าง ๆ ให้ชัดเจน จัดส่งให้ ผู้ซื้อ พิจารณานุมัติก่อนดำเนินการ

(๒) ผู้ขายหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งแก้ไขตำแหน่งการติดตั้งครุภัณฑ์ ก่อนการติดตั้ง โดยไม่มีการเพิ่มหรือลดจำนวนครุภัณฑ์ตามรายการที่กำหนดไว้ ผู้ขายจะต้องดำเนินการตามความเห็นของผู้ซื้อโดยทันที และไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้

(๓) กรณีที่มีครุภัณฑ์ดังกล่าวต้องมีการติดตั้งครุภัณฑ์เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานได้ และมีความปลอดภัยตามมาตรฐานวิชาชีพ อาทิเช่น สวิตช์ ปลั๊ก สายไฟ Breaker หรืออื่น ๆ ผู้ขายจะต้องดำเนินการติดตั้งให้ถูกต้องแม้ไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปหรือรายการประกอบแบบหรือผู้ขายหรือตัวแทน ผู้ซื้อพิจารณาแล้วว่าเป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพหรือความปลอดภัย ผู้จะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวไม่ได้

การรับประกัน

(๑) ผู้ขายจะต้องรับประกันความเสียหายครุภัณฑ์ทุกชิ้นที่ผู้ซื้อจัดซื้อหรือจัดทำ อันไม่ได้เกิดจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสมของผู้ซื้อ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ปี นับถัดจากวันที่ได้มีการตรวจรับหรือตามที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ และเมื่อผู้ซื้อได้แจ้งว่าเกิดความเสียหายกับครุภัณฑ์ใด ๆ ต่อผู้ขายแล้ว ผู้ขายจะต้องเร่งดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน ๗ วัน หากต้องใช้เวลามากกว่านั้น ผู้ขายจะต้องทำหนังสือแจ้งต่อผู้ซื้อ พร้อมระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมแซม หากขายเพิกเฉยหรือไม่ดำเนินการตามระยะเวลาที่กำหนด ผู้ซื้อจะมีสิทธิ์จัดหาผู้ขายรายอื่นมาดำเนินการซ่อมแซมครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้ โดยจะหักค่าใช้จ่ายจากเงินค้ำประกันผลงานของผู้ขายหรือเรียกเงิร่งเอาจากผู้ขายอีกต่อหนึ่ง

ถึงแม้จะมีการรับประกันจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย ความรับผิดชอบในการรับประกันความเสียหายต่าง ๆ ของครุภัณฑ์ยังเป็นของผู้ขายทั้งสิ้น ผู้ขายไม่สามารถปิดความรับผิดชอบให้แก่ผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายได้

(๒) ผู้ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นผู้เสนอราคาได้จะต้องส่งตัวอย่าง อย่างละ ๑ ตัว ที่จัดทำให้เป็นไปตามรายละเอียดรูปแบบความแข็งแรง สวยงาม ด้วยฝีมือประณีต ให้แก่สถาบัน เพื่อพิจารณา ภายใน ๓๐ - ๔๐ วัน หลังจากลงนามในสัญญา เพื่อการพิจารณานุมัติก่อนทำตามผลิตจริง หากผู้ได้รับการคัดเลือกไม่สามารถส่งตัวอย่าง หรือส่งตัวอย่างที่มีรายละเอียด รูปแบบ ไม่ตรงตามกำหนด รวมถึงความแข็งแรง สวยงาม และฝีมือประณีต ไม่ผ่านการพิจารณาสถาบัน ฯ ของสงวนสิทธิ์ ที่จะให้ทำตัวอย่างมาใหม่ภายใน ๓๐ วัน จนกว่าจะถูกต้องตามข้อกำหนดของสถาบัน

รายการเอกสารคู่มือการใช้งาน

๖.๑ ผู้ขายจะต้องส่งมอบคู่มือการใช้งานและการดูแลบำรุงรักษาเป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทยของครุภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกรายการ รายการละ ๒ ชุด มาพร้อมกับการส่งมอบ

๖.๒ ผู้ขายจะต้องมีคู่มือการใช้งานสำหรับการเรียนการสอนภาคทฤษฎีสำหรับนักเรียน และมีส่วนผลการทดลองสำหรับอาจารย์ผู้สอนด้วย เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย รายการละ ๒ ชุด มาพร้อมกับการส่งมอบ

การอบรม

ผู้ขายจะต้องอบรมการใช้งานครุภัณฑ์และอุปกรณ์ที่จัดซื้อให้แก่เจ้าหน้าที่อย่างน้อย ๑๐ คน ระยะเวลา ๒ วัน หรือจนกว่าจะสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการควบคุม การใช้งาน และการดูแลบำรุงรักษาครุภัณฑ์และอุปกรณ์ได้เป็นอย่างดี โดยผู้ขายจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด

ระยะเวลาการส่งมอบงาน ๒๑๐ วัน หลังจากลงนามในสัญญาซื้อขาย

- ส่งมอบครุภัณฑ์ทั้งหมดให้ครบตามสัญญาซื้อขาย

เงื่อนไขการปรับ

ค่าปรับกำหนดให้คิดในอัตราร้อยละ ๐.๒๐ บาท ต่อวัน ของราคาค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน

วงเงินงบประมาณในการจัดซื้อ

๖,๐๕๓,๕๐๐.- บาท (หกล้านห้าหมื่นสามพันห้าร้อยบาทถ้วน)

สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม และส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น

สามารถส่งข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ วิจารณ์ เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ได้ที่

สถานที่ติดต่อ : สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

โทรศัพท์ ๐๒-๓๒๔-๘๑๒๖

e-mail : pasadu@kmitl.ac.th หรือเว็บไซต์ <http://www.procure.kmitl.ac.th>

สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็น ต้องเปิดเผยชื่อและที่อยู่ของผู้ขอให้เสนอแนะ วิจารณ์หรือมีความเห็นด้วย

**** หมายเหตุ ****

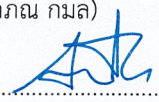
- ทั้งนี้การลงนามในสัญญาซื้อขายจะกระทำได้ภายหลังจากที่สถาบันได้รับอนุมัติเงินประจำงวดเรียบร้อยแล้ว

- ผู้ได้รับการเสนอราคาต้องเป็นผู้ดำเนินการตีหมายเลขทะเบียนครุภัณฑ์ และถ่ายภาพครุภัณฑ์ตามที่สถาบันกำหนดหลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว

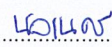
ผู้กำหนดรายละเอียด

..........ประธานกรรมการ

(ดร.สุภรณ์ กมล)

..........กรรมการ

(นายอภิชาติ ไชยพร)

..........กรรมการ

(นางสาวนิลเนตร จันทรแก้ว)