



26.แผงโพลิตความต้านทานกำลัง	จำนวน 3 แผง
27.แผงอินเวอร์เตอร์ สำหรับมอเตอร์ 3 เฟส	จำนวน 3 แผง
28.ฐานแท่นวางชุดทดลองโพลิตมอเตอร์	จำนวน 3 ชั้น
29.เครื่องวัดความเร็วรอบแบบใช้แสง	จำนวน 3 ตัว
30.สายต่อวงจร	จำนวน 3 ชุด
31.ปลั๊กเชื่อมวงจร	จำนวน 3 ชุด
32.ออสซิลโลสโคป 4 Ch 70 Mhz	จำนวน 3 เครื่อง
33. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบแรงดันและกระแสสูง	จำนวน 1 เครื่อง

## 2.2 คุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดฝึกวิศวกรรมไฟฟ้าพื้นฐานแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

### 1. โต๊ะทดลองไฟฟ้าพร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จำนวน 3 ตัว

โต๊ะทดลองไฟฟ้าขนาดของโต๊ะไม่น้อยกว่า 800 x 1500 x 750 มม. ทำจากโครงเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมปูพื้นด้วยไม้ปาติเกิล จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1 โครงขาโต๊ะทำจากเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมขนาดไม่น้อยกว่า 38 x 38 มม. มีคานโลหะยึดขาโต๊ะเพื่อความแข็งแรง ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาดเดียวกับขาโต๊ะ ขนาดคานรับพื้นโต๊ะต้องไม่น้อยกว่า 38 x 38 มม. หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ลักษณะตัวคานเชื่อมติดกันทั้ง 4 ด้าน มีคานกลางรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะโดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 20 มม. ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบนไม่น้อยกว่า 750 มม. มีคานเหล็กสำหรับติดคานจากขาโต๊ะด้านซ้ายไปขาโต๊ะด้านขวาเพิ่มความแข็งแรง และขึ้นส่วนของโต๊ะทุกชั้นที่ทำจากเหล็กพ่นสี เป็นแบบสีฝุ่นอุตสาหกรรมเคลือบด้วยอีพ็อกซีผ่านกระบวนการอบความร้อน
- 2 พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิลมีความหนาไม่น้อยกว่า 28 มม.เคลือบผิวด้วยเมลามีนทั้งสองด้านปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. มีขนาดไม่น้อยกว่ากว้าง 800 มม. ยาว 1500 มม. หนา 28 มม.
- 3 ชั้นวางแผงทดลองมาตรฐานวางได้ 2 ชั้น จำนวน 1 ชุด เป็นอลูมิเนียมชนิดขึ้นรูป สวยงามความยาวพอดีกับโต๊ะ มีอุปกรณ์ยึดติดอย่างแข็งแรง
- 4 คอนโซลติดตั้งระบบไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ตัวคอนโซลใช้สำหรับบรรจุแผง MODULE อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะโครงสร้างคอนโซลทำจากไม้ปาติเกิลบอร์ดเคลือบผิวด้วยเมลามีน มีความหนารวม ไม่น้อยกว่า 19 มม. ปิดขอบโดยรอบด้วย PVC หนา 2 มม. ด้านหลังคอนโซลมีตะแกรงช่องลมระบายอากาศ 2 ช่อง ฝาปิดด้านหลังคอนโซลทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีน มีความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. มีแผง MODULE อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งภายในคอนโซล แต่ละ MODULE แยกเป็นอิสระและมีวิธีการยึดแผง MODULE เข้ากับคอนโซลให้มีความมั่นคงแข็งแรง แผง MODULE ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวน มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มม. ผิวหน้าเคลือบด้วยวัสดุผิวเรียบไม่สะท้อนแสงเป็นสีเทาสามารถทนความร้อนและความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยไม่เกิดการลุกไหม้ ติดตั้งรางและขั้วต่อสายเป็นระเบียบง่ายต่อการตรวจสอบ อุปกรณ์ติดตั้งแต่ละแผง MODULE มีดังนี้
  - 4.1 แผง MODULE หลักรวมกำลัง จำนวน 1 แผง ประกอบด้วย CIRCUIT BREAKER 3 P 32A 6 kA มาตรฐาน IEC และ EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER 4 P 40A IF 30mA มาตรฐาน IEC แบบติดตั้ง มีหลอดไฟสัญญาณ ขนาด 16 มม. แสดงไฟแต่ละเฟส พร้อม Remote Emergency Switch ควบคุม MAGNETIC CONTACTOR 20A มาตรฐาน IEC มีจุดจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 5 สาย ด้วย SAFETY SOCKET 4 มม. สายต่อเข้า 3 เฟส 5 สาย แบบ CVV 5 x 2.5 ตร.มม. ยาว 5 เมตร มีปลั๊กต่อไฟฟ้า 3เฟส 5 ขั้ว มาตรฐาน 16 A
  - 4.2 แผง MODULE DC POWER SUPPLY 0-30V 3A จำนวน 1 แผง เป็นเครื่องจ่ายแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0-30V มีการปรับค่ากระแสได้ไม่น้อยกว่า 0-3A มีมิเตอร์วัดแรงดันและกระแสแบบดิจิตอล ใช้

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220V 50Hz ค่า Load Regulation และ Line Regulation ไม่เกิน 0.2% Ripple Voltage ไม่เกิน 0.5 Vrms

- 4.3 แผง MODULE ตรวจจับไฟฟ้าเป็นแบบ 2P+PE 220V 16A แบบคู่ 2 ชุด จำนวน 1 แผง
- 4.4 แผง MODULE จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส จำนวน 1 แผง ในแผงมีวงจรย่อย 2 วงจร แต่ละวงจรควบคุมแยกกันด้วย CIRCUIT BREAKER 2 P 15A หรือ 16 A มาตรฐาน IEC ขั้วจ่ายไฟฟ้าเป็น SAFETY SOCKET 4 มม. L1 ,N และ PE
- 4.5 แผง MODULE OUTLET แบบไฟฟ้าสามเฟส 3P+N+PE 380V 16A จำนวน 1 แผง
- 4.6 แผง MODULE AC POWER SUPPLY 0-250V 2A และ DC POWER SUPPLY 0-250V 3A สามารถปรับแรงดันได้ พร้อมฟิวส์ป้องกัน จำนวน 1 แผง

2. **แผงวงจรย่อยไฟฟ้ากำลัง** จำนวน 3 แผง

เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ควบคุมด้วย CIRCUIT BREAKER 3 P 380 V 15A หรือ 16A 6 kA มาตรฐาน IEC ขั้วจ่ายไฟฟ้าเป็น SAFETY SOCKET 4 มม. พิมพ์ชื่อและขั้ว L1, L2, L3, N และ PE ใช้สาย CV 5 X 1.5 ตร.มม. และ Power Plug 3 เฟส 16A
3. **แผงโหลดความต้านทาน 100 โอห์ม 100 วัตต์** จำนวน 3 แผง

เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 228 มม. ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีสัญลักษณ์ตัวต้านทานขนาดเหมาะสม ฝาปิดเจาะรูระบายความร้อน
4. **แผงหม้อแปลงและโหลดแบบตัวเหนี่ยวนำ** จำนวน 3 แผง

แต่ละแผงมีหม้อแปลง 1 ตัว เป็นแผงทดลอง มีขนาดความกว้าง 228 มม. เมื่อทำงานเป็นหม้อแปลงไฟฟ้ามีพิกัดไม่น้อยกว่า 220V,0.8A/80V,2A ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม.
5. **หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังและโหลดแบบตัวเหนี่ยวนำ** จำนวน 3 แผง

เป็นหม้อแปลง 1 ตัว ตั้งในตู้โลหะพันสือความร้อนและหุ้จับยกแข็งแรง เมื่อทำงานเป็นหม้อแปลงไฟฟ้ามีพิกัดไม่น้อยกว่า 220V, 5.0A/75V, 15A ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. ด้านแรงดัน 80 V ใช้ขั้วขนาดติดกัน 2 ขั้ว (DOUBLE SAFETY SOCKET) และมีขั้วสายดิน (PE) เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน
6. **หม้อแปลงปรับไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสแบบปรับค่าได้** จำนวน 3 แผง

เป็นหม้อแปลง มีขนาดแผงกว้าง 228 มม. ปรับไฟฟ้ากระแสสลับ 250V 5 A ด้านไฟเข้ามีสายปลั๊ก 3 ขาและฟิวส์ ด้านไฟออกมีฟิวส์ป้องกันการลัดวงจร มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. และมี PE มีสัญลักษณ์ ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม
7. **แผงโหลดตัวเก็บประจุ แบบเลือกค่าได้** จำนวน 3 แผง

เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 228 มม. มีตัวเก็บประจุ 3 ชุด แยกเรียงกันอิสระบนแผง แต่ละชุดเลือกได้ 2 ค่าด้วยสวิตช์ต่อขนานเพิ่มเติม ติดตั้งใต้สัญลักษณ์ใช้ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. หน้าแผงมีสัญลักษณ์ตัวเก็บประจุขนาดเหมาะสม ระบุค่าตัวเก็บประจุ ฝาปิดเจาะรูระบายความร้อน
8. **แผงวงจรเรียงกระแส 3 เฟส** จำนวน 3 แผง

เป็นแผงทดลองขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้วงจรเรียงกระแส ไฟฟ้าแบบบริดจ์ 3 เฟส ขนาดไม่น้อยกว่า 35 A 800 V มีแผ่นระบายความร้อน ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีฟิวส์ป้องกันการลัดวงจร 35 A ที่ Input จำนวน 3 ตัว และที่ Output จำนวน 1 ตัว มีสัญลักษณ์ไดโอด ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม
9. **ดิจิตอลมัลติมิเตอร์** จำนวน 3 ตัว
  - 1 เป็นมิเตอร์ดิจิตอลหน้าจอ LCD แบบพกพา แบบ True RMS Multimeter
  - 2 มีความสามารถในการวัด DCV, ACV, DCA, ACA, Ohm, Hz เป็นต้น
  - 3 จอแสดงผล 6,000 Count
  - 4 แสดงค่า MAX/MIN/AVG
  - 5 มาตรฐานระดับความปลอดภัยรองรับ CAT III 6000 V

รายละเอียดทางเทคนิค

DC Voltage Measurement

- Range 6 V – 600 V หรือดีกว่า

- Resolution 0.001 V – 0.1 V หรือดีกว่า

#### AC Voltage True RMS Measurement

- Range 6 V - 600 V หรือดีกว่า
- Resolution 0.001 V – 0.1 V หรือดีกว่า

#### DC Current Measurement

- Range 10A หรือดีกว่า
- Resolution 0.01A หรือดีกว่า

#### AC Current TRUE RMS Measurement

- Range 10A หรือดีกว่า
- Resolution 0.01A หรือดีกว่า

#### Resistance Test

- Range 600  $\Omega$  - 6 M $\Omega$  หรือดีกว่า

#### Frequency Range

- Range 99.99 Hz – 50 kHz หรือดีกว่า

### 10. ดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์

จำนวน 3 ตัว

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดค่าไฟฟ้าโดยสามารถวัดค่าไฟฟ้าได้หลายรูปแบบ

รายละเอียดทางเทคนิค

- 1 เป็นมิเตอร์ดิจิตอลหน้าจอ LCD แบบพกพา มีขนาด 3 3/4 digit
- 2 มีความสามารถในการวัด DCV, ACV, DCA, ACA, และ Frequency เป็นต้น
- 3 มีความสามารถในการปิดเครื่องอัตโนมัติ (Auto Power Off)
- 4 มีความสามารถในการคงค่า (Data hold)
- 5 มีความสามารถในการแสดงช่วงการวัดแบบอัตโนมัติได้ (Auto range)
- 6 สามารถวัด AC/DC VOLTAGE 600 V
- 7 สามารถวัด AC/DC CURRENT 1000 A
- 8 สามารถใช้งานได้กับตัวนำ (Conductor) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดไม่น้อยกว่า 32 มิลลิเมตร
- 9 รองรับความปลอดภัยรองรับ EN 61010-1; CAT III 600 V
- 10 มีหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศเพื่อการบริการหลังการ

### 11. แผงหลอดไฟฟ้าแบบไส้

จำนวน 3 แผง

เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ติดตั้งขั้วหลอดไส้ แบบขั้ว E 27 พร้อมหลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. 3 ชุด มีสัญลักษณ์ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม

### 12. แผงสวิตช์ปรับแสงไฟฟ้า

จำนวน 3 แผง

เป็นแผงมาตรฐานความกว้าง 114 มม. ใช้วงจร Light Dimmer 220 V ขนาดไม่ต่ำกว่า 300 W มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. ในตำแหน่ง INPUT หรือ From LINE และ TO LOAD มีฟิวส์ป้องกันลัดวงจร ขนาดฟิวส์ 2 A มีสัญลักษณ์สวิตช์ปรับกำลังไฟฟ้าไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม

### 13. แผงโหลดหลอดฟลูออเรสเซนต์

จำนวน 3 แผง

เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ประกอบด้วยโคมหลอดไฟฟ้าแบบมีกำลังกันแสงจำกัดตั้งแขวน หรือติดตั้งกับเพดานห้อง หรือยึดติดรางแร่มาตรฐานเหนือโต๊ะทดลอง ขนาดไม่น้อยกว่า 36 วัตต์ ใช้หลอดที่ให้แสงสว่างที่เหมาะสม มีบัลลาสต์ 2 ตัว แผงมีรูปสัญลักษณ์หลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ และตัวเก็บประจุเป็นเส้นประแสดงถึงการต่อเพิ่ม มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. และมีขั้วตรงกลางที่เป็นจุดต่อเลือกใช้บัลลาสต์กับหลอดไฟฟ้า 3 ขั้ว หรือเป็นแบบขั้วเดียวใช้ร่วมกับสวิตช์สองทาง

14. **แผง AC Ammeter 5 A** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้มิเตอร์แบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ ขนาด 96 x 96 มม. Accuracy 2.5% มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีฟิวส์ 30 มม. 5 A มีสัญลักษณ์เอสซีเอ็มมิเตอร์ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม
15. **แผง AC Voltmeter 300 V** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้มิเตอร์แบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ ขนาด 96 x 96 มม. Accuracy 2.5% มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีสัญลักษณ์เอสซีโวลท์มิเตอร์ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
16. **แผง DC Ammeter 2 A** จำนวน 6 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้มิเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 80x80 มม. Accuracy 2.0% ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีฟิวส์ ป้องกันลัดวงจร 2A มีสัญลักษณ์ดีซีเอ็มมิเตอร์ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
17. **แผง DC Ammeter 10 A** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้มิเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 80x80 มม. Accuracy 2.0% ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีฟิวส์ป้องกันลัดวงจร 10A มีสัญลักษณ์ ดีซีเอ็มมิเตอร์ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
18. **แผง DC Voltmeter 100 V** จำนวน 6 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้มิเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 80x80 มม. Accuracy 2.0% มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีสัญลักษณ์ ดีซีโวลท์มิเตอร์ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
19. **แผง Frequency Meter** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 114 มม. ใช้มิเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 96x96 มม. Accuracy 2.5% หรือดีกว่า สามารถแสดงการวัดความถี่แบบเข็มชี้ ในช่วงไม่น้อยกว่า 45-55 เฮิรตซ์ ขั้วต่อใช้งานแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีจุดต่อกราวด์เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน มีสัญลักษณ์มิเตอร์วัดความถี่ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
20. **แผงเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า 1 เฟส** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 228 มม. ติดตั้ง Digital Wattmeter วัดค่าไฟฟ้าได้ทั้ง 1 เฟส และ 3 เฟส 3/4 สาย สามารถตั้งค่าอัตราส่วนของ CT แสดงผลค่าที่วัดเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความถี่ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าแฝง หรืออื่นๆ Accuracy ไม่เกิน 2.5% หรือดีกว่า จัดวงจรการวัดผ่าน CT ที่มี Accuracy ไม่เกิน 2.5% หรือดีกว่า ให้สามารถเลือกวัดแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส โดยมีสวิตช์เลือกต่อ CT ให้ถูกต้อง มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. ในตำแหน่ง INPUT หรือ FROM LINE แบบ 3 เฟส 4 สาย และ OUTPUT หรือ TO LOAD มีฟิวส์ป้องกันลัดวงจร ขนาด ๕ A มีสัญลักษณ์ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม และหากใช้ไฟฟ้าภายนอกให้มีสายต่อ Supply แบบเสียบปลั๊ก และให้มีสวิตช์แสดงการเปิดปิดมิเตอร์ และมีฟิวส์ป้องกันที่เหมาะสม
21. **แผงเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองมีขนาดความกว้าง 228 มม. ติดตั้ง kWh Meter 1 เฟส ขนาด 5A(15A) แบบ mitsubishi 1 มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. ในตำแหน่ง INPUT หรือ FROM LINE และ TO LOAD มีฟิวส์ป้องกันลัดวงจร 10 A มีสัญลักษณ์เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม
22. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบ Split Phase** จำนวน 3 ตัว  
เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบ Split Phase 4 ขั้ว ขนาดพิกัดไม่น้อยกว่า 1/2 Hp ขนาดพิกัดแรงดัน 220 V ติดตั้งบนแผ่นอลูมิเนียมอะโนไดซ์หนาไม่น้อยกว่า 10 มม. กว้าง 30 ซม. ยาวตามขนาดมอเตอร์ มีขอบบั้งค้ำกันเลื่อน มีเพลาย่อยขนาดเหมาะสมกับการส่งกำลัง แนวเพลารับตั้งระดับให้เสมอกับมอเตอร์ทุกแบบแล้วเป็นอย่างดี มีแผงขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีสัญลักษณ์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบ Split Phase ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
23. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบ Capacitor motor** จำนวน 3 ตัว  
เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบ Capacitor motor 4 ขั้ว ขนาดพิกัดไม่น้อยกว่า 1/2 Hp ขนาดพิกัดแรงดัน 220 V ติดตั้งบนแผ่นอลูมิเนียมอะโนไดซ์หนาไม่น้อยกว่า 10 มม. กว้าง 30 ซม. ยาวตามขนาดมอเตอร์ มีขอบบั้งค้ำกันเลื่อน มีเพลาย่อยขนาดเหมาะสมกับการกำลังส่ง แนวเพลารับตั้งระดับให้เสมอกับมอเตอร์ทุกแบบแล้วอย่างดี และมีแผงขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 ม.ม. มีสัญลักษณ์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบ Capacitor motor ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม

24. **แผงตัวเก็บประจุสำหรับเริ่มเดินมอเตอร์** จำนวน 3 ตัว  
เป็นแผงตัวเก็บประจุแบบเลือกขนานค่าเพิ่ม ขนาดแผงมาตรฐาน มีตัวเก็บประจุ 3 BANK เลือกขนานแต่ละชุดด้วยสวิตช์ ชุดละตัว และแต่ละชุดเลือกได้ 2 ค่า ด้วยสวิตช์ต่อขนานเพิ่ม ติดตั้งได้สัญลักษณ์ ใช้ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีฟิวส์ป้องกันลัดวงจร หน้าแผงมีสัญลักษณ์ตัวเก็บประจุขนาดเหมาะสมสวยงาม ระบุค่าตัวเก็บประจุ ฝาปิดเจาะรูระบายความร้อน
25. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบเหนี่ยวนำ** จำนวน 3 ตัว  
เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบเหนี่ยวนำ 4 ขั้ว แรงดัน 220V/380 V ขนาดไม่น้อยกว่า 1 Hp โครงนอกเป็นอลูมิเนียม ติดตั้งบนแผ่นอลูมิเนียมอะโนไดซ์ หนาไม่น้อยกว่า 10 มม. กว้าง 30 ซม. ยาวตามขนาดมอเตอร์ มีขอบบังคับกันเลื่อน มีเพลาย่อยขนาดเหมาะสมกับการส่งกำลัง แนวเพลาปรับระดับให้เสมอกับมอเตอร์ทุกแบบแล้วเป็นอย่างดี มีแผงขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. และสัญลักษณ์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบเหนี่ยวนำ ไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม
26. **แผงโหลดความต้านทานกำลัง** จำนวน 3 แผง  
เป็นแผงทดลองตามมีขนาดความกว้าง 228 มม. ใช้ตัวต้านทานเป็นโหลด เลือกขนานจ่ายโหลด 6 Step ด้วยสวิตช์ 6 ตัว ใช้กับแรงดันไม่น้อยกว่า 72 V กำลังของโหลด ใช้ขนาดพิกัดตัวต้านทานต่อหลายตัวรวม STEP ละ 100 โอห์ม 100 วัตต์ ฝาปิดเจาะรูระบายความร้อน มีขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีฟิวส์ป้องกันลัดวงจร ขนาดพิกัด 5 A มีสัญลักษณ์โหลดความต้านทานไดอะแกรมแสดงตามหลักวิศวกรรม ฝาปิดเจาะรูระบายความร้อน
27. **แผงอินเวอร์เตอร์ สำหรับมอเตอร์ 3 เฟส** จำนวน 3 แผง  
ตัวอินเวอร์เตอร์เป็นแบบมาตรฐานของผู้ผลิต สามารถขับมอเตอร์ 1 kW ใช้ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 V 50 Hz ปรับความถี่ 0.5-400 Hz V/f control มีมาตรฐาน CE และ UL หรือเทียบเท่า ขั้วต่อแบบ SAFETY SOCKET 4 มม. มีสัญลักษณ์แผงอินเวอร์เตอร์ สำหรับมอเตอร์ 3 เฟส ไดอะแกรม แสดงตามหลักวิศวกรรม
28. **ฐานแท่นวางชุดทดลองโหลดมอเตอร์** จำนวน 3 ชั้น  
ทำจากอลูมิเนียมตันขนาดไม่น้อยกว่า 25 x 50 มม. แบบยึดน็อตสแตนเลส แข็งแรง ความยาวไม่น้อยกว่า 70 ซม. กว้าง 30 ซม. มีคานกลาง 3 อัน เป็นอลูมิเนียม 1 อัน หรือ 2 อัน และใช้เหล็กตันขนาดเดียวกันพันเคลือบสีอย่างดี 1 หรือ 2 อัน ใต้คานมียางรอง 6 จุด เพื่อยกพื้นสูง มีตัวล็อคแบบยูชิ้นกดด้วยสกรู
29. **เครื่องวัดความเร็วรอบแบบใช้แสง** จำนวน 3 ตัว  
เป็นเครื่องวัดความเร็วรอบแบบใช้แสงชนิดมือถือ แสดงค่าที่วัดเป็นแบบดิจิตอล ย่านวัด ตั้งแต่ 5 to 100,000 RPM ความละเอียด 0.1 RPM (0.5 to 999.9 RPM) 1 RPM (over 1000 RPM) Accuracy 0.05 % + 1 digit มี Memory
30. **สายต่อวงจร** จำนวน 3 ชุด  
เป็นสายต่อวงจรหัวแจ็คแบบ Safety มาตรฐาน CAT III ที่ 1000 V ทนกระแสไม่น้อยกว่า 30A ประกอบด้วย สายความยาว 25 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เส้น สายความยาว 50 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เส้น และสายความยาว 100 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เส้น
31. **ปลั๊กต่อเชื่อมวงจร**  
เป็นปลั๊กต่อเชื่อมวงจรไฟฟ้าชนิด Safety ป้องกันการสัมผัสตัวนำ สะดวกในการต่อใช้งานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักของชุดทดลองหรือใช้ในการประกอบวงจรทางไฟฟ้า. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ตัว
32. **ออสซิลโลสโคป** จำนวน 3 เครื่อง  
รายละเอียดทั่วไป
- 1 เป็นดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคปที่ใช้วัดสัญญาณขนาด 70 MHz หรือดีกว่า
  - 2 สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณหรือมากกว่า
  - 3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 2 GSa/s หรือดีกว่า
  - 4 จอภาพชนิด TFT LCD WVGA ขนาด 7 นิ้วหรือดีกว่า
  - 5 มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 200,000 waveform/sec
  - 6 มีฟังก์ชัน ZOOM สำหรับดูสัญญาณเฉพาะส่วนที่ต้องการได้
  - 7 มีช่องจ่ายสัญญาณเสริมเพื่อใช้สำหรับอบรมและฝึกการใช้งานเครื่อง (Training signal)

- 8 สามารถทำ Serial protocol analysis ตามมาตรฐาน I<sup>2</sup>C, SPI, UART/RS-232, CAN, LIN ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 9 มีฟังก์ชัน Automatic measurements ที่สามารถแสดงค่าการวัดได้อย่างน้อยดังนี้ 14 amplitude, 14 timing, and 4 pulse count measurements
- 10 หน่วยความจำภายในเครื่อง 2 Mpts หรือสูงกว่า
- 11 เมนูการใช้งานภาษาไทยบนตัวเครื่อง
- 12 มีช่องต่อ USB 2.0 สำหรับด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล
- 13 มีเอกสารแต่งตั้งตัวแทนการขายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศเพื่อการบริการหลังการขายอย่างมีประสิทธิภาพ

รายละเอียดเฉพาะ

- |    |                           |                                                                                           |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | มีหน่วยความจำ             | : 2 Mpts หรือมากกว่า                                                                      |
| 2  | Vertical Range            | : 500 $\mu$ V/div ถึง 10V/div หรือกว้างกว่า                                               |
| 3  | DC vertical Gain Accuracy | : 3% หรือดีกว่า                                                                           |
| 4  | Maximum Input Voltage     | : 150 Vrms, 200 Vpk หรือสูงกว่า                                                           |
| 5  | Time base range           | : 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า                                                     |
| 6  | Time base accuracy        | : 50 ppm หรือดีกว่า                                                                       |
| 7  | Trigger coupling          | : AC, DC, noise reject, LF reject, HF reject หรือดีกว่า                                   |
| 8  | Acquisition modes         | : Normal, Averaging, Peak Detect, High resolution หรือมากกว่า                             |
| 9  | Trigger types             | : Edge, Pulse width, Video, หรือมากกว่า                                                   |
| 10 | FFT window types          | : Hanning, flat top, Rectangular, Blackman-Harris หรือมากกว่า                             |
| 11 | Trigger hold off range    | : ได้ตั้งแต่ 60 ns ถึง 10 s หรือกว้างกว่า                                                 |
| 12 | ฟังก์ชันรูปสัญญาณ Math    | : Add, subtract, multiply, divide, FFT (magnitude and phase), low pass filter หรือมากกว่า |

อุปกรณ์ประกอบชุด

- |   |                                       |                        |
|---|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | สาย AC power cord                     | จำนวน 1 เส้น           |
| 2 | สายวัดสัญญาณแบบ 10:1 Bandwidth 200MHz | จำนวน 4 เส้นต่อเครื่อง |

**33. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบแรงดันและกระแสสูง** จำนวน 1 เครื่อง

- 1 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC)
- 2 แรงดันขาเข้า Input Voltage 180 – 250 V 50 – 60 Hz
- 3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 500 VDC
- 4 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 160 ADC
- 5 พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 8 KW
- 6 มีระบบป้องกันความปลอดภัย ไม่น้อยกว่า Over Voltage Protection Over Current Protection Over Heat Protection Fan Failure Protection
- 7 หน้าจอแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบตัวเลขดิจิทัล
- 8 มี Control Function สามารถควบคุมการทำงาน External Control ได้
- 9 การเชื่อมต่อ Interface ผ่านพอร์ตสื่อสาร เช่น RS232.C, หรือ USB หรือ LAN หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 10 มีมาตรฐานความปลอดภัย IEC61010 – 1 : 2001 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

3. ข้อกำหนดอื่น ๆ

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องส่งเอกสารแสดงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ แผงทดลองต่างๆ รายละเอียดอุปกรณ์และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า มาประกอบการพิจารณาครบทุกรายการ
- 3.2 กำหนดระยะเวลาส่งมอบ ภายใน 120 วัน

- 3.3 ผู้ขายต้องทำคู่มือการใช้ชุดทดลองตามหัวข้อดังนี้ เป็นแบบแผ่น CD หรือ ดีกว่า
- |                |                                                                                              |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| การทดลองที่ 1  | กระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง                                               |
| การทดลองที่ 2  | กระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ                                              |
| การทดลองที่ 3  | ความผิดพลาด และการหาค่าความผิดพลาดของเครื่องวัดทางไฟฟ้า                                      |
| การทดลองที่ 4  | การวัดไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส หม้อแปลงไฟฟ้าแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส                                 |
| การทดลองที่ 5  | การวัดกำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า                       |
| การทดลองที่ 6  | การวัดพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส                                 |
| การทดลองที่ 7  | การวัดปริมาณไฟฟ้าในวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าด้วยไดโอดแบบบริจด์แบบ 1 เฟส และ 3 เฟส และอุปกรณ์หรือไฟ |
| การทดลองที่ 8  | การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เพื่อทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส                         |
| การทดลองที่ 9  | การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เพื่อทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส                         |
| การทดลองที่ 10 | การขับมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์                                                               |

#### **4. สถานที่ติดตั้ง**

สถานที่ติดตั้ง : ห้อง IE 2309 (ค.302) อาคารปฏิบัติการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ผู้ขายจะต้องดำเนินการตีทะเบียนครุภัณฑ์ตามรูปแบบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. วงเงินจัดหา 2,100,000 บาท (สองล้านหนึ่งแสนบาทถ้วน)
7. เงื่อนไขในการเสนอราคา เสนอราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
8. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย