**ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)**
**รายการ ชุดฝึกการทำงานระบบควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัดและการสอบเทียบ จำนวน 1 ชุด**

**1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์**

ชุดฝึกปฏิบัติการด้านสอบเทียบและเทคโนโลยีสำหรับยกระดับความ สามารถด้านอุตสาหกรรมประกอบด้วย ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ช่วยเสริมความเข้าใจการทำงานของวงจรพื้นฐานและการ ประยุกต์ใช้งานจริงยกระดับประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าและพลังงาน ชุดฝึกการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อสอนวิธีเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานลดต้นทุนและเพิ่มความเสถียรในโรงงานอุตสาหกรรมอัจฉริยะ ชุดทดลองเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เพื่อฝึกออกแบบและใช้งานอุปกรณ์ ตรวจวัด (sensing technology) ซึ่งเป็นหัวใจของระบบอิเล็กทรอนิกส์ อัจฉริยะ เช่น Smart Home, Smart Factory, รถยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ เครื่องสร้างอุณหภูมิมาตรฐานและ อุปกรณ์สร้าง/วัดความดันมาตรฐานใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) และทดสอบความแม่นยำของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เช่น เซนเซอร์, โมดูล IoT, ชิ้นส่วนหุ่นยนต์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานสากล เพิ่มความน่าเชื่อถือ และแข่งขันในตลาดโลกได้ การฝึกนักศึกษาให้มีทักษะด้านเทคโนโลยีขั้นสูงในสายอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ครุภัณฑ์ทั้งหมดช่วยสร้างบัณฑิต ที่ตอบสนองต่อการผลิตสินค้าและระบบอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย เช่น IoT Devices Smart Sensors ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ อุปกรณ์สวมใส่อัจฉริยะ (Wearable Devices) ระบบพลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy)

**2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ**

2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการ ผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการ

อันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

2.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

2.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกิน กว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีการรายงานงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่า งบประมาณที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุน หลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้ำประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอนับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

3. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ** (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดฝึกการทำงานระบบควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัดและการสอบเทียบ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

4. **ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ**

ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

5. **หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ**

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

6. **วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร**

วงเงิน 6,992,800.00 บาท (หกล้านเก้าแสนเก้าหมื่นสองพันแปดร้อยบาทถ้วน)

7. **งวดงานและการจ่ายเงิน**

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

8. **อัตราค่าปรับ**

อัตราร้อยละ 0.20 ของราคาสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ

9. **การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)**

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี

**รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

**ชุดฝึกการทำงานระบบควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัดและการสอบเทียบ จำนวน 1 ชุด**

**1. รายละเอียดทั่วไป**

ชุดฝึกการทำงานระบบควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัดและการสอบเทียบ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

| | |
|---|---|
| 1.1 ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ | จำนวน 6 ชุด |
| 1.2 ชุดฝึกการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้ากำลัง | จำนวน 6 ชุด |
| 1.3 ชุดฝึกเซ็นเซอร์ทรานสดิวเซอร์ | จำนวน 6 ชุด |
| 1.4 ชุดฝึกสอบเทียบความดันมาตรฐาน | จำนวน 2 ชุด |
| 1.5 ชุดฝึกสอบเทียบอุณหภูมิมาตรฐาน | จำนวน 1 เครื่อง |
| 1.6 โทรทัศน์แอลอีดี (LED TV) แบบ SMART TV | จำนวน 4 เครื่อง |
| 1.7 โต๊ะปฏิบัติการแบบถอดประกอบ | จำนวน 2 ตัว |
| 1.8 เก้าอี้ปฏิบัติการหัวกลม | จำนวน 40 ตัว |

**2. รายละเอียดครุภัณฑ์ประกอบด้วย**

**2.1 ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 6 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วย**

2.1.1 แหล่งจ่ายแรงดันพร้อมแผงเสียบวงจรทดลอง เป็นกล่องโลหะสามารถยึดอุปกรณ์และบรรจุแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ กล่องจะต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง

2.1.2 แผงเสียบวงจรผลิตจากวัสดุฉนวนไฟฟ้ามีความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 298 มิลลิเมตร พร้อมช่องเสียบวงจรชนิดแบบฝังที่สามารถใช้งานร่วมกับปลั๊กเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร ได้

2.1.3 แผงเสียบวงจรพร้อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ

2.1.3.1 มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดปรับค่าได้ ช่วงแรงดันไม่น้อยกว่า 0 ถึง 30V สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1A พร้อมระบบป้องกัน

2.1.3.2 มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแรงดันคงที่ ขนาด ±5V, ±12V , ±15V สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 0.5A สำหรับแต่ละแรงดัน พร้อมระบบป้องกัน

2.1.3.3 มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับชนิดแรงดันคงที่ ขนาด 0, 6, 12, 24V สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 100mA พร้อมระบบป้องกันความเสียหายของแหล่งจ่ายไฟจากการใช้งาน

2.1.3.4 โพเทนชิโอมิเตอร์ 500 Ohm, 10KOhm, 100KOhm 0.25W

2.1.3.5 ชุดตัวต้านทานคงที่ X10KOhm, X1KOhm, X100Ohm 1W

2.1.3.6 รีเลย์ 12V 1NO/NC

2.1.3.7 มีจุดเชื่อมต่อรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวนไม่น้อยกว่า 35 จุด โดยแต่ละจุดมีขนาด 19 x 19 มิลลิเมตร

2.1.3.8 สามารถใช้ระบบไฟฟ้า 220 V ความถี่ 50 Hz

2.1.4 อุปกรณ์ทดลองสำหรับเสียบบนแผงเสียบวงจรแบบปลั๊กอิน มีคุณลักษณะดังนี้

2.1.4.1 ตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจะติดตั้งอยู่ภายในกล่องพลาสติกเหนียวใส มีสัญลักษณ์แสดงค่าไว้อย่างชัดเจนสามารถทนต่อการขีดข่วน

2.1.4.2 ตัวฐานกล่องพลาสติกมีขาเสียบแบบปลั๊กอินสามารถติดตั้งเข้ากับแผงได้

2.1.5 สามารถทดลองได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1.5.1 การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

2.1.5.2 การวัดค่ากระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

2.1.5.3 การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

2.1.5.4 กฎของโอมห์ I และ II

2.1.5.5 วงจรอนุกรม (Series circuit)

2.1.5.6 วงจรขนาน (Parallel circuit)

2.1.5.7 วงจรผสม (Compound circuit)

2.1.5.8 กำลังไฟฟ้า (Electrical power)

2.1.5.9 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage dividers)

2.1.5.10 วงจรแบ่งกระแส (Current dividers)

2.1.5.11 วงจรบริดจ์ (Bridge circuit)

2.1.5.12 กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's law)

2.1.5.13 ทฤษฎีของเทวินิน (Thevenin's theorem)

2.1.5.14 ทฤษฎีของนอร์ตัน (Norton's theorem)

2.1.5.15 ทฤษฎีการวางซ้อน (Superposition theorem)

2.1.5.16 การเปลี่ยนรูปวงจรแบบสตาร์ – เดลต้า

2.1.5.17 วงจรอนุกรม R – L

2.1.5.18 วงจรอนุกรม R – C

2.1.5.19 วงจรอนุกรม R – L – C

2.1.5.20 วงจรขนาน R – L

2.1.5.21 วงจรขนาน R – C

2.1.5.22 วงจรขนาน R – L – C

2.1.5.23 วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม

2.1.5.24 วงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน

2.1.5.25 ลักษณะสมบัติของไดโอด, ไดโอดในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.5.26 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น, เต็มคลื่นแบบบริดจ์, วงจรเรียงกระแสและกรองกระแส

2.1.5.27 ลักษณะสมบัติของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP และ NPN

2.1.5.28 ลักษณะสมบัติของ Zener diode วงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Zener diode

2.1.5.29 การให้ไบอัสกับทรานซิสเตอร์

2.1.5.30 ลักษณะสมบัติของ FET, UJT

2.1.6 สายต่อวงจรสี ดำ แดง น้ำเงิน พร้อมหัวเสียบทั้งสองด้านเป็นหัวบานาน่าแจ๊ค ใช้กระบวนการเข้าสายด้วยความร้อน ไม่น้อยกว่าสีละ 10 เส้น

2.1.7 ชุดฝึกต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการโรงงาน หรือเป็นโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกระทรวงอุตสาหกรรม หรือได้รับการรับรองมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารหลักฐานแสดงการรับรองดังกล่าวพร้อมการเสนอราคา

2.1.8 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบคู่มือ พร้อมเอกสารประกอบการทดลองเป็นภาษาไทย ทั้งฉบับย่อและฉบับสมบูรณ์พร้อมไฟล์ Word และ PDF จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

**2.2 ชุดฝึกการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้ากำลัง จำนวน 6 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วย**

2.2.1 ตัวควบคุมการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังนี้

2.2.1.1 ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 V ความถี่ 50Hz

2.2.1.2 ติดตั้งโหมดการทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และแบบธรรมดาในโหมดธรรมดาสามารถดูการทำงานได้ที่ตัวเครื่องและสั่งทำงานได้ด้วยสวิตซ์ปุ่มกดภายนอกตามจำนวนระดับของคาปาซิเตอร์แบ็งค์ โดยผ่านคอนแทกเตอร์ทั้ง 2 โหมด

2.2.1.3 สามารถตั้งค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยระบบตัวเลข

2.2.1.4 สามารถตั้งค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ได้ทั้งค่าความจุ และค่าเหนี่ยวนำ

2.2.1.5 สามารถอ่านค่า P.F., VA, A ได้ในตัว

2.2.2 เพาเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์ชนิดเข็มชี้ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังนี้

2.2.2.1 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380/220V ความถี่ 50 Hz

2.2.2.2 เป็นแบบติดแผงมี ขนาด 96x96 มิลลิเมตร

2.2.2.3 มีสเกลแสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ได้ทั้งค่าความจุ และค่าเหนี่ยวนำ

2.2.3 แอมมิเตอร์ จำนวน 3 ตัว โดยแต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.3.1 เป็นแบบติดแผงมี ขนาด 96x96 มิลลิเมตร มีระดับ 1.5 หรือดีกว่า

2.2.4 โวทล์มิเตอร์ จำนวน 3 ตัว โดยแต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.4.1 เป็นแบบติดแผงมี ขนาด 96x96 มิลลิเมตร มีระดับ 1.5 หรือดีกว่า

2.2.4.2 สามารถวัดแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 500 V

2.2.5 ชุดโหลดชนิดค่าความต้านทาน จำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.5.1 มีโหลดชนิดค่าความต้านทาน ต่อใช้งานได้ทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 400 V และกำลังไฟฟ้าร่วม 200W จำนวนไม่น้อย 4 ค่า

2.2.6 ชุดโหลดชนิดตัวเก็บประจุ จำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.6.1 มีชุดโหลดชนิดตัวเก็บประจุ สามารถต่อใช้งานได้ทั้งระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส ที่แรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่เกิน 400 V และสามารถเลือกค่าความจุได้ไม่น้อยกว่า 4 ค่า พร้อมระบบป้องกัน

2.2.6.2 สามารถใช้งานได้ทั้งระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส ที่แรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่เกิน 400 V พร้อมระบบป้องกัน

2.2.6.3 สามารถต่อใช้งานโหลดชนิดตัวเก็บประจุ ได้ทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส แบบโหลดสมดุลพิกัดกำลัง สามารถทนต่อสภาพการใช้งานจริงอย่างต่อเนื่อง

2.2.6.4 สามารถใช้ในการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบ โดยสามารถเลือกค่าความจุของตัวเก็บประจุได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ และสามารถปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบได้ครอบคลุมช่วง 0.70 ถึง 0.80 หรือดีกว่า

2.2.6.5 มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่เหมาะสมกับพิกัดของโหลด เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน

2.2.7 ชุดโหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำ จำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.7.1 สามารถใช้กับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส และ 1 เฟส ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 400 V พร้อมระบบป้องกัน

2.2.7.2 โหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำต่อใช้งานได้ทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส แบบโหลดสมดุลพิกัดกำลัง สามารถทนต่อสภาพการใช้งานจริงอย่างต่อเนื่อง

2.2.7.3 ขนาดกำลังหรือพิกัดของโหลดสามารถทำให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบมีค่าเป็นคาปาซิเตอร์แบ็งค์ปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ ครอบคลุมช่วงได้ตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 ได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ

2.2.7.4 มีชุดอุปกรณ์ป้องกันกระแสที่สัมพันธ์กับขนาดของโหลด

2.2.8 ชุดคาปาซิเตอร์แบ็งค์จำนวน 1 ชุด ไม่น้อยกว่า 6 ระดับ

2.2.8.1 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 380 V

2.2.8.2 มีตัวต้านทานสำหรับคายประจุค่าเหมาะสมสามารถคายประจุได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 นาทีหลังจากปลดวงจรโดยมีแรงดันไฟฟ้าคงเหลือไม่เกิน 75 V

2.2.8.3 มีชุดอุปกรณ์ป้องกันกระแสที่สัมพันธ์กับขนาดของโหลดตัวเก็บประจุแต่ละชุด

2.2.9 วัตต์มิเตอร์ จำนวน 1 ตัว เป็นแบบติดแผงมีขนาดไม่น้อยกว่า 96x96 มิลลิเมตร มีระดับ 1.5 หรือดีกว่า

2.2.10 ชุดเต้ารับและเต้าเสียบที่มีการเชื่อมต่อแบบ 3 ขา พร้อมอุปกรณ์ตัดตอน จำนวน 3 ชุด สามารถนำไปใช้กับโหลดภายนอกได้

2.2.11 ชุดเต้ารับและเต้าเสียบ 5 ขาสำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส พร้อมอุปกรณ์ตัดตอน จำนวน 1 ชุด สามารถนำไปใช้กับโหลดภายนอกได้

2.2.12 ชุดโหลดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส พิกัดแรงดัน 200V/380V ติดตั้งบนฐานแข็งแรง ต่อเป็นแบบสตาร์อย่างถาวร พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 0.5 แรงม้า

2.2.13 ชุดโหลดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (E27) หรือหลอด LED จำนวน 1 ชุด เป็นโหลดที่ประกอบด้วยหลอด 3 หลอด ต่อแบบสตาร์อย่างถาวร

2.2.14 โต๊ะฝึกปฏิบัติการ ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 800x1500x750 มิลลิเมตร พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล มีความหนาไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร ปิดทับด้วยเมลามีนทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC ความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

2.2.14.1 โต๊ะฝึกปฏิบัติการมีแหล่งจ่ายแรงดันระบบไฟฟ้า 220 V ความถี่ 50Hz

2.2.14.2 คอนโซลติดตั้งบนโต๊ะทดลอง มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก ประกอบด้วย

2.2.14.2.1 มีชุดเซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ เป็นชนิด 3 ขั้ว

2.2.14.2.2 มีชุดเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่ว ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมป์

2.2.14.2.3 มีชุดหลอดไฟสัญญาณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เพื่อแสดงสถานะ

2.2.14.2.4 มีจุดจ่ายแรงดันไฟฟ้า (L, N, PE) แบบตัวเสียบแบบป้องกัน ขนาด 4 มิลลิเมตร และมีสวิตซ์ฉุกเฉิน จำนวน 1 ชุด

2.2.14.2.5 มีแผงจ่ายไฟเต้ารับคู่ แบบ 2P+PE 220 V ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด

2.2.14.2.6 มีสายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 3 x1.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร พร้อมปลั๊กแบบ L+N+PE ขนาด 220 V จำนวน 1 ชุด

2.2.14.3 แผงโมดูลอุปกรณ์แก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้ากำลังติดบนแผ่นแบกกาไลท์หรือดีกว่า ความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร พิมพ์สัญลักษณ์ด้วยการซิลสกรีนหรือดีกว่า

2.2.14.4 ชุดรางวางแผงทดลองอลูมิเนียมแบบ 2 ชั้น ความยาวไม่น้อยกว่า 1400 มิลลิเมตร

2.2.14.5 สายเสียบทดลองต้องมีหัวเสียบแบบ 2 ชั้น (SAFETY LEAD) ขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร มีพิกัดความยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 30 เส้น

2.2.15 ชุดฝึกต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการโรงงาน หรือเป็นโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกระทรวงอุตสาหกรรม หรือได้รับการรับรองมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ทั้งนี้ ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารหลักฐานแสดงการรับรองดังกล่าวพร้อมการเสนอราคา

2.2.16 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบคู่มือ พร้อมเอกสารประกอบการทดลองเป็นภาษาไทย ทั้งฉบับย่อและฉบับสมบูรณ์พร้อมไฟล์ Word และ PDF จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

**2.3 ชุดฝึกเซ็นเซอร์ทรานสดิวเซอร์ จำนวน 6 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วย**

2.3.1 ชุดตรวจจับความดันแบบบูร์ดอง (Bourdon) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.1.1 ตัวตรวจจับความดันแบบท่อบูร์ดองแสดงผลแบบเข็มชี้ ขนาดหน้าปัทม์ไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว

2.3.1.2 สามารถรับความดันได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 10 $kg/cm^2$

2.3.2 ชุดตรวจจับความดัน จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.2.1 มีเซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้า (Electronic pressure sensor) มีเอาต์พุต 1: แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง (Switching output) เอาต์พุต 2: มีกรแสไฟฟ้ามาตรฐานช่วง 4 ถึง 20mA

2.3.2.2 มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล หน่วยการแสดงผล bar, kPa, psi หรือดีกว่า

2.3.2.3 มีย่านการวัดตั้งแต่ -1.00 ถึง 10bar หรือ -15 ถึง 145psi

2.3.2.4 สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.2.5 สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันช่วง 18 ถึง 32V DC และมีระบบป้องกันการกลับขั้ว

2.3.3 ชุดกำเนิดความดันชนิดทำงานด้วยมือ (HAND PUMP) ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.3.1 ชุดสร้างแรงดันลมเพื่อทดสอบเซ็นเซอร์ความดัน

2.3.3.2 มีช่วงปรับความดันไม่น้อยกว่า 0 ถึง 1.6 MPa (16 $kg/cm^2$)

2.3.4 ชุดโหลดเซลล์ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.4.1 เป็นแบบวงจรบริดจ์ ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 15VDC

2.3.4.2 สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 380 กรัม

2.3.5 ชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและฮีตเตอร์(TEMPERATURE SENSOR AND HEATER) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.5.1 มีฮีตเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 40W ที่แรงดัน 220V ความถี่ 50Hz

2.3.5.2 มีเซ็นเซอร์แบบเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ชนิด K (Type K)

2.3.5.3 มีเซ็นเซอร์แบบตัวตรวจจับอุณหภูมิแบบต้านทาน (RTD) (PT100)

2.3.6 ชุดตรวจจับระดับแบบลูกลอย 2 ระดับ จำนวน 1 ชุด โดยชุดลูกลอยเป็นสแตนเลส (Stainless) หน้าสัมผัสของลูกลอยเป็นแบบปกติเปิด

2.3.7 ชุดควบคุมระดับ จำนวน 1 ชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.3.7.1 มีโหมดควบคุมเอาต์พุตแบบ High-ON

2.3.7.2 มีโหมดควบคุมเอาต์พุตแบบ Low-ON

2.3.8 ชุดสเตรนเกจ (STRAIN GAUGE) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.8.1 เป็นแบบวงจรบริดจ์ ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 15 VDC

2.3.8.2 มีสัญญาณเอาต์พุตชนิดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานช่วง 4 ถึง 20 mA

2.3.9 ชุดตรวจจับแบบคาปาซิทีฟพร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ (Capacitive Proximity) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.9.1 ตัวเรือนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ระยะตรวจจับครอบคลุมช่วง 0 ถึง 30 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

2.3.9.2 มีเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ PNP

2.3.9.3 สามารถเลือกโหมดการทำงานแบบปกติเปิด/ปิด (NO/NC) ได้

2.3.9.4 ตัวเรือนได้รับมาตรฐาน IP-65 หรือดีกว่า

2.3.9.5 สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.9.6 สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันช่วง 10 ถึง 30V DC และมีระบบป้องกันการต่อกลับขั้ว

2.3.10 ชุดเกจวัดความดันแบบเบลโลว์ (BELLOWS) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.10.1 สามารถรับแรงดันได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 7Bar

2.3.10.2 สามารถปรับตั้งค่าความดันในการทำงานและปรับตั้ง Differential ได้

2.3.10.3 มีเอาต์พุตแบบหน้าสัมผัสปกติเปิด/ปิด (NO/NC)

2.3.11 ชุดแสดงผลการทำงานด้วยแสงหรือเสียง (NPN LOAD, PNP LOAD) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.11.1 สามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า 24V DC

2.3.11.2 มีโหลดแบบสัญญาณแสงและเสียง หรือดีกว่า

2.3.11.3 มีโหลดแบบ PNP และ NPN

2.3.12 ชุดตรวจจับตำแหน่งโดยใช้แสงแบบตัวรับตัวส่ง (Thru-Beam) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.12.1 ตัวเรือนรูปร่างทรงกระบอกหรือแบบทรงเหลี่ยม ขนาดไม่น้อยกว่า 18 มิลลิเมตร

2.3.12.2 สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันช่วง 10 ถึง 30VDC และมีระบบป้องกันการต่อกลับขั้ว

2.3.12.3 มีเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ NPN หรือ PNP

2.3.12.4 ระยะตรวจจับครอบคลุมช่วง 0 ถึง 15 เมตร หรือดีกว่า

2.3.12.5 สามารถทดลองการเบี่ยงเบนเชิงมุมและสามารถตรวจจับวัตถุและสภาวะการทำงานของเซ็นเซอร์ได้

2.3.12.6 สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.13 ชุดตรวจจับตำแหน่งโดยใช้แสงสะท้อนกับวัตถุ (Diffuse Reflective) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.13.1 ตัวเรือนรูปร่างทรงกระบอกหรือแบบทรงเหลี่ยม ขนาดไม่น้อยกว่า 18 มิลลิเมตร

2.3.13.2 สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันช่วง 10 ถึง 30V DC และมีระบบป้องกันการต่อกลับขั้ว

2.3.13.3 มีเอาต์พุตเป็นแบบทรานซิสเตอร์ NPN หรือ PNP

2.3.13.4 มีระยะตรวจจับครอบคลุมช่วง 0 ถึง 200 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

2.3.13.5 สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.14 ชุดตรวจจับตำแหน่งโดยใช้แสงสะท้อนแผ่น (Retro-Reflective) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.14.1 ตัวเรือนรูปร่างทรงกระบอกหรือทรงสี่เหลี่ยม ขนาดไม่น้อยกว่า 18 มิลลิเมตร

2.3.14.2 สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันช่วง 10 ถึง 30V DC และมีระบบป้องกันการต่อกลับขั้ว

2.3.14.3 มีเอาต์พุตเป็นแบบทรานซิสเตอร์ PNP

2.3.14.4 มีระยะตรวจจับครอบคลุมช่วง 0 ถึง 3.5 เมตร หรือดีกว่า

2.3.14.5 สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.15 ชุดตรวจจับแบบอินดักทีฟพร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ (Inductive Proximity) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.15.1 ตัวเรือนรูปร่างทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

2.3.15.2 ระยะตรวจจับครอบคลุมช่วง 0 ถึง 20 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

2.3.15.3 สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันช่วง 10 ถึง 30V DC และมีระบบป้องกันการต่อกลับขั้ว

2.3.15.4 มีเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ สามารถเลือกโหมดการทำงานแบบ NPN, PNP, NO, NC ได้

2.3.15.6 สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.15.7 ตัวเรือนได้รับมาตรฐาน IP-65 หรือดีกว่า

2.3.16 ตัวตรวจจับแสง (Light Sensor) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.16.1 ตัวแปลงสัญญาณวัด

2.3.16.1.1 เป็นตัวแปลงสัญญาณจากชุดตัวตรวจจับแสง (Light Sensor)

2.3.16.1.2 สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาด 220V ความถี่ 50Hz

2.3.16.1.3 สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน

2.3.16.1.4 มีสัญญาณเอาต์พุตชนิดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานช่วง 4 ถึง 20 mA

2.3.16.2 ชุดกำเนิดแสงสามารถปรับความเข้มแสงได้

2.3.16.2.1 โฟโตริซิสเตอร์ (Photo Resistor)

2.3.16.2.2 โฟโตไดโอด (Photo Diode)

2.3.16.2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

2.3.16.2.4 มีชุดกำเนิดแสงสามารถปรับความเข้มของแสงได้และใช้กับชุดตัวตรวจจับได้

2.3.17 ชุดวัดตำแหน่ง (LINEAR SCALE) จำนวน 1 ชุด

2.3.18 ชุดควบคุมกระบวนการและตัวแปลงสัญญาณ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.18.1 สามารถควบคุมแบบ ON/OFF, PD, PID Control ได้

2.3.18.2 สามารถควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนหรือด้านเย็นได้

2.3.18.3 เซ็นเซอร์อินพุต TC, RTD, V, mA

2.3.18.4 จอแสดงผลแบบ LED

2.3.18.5 มีเอาต์พุตแบบรีเลย์

2.3.18.6 สามารถใช้ไฟฟ้าคลอบคลุมช่วง 100 ถึง 240V ความถี่ 50Hz

2.3.19 ชุดวัดและแสดงผล จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.19.1 เครื่องวัดแบบตัวเลขไม่น้อยกว่า 3 ½ หลัก

2.3.19.2 มีจอแสดงผลแบบ LED

2.3.19.3 สามารถรับสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐานช่วง 4 ถึง 20mA และแสดงผลเป็นตัวเลขได้

2.3.20 ชุดแปลงสัญญาณจากโหลดเซลล์ (LOAD CELL TRANSMITTER) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.20.1 ตัวแปลงสัญญาณจากชุด LOAD CELL ให้เป็นสัญญาณมาตรฐานช่วง 4 ถึง 20 mA

2.3.20.2 สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V ความถี่ 50Hz

2.3.21 ชุดลูกตุ้มน้ำหนัก (Load Cell) 5 ลูก 5 ขนาด จำนวน 1 ชุด

2.3.22 ชุดแปลงค่าความเครียดของวัสดุให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า (STRAIN GAUGE TRANSMITTER) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.22.1 ตัวแปลงสัญญาณจากชุด Strain Gauge ให้เป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐานช่วง 4 ถึง 20 mA

2.3.22.2 สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V ความถี่ 50Hz

2.3.23 ชุดโมดูลควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณเข้า-ออก (IO-Link) จำนวน 1 ชุด สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านระบบ IO-link หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

2.3.24 ชุดชิ้นงานทดสอบ (TEST OBJECT) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.24.1 ชิ้นงานแบบ วัตถุโปร่งแสง วัตถุโปร่งใส วัตถุทึบแสง

2.3.24.2 ชิ้นงาน ไม้ พลาสติก เหล็ก ทองเหลือง อลูมิเนียม ทองแดง Stainless

2.3.25 โต๊ะฝึกปฏิบัติการ ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 800x1500x800 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.25.1 พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล มีความหนาไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร ปิดทับด้วยเมลามีนทั้ง 2 ด้านปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

2.3.25.2 ขาโต๊ะทำด้วยโลหะ เคลือบสีฝุ่นอีพ๊อกซี่

2.3.25.3 มีลิ้นชักวางอุปกรณ์

2.3.25.4 มีล้อเลื่อน 4 ล้อ

2.3.26 ชุดรางวางแผงทดลองอลูมิเนียมแบบ 2 ชั้น จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.26.1 มีความยาวไม่น้อยกว่า 1,400 มิลลิเมตร

2.3.26.2 ติดตั้งบนกล่องแหล่งจ่ายไฟ โดยขาตั้งทั้งสองข้างทำจากเหล็กมีความแข็งแรงทนทาน

2.3.27 ชุดกล่องแผงจ่ายกระแสไฟฟ้าเบ็นชนิดติดตั้งบนโต๊ะทดลอง จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.27.1 มีเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักแบบ 2P 10AT IC 6 kA จำนวน 1 ตัว

2.3.27.2 มีเอิร์ทลีค-เซอร์กิตเบรกเกอร์ แบบ 2P 25A IF30mA จำนวน 1 ตัว

2.3.27.3 มีชุดเต้ารับ (2P+PE) 16A 220V จำนวน 2 ชุด

2.3.27.4 มีชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้คลอบคลุมช่วง 0 ถึง 30 V กระแสไฟฟ้า 2A พร้อมฟิวส์ และมีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร 2A จำนวน 1 ชุด

2.3.27.5 มีสายไฟฟ้าสำหรับต่อกับโต๊ะทดลอง ขนาด 3x2.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร พร้อมสายปลั๊ก แบบ L-N-PE 16A 220V จำนวน 1 ชุด

2.3.28 สายต่อทดลองวงจร จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.28.1 สามารถทนค่ากระแสได้ไม่น้อยกว่า 10A แรงดันไฟฟ้า 220V

2.3.28.2 มีความยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร

2.3.28.3 มีสายเสียบแบบเซฟตี้ เป็นหัวเสียบแบบต่อเนื่องขนาดหัวเสียบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

2.3.28.4 มีจำนวนไม่น้อยกว่า 30 เส้น

2.3.28.5 ขั้วเสียบ (Socket) ของชุดฝึกเป็นชนิดนิรภัย (Safety)

2.3.29 ชุดที่แขวนสายทดลอง จำนวน 1 ชุด

2.3.30 ชุดตู้เก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.3.30.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 2 ลิ้นชัก

2.3.30.2 ติดตั้งในโต๊ะอย่างเหมาะสม

2.3.31 ชุดรางย่อยสำหรับแยกทดลอง จำนวน 1 ชุด

2.3.32 ชุดฝึกต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการโรงงาน หรือเป็นโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกระทรวงอุตสาหกรรม หรือได้รับการรับรองมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ทั้งนี้ ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารหลักฐานแสดงการรับรองดังกล่าวพร้อมการเสนอราคา

2.3.33 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบคู่มือ พร้อมเอกสารประกอบการทดลองเป็นภาษาไทย ทั้งฉบับย่อและฉบับสมบูรณ์พร้อมไฟล์ Word และ PDF จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

**2.4 ชุดฝึกสอบเทียบความดันมาตรฐาน จำนวน 2 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วย**

2.4.1 อุปกรณ์วัดความดันมาตรฐาน จำนวน 1 ชุด

2.4.1.1 หน้าจอแสดงผลแบบดิจิตอลมีไฟพื้นหลัง

2.4.1.2 มีบาร์กราฟแสดงระดับการวัดความดัน

2.4.1.3 สามารถใช้งานได้โดยใช้แบตเตอรี่

2.4.1.4 มีมาตรฐาน CSA; Class I, Div 2, Groups A-D rating หรือเทียบเท่า

2.4.1.5 มีมาตรฐานกันฝุ่นกันน้ำ IP67 หรือดีกว่า

2.4.1.6 มีช่วงการวัดความดันครอบคลุมตั้งแต่ -12 ถึง 300 psi หรือดีกว่า

2.4.1.7 มีความแม่นยำในการวัดความดันไม่เกิน ± 0.05% FS หรือดีกว่า

2.4.1.8 มีความแม่นยำในการวัดสุญญากาศไม่เกิน ± 0.1% FS หรือดีกว่า

2.4.1.9 สามารถเลือกหน่วยการวัดความดันได้ไม่น้อยกว่า psi, bar, mbar, kPa, MPa, mmHg และ inHg หรือหน่วยวัดอื่นที่เทียบเท่า

2.4.1.10 สามารถทนค่าความดันระเบิด (Burst pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1200 psi

2.4.1.11 สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิคลอบคลุมช่วง -10 °C ถึง 55 °C หรือดีกว่า

2.4.1.12 มีฟังก์ชันปิดเครื่องอัตโนมัติหากไม่ได้ใช้งาน

2.4.1.13 ขนาดเกลียวสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ขนาด 1/4 NPT

2.4.1.14 มีเอกสารการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 แสดงในวันส่งมอบ

2.4.2 อุปกรณ์สอบเทียบ จำนวน 3 ชิ้น มีคุณลักษณะดังนี้

2.4.2.1 มีเกจวัดแรงดันแบบบูร์ดอง

2.4.2.2 มีเกจวัดแรงดันแบบเบลโล

2.4.2.3 มีเกจวัดแรงดันแบบไดอะแฟรม

2.4.3 อุปกรณ์สร้างความดันมาตรฐาน จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

2.4.3.1 สามารถสร้างความดันได้ในช่วงไม่น้อยกว่า -95kPa ถึง 10 MPa

2.4.3.2 สามารถปรับความดันแบบละเอียดได้

2.4.3.3 มีปริมาตรการเก็บลมไม่น้อยกว่า 3.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.4.3.4 มีระบบล็อคช่วยป้องกันการสลับระหว่างสุญญากาศและความดัน

2.4.3.5 มีวาล์วสำหรับบล็อกลมเพื่อให้ความดันคงที่

2.4.3.6 ขนาดเกลียวสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ขนาด M20 X 1.5

2.4.3.7 มีอุปกรณ์ต่อสำหรับแปลงเกลียวจาก M20 X 1.5 เป็นเกลียวขนาดอื่นไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.4.4 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบคู่มือ พร้อมเอกสารประกอบการทดลองเป็นภาษาไทย ทั้งฉบับย่อและฉบับสมบูรณ์พร้อมไฟล์ Word และ PDF จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

**2.5 ชุดฝึกสอบเทียบอุณหภูมิมาตรฐาน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้**

2.5.1 เครื่องสร้างอุณหภูมิมาตรฐานแบบแห้ง จำนวน 1 เครื่อง

2.5.1.1 มีหน้าจอแสดงผลจอภาพแบบผลึกเหลว (LCD)

2.5.1.2 สามารถแสดงหน่วยการวัดอุณหภูมิ °C และ °F ได้

2.5.1.3 สามารถสร้างอุณหภูมิได้คลอบคลุมช่วง -25 °C ถึง 150 °C หรือดีกว่า

2.5.1.4 มีความละเอียดในการแสดงผลไม่น้อยกว่า 0.01

2.5.1.5 มีความถูกต้องในการวัดตลอดช่วงการวัด ± 0.2 °C Full Range หรือดีกว่า

2.5.1.6 มีค่าความเสถียรตลอดช่วงการวัด ± 0.01 °C Full Range หรือดีกว่า

2.5.1.7 มีค่าความสม่ำเสมอของอุณหภูมิในแนวดิ่งที่ 40 มิลลิเมตร ตลอดช่วงการทำงาน ± 0.05 °C Full Range หรือดีกว่า

2.5.1.8 มีค่าความสม่ำเสมอของอุณหภูมิในแนวนอนตลอดช่วงการทำงาน ± 0.01 °C Full Range หรือดีกว่า

2.5.1.9 มีค่าผลกระทบจากการโหลด (Loading Effect) ตลอดช่วงการทำงาน ± 0.006 °C Full Range หรือดีกว่า

2.5.1.10 มีค่าฮิสเทรีซิส (Hysteresis) 0.025 หรือดีกว่า

2.5.1.11 สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิคลอบคลุมช่วง 0 °C ถึง 50 °C หรือดีกว่า

2.5.1.12 มีระดับความลึกของรูสำหรับสอบเทียบไม่น้อยกว่า 140 มิลลิเมตร

2.5.1.13 สามารถใช้งานร่วมกับช่องเสียบ (Insert) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

2.5.1.14 มีช่องเสียบ (Insert) ที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/8, 1/4, 3/16 และ 3/8 นิ้ว โดยแต่ละขนาดมีจำนวนไม่น้อยกว่า 1 รู

2.5.1.15 มีความสามารถในการเพิ่มอุณหภูมิจาก 23 °C ถึง 140 °C ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที หรือดีกว่า

2.5.1.16 มีความสามารถในการลดอุณหภูมิจาก 23 °C ถึง –25 °C ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที หรือดีกว่า

2.5.1.17 สามารถรับการใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า 220 V ความถี่ 50 Hz

2.5.1.18 มีเอกสารการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 แสดงในวันส่งมอบ

2.5.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

2.5.2.1 หน้าจอแสดงอุณหภูมิแบบดิจิตอลมีไฟพื้นหลัง

2.5.2.2 สามารถวัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลชนิด J, K, T, และ E หรือดีกว่า

2.5.2.3 มีฟังก์ชันแสดงค่าการวัดสูงสุด ต่ำสุดและค่าเฉลี่ย

2.5.2.4 สามารถบันทึกค่าการวัดได้

2.5.2.5 มีฟังก์ชันชดเชยค่าการวัดที่สามารถปรับค่าได้

2.5.2.6 ตัวเครื่องสามารถใช้งานได้โดยแบตเตอรี่

2.5.2.7 สามารถเปลี่ยนหน่วยการวัด °C, °F หรือ K หรือดีกว่า

2.5.2.8 สามารถวัดเทอร์โมคัปเปิลชนิด J ได้ครอบคลุมช่วง -210 °C ถึง 1200 °C และมีค่าความถูกต้องในการวัดที่ช่วงอุณหภูมิสูงกว่า -100 °C อยู่ที่ ±[0.05% + 0.3°C]

2.5.2.9 สามารถวัดเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ได้ครอบคลุมช่วง -200 °C ถึง 1372 °C และมีค่าความถูกต้องในการวัดที่ช่วงอุณหภูมิสูงกว่า -100 °C อยู่ที่ ±[0.05% + 0.3°C]

2.5.2.10 สามารถวัดเทอร์โมคัปเปิลชนิด T ได้ครอบคลุมช่วง -250 °C ถึง 400 °C และมีค่าความถูกต้องในการวัดที่ช่วงอุณหภูมิสูงกว่า -100 °C อยู่ที่ ±[0.05% + 0.3°C]

2.5.2.11 สามารถวัดเทอร์โมคัปเปิลชนิด E ได้ครอบคลุมช่วง -150 °C ถึง 1000 °C และมีค่าความถูกต้องในการวัดที่ช่วงอุณหภูมิสูงกว่า -100 °C อยู่ที่ ±[0.05% + 0.3°C]

2.5.2.12 มีโพรบวัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิล ชนิด J, K, T และ E โดยแต่ละประเภทมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ความยาวโพรบไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร พร้อมสายสัญญาณความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร และหัวปลั๊กเทอร์โมคัปเปิลชนิดละไม่น้อยกว่า 1 เส้น

2.5.2.13 มีเอกสารการสอบเทียบตามมารฐาน ISO/IEC 17025 แสดงในวันส่งมอบ

2.5.3 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบคู่มือ พร้อมเอกสารประกอบการทดลองเป็นภาษาไทย ทั้งฉบับย่อและฉบับสมบูรณ์พร้อมไฟล์ Word และ PDF จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

**2.6 โทรทัศน์แอลอีดี (LED TV) แบบ SMART TV จำนวน 4 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้**

2.6.1 มีความละเอียดของจอภาพ (Resolution) ไม่น้อยกว่า 3840x2160 พิกเซล

2.6.2 มีขนาดจอภาพไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว

2.6.3 สามารถแสดงภาพด้วยหลอดไฟแบ็คไลท์ LED TV

2.6.4 สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ (Smart TV)

2.6.5 เป็นระบบปฏิบัติการ Android Tizen VIDAA U webOS หรือเทียบเท่า

2.6.6 มีช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียงจากอุปกรณ์ภายนอก

2.6.7 มีช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง สามารถรองรับการเล่นไฟล์ภาพ ไฟล์เพลง และไฟล์ภาพยนตร์ได้

2.6.8 มีตัวรับสัญญาณดิจิทัล (Digital) ในตัว

**2.7 โต๊ะปฏิบัติการแบบถอดประกอบ จำนวน 2 ตัว มีคุณลักษณะดังนี้**

2.7.1 โต๊ะปฏิบัติการแบบถอดประกอบได้ พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีนสีขาว

2.7.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 800x1500x750 มิลลิเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร

2.7.3 ปิดขอบโต๊ะโดยรอบด้วย PVC ความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

2.7.4 โครงขาโต๊ะเป็นแบบถอดประกอบได้

2.7.5 ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 38 x 38 มิลลิเมตร และมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

2.7.6 ตัวคานทำด้วยเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 25 x 25 มิลลิเมตร และมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

2.7.7 ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน

2.7.8 ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

**2.8 เก้าอี้ปฏิบัติการหัวกลม จำนวน 40 ตัว มีคุณลักษณะดังนี้**

2.8.1 เป็นเก้าอี้หัวกลมไม่มีพนักพิง สามารถปรับระดับสูง-ต่ำของที่นั่งได้

2.8.2 ที่นั่งเป็นไม้จริงเนื้อแข็งความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร ลงน้ำยารักษาเนื้อไม้แล้วพ่นทับด้วยแลคเกอร์

2.8.3 มีขาเหล็กจำนวน 4 ขา ปลายขามีวัสดุรองกันการขูดขีดพื้น

2.8.4 มีที่พักเท้าทำด้วยโลหะเชื่อมติดเป็นโครงสร้างเดียวกัน

**3. เงื่อนไขอื่นๆ**

3.1 เงินค่าครุภัณฑ์รายการ ชุดฝึกการทำงานระบบควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัดและการสอบเทียบ จำนวน 1 ชุด สำหรับจัดซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน-เงินจัดสรร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 มีผลบังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2570 จากสำนักงบประมาณแล้วสำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งนี้ มหาวิทยาลัยสามารถยกเลิกการจัดหาได้

3.2 ผู้เสนอราคาต้องยืนราคาไม่น้อยกว่า 120 วัน ตั้งแต่วันเสนอราคาโดยภายในกำหนดยืนราคาผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ได้เสนอไว้ และจะถอนการเสนอราคามิได้

3.3 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบครุภัณฑ์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ พร้อมติดตั้ง ณ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี โดยดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าประจำตำแหน่งที่ติดตั้งครุภัณฑ์เข้ากับจุดจ่ายไฟที่มหาวิทยาลัยจัดเตรียมไว้ให้พร้อมตรวจสอบและทดสอบการทำงานของครุภัณฑ์ให้เป็นไปตามคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดจนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแก่ผู้ใช้งานจนสามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

3.4 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้วและในระยะรับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุกๆ 6 เดือน หากเกิดการชำรุดผู้เสนอราคาต้องดำเนินการซ่อม และแก้ไขให้ใช้การได้ดีดังเดิมภายในเวลา 15 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้ง

3.5 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยกับครุภัณฑ์ที่เสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสารผลิตภัณฑ์พร้อมระบุหน้าที่ปรากฏในแคตตาล็อกและรายละเอียดคุณลักษณะ