

โครงการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดห้องปฏิบัติการเตรียมความพร้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีไฟฟ้า เข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

แขวงวิชรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

1. ความเป็นมา

เนื่องจากประเทศไทยในปี พ.ศ. 2560 มีการนำโมเดลขับเคลื่อนประเทศไทย Thailand 4.0 สู่มั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน ดังนั้นจากการที่สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำหรับปีการศึกษา 2562 จึงได้จัดทำรายวิชาให้เหมาะสมรองรับการนำความคิดใหม่ + เทคโนโลยี เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน สถานประกอบการ และความเหมาะสมกับอาชีพที่นักศึกษาไปประกอบอาชีพในอนาคต ให้มีความความทันสมัยต่อเทคโนโลยี เศรษฐกิจ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา สถานศึกษาจึงจำเป็นต้องพัฒนานักศึกษาให้พัฒนากระบวนการคิด การทำงานที่เป็นระบบ สามารถนำเสนองานให้ผู้ร่วมงานเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้

จากการได้ปรับปรุงหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ทั้ง 2 หลักสูตรพบว่า นโยบายรัฐบาลและนโยบายของการจัดการเรียนการสอน การเรียนการสอนของกรมอาชีวศึกษา(การผลิตบัณฑิตสำหรับสอนนักศึกษาในระดับ ปวช. ปวส.) มุ่งเน้นการเรียน การสร้างงานวิจัย การสร้างนวัตกรรมให้กับชุมชนเพื่อลดการใช้แรงงานและเพิ่มผลผลิต ซึ่งทำให้หลักสูตรที่ได้จัดทำขึ้นเน้นการเรียนการสอนเพื่อให้บัณฑิตที่จบไปเพื่อเป็นครูช่าง / นักเทคโนโลยี สามารถคิดและทำได้ก่อนออกไปทำงานจริง โดยพัฒนาคนควบคู่กับเทคโนโลยี ดังนั้นหากเราสามารถผลิตบัณฑิตที่สามารถเป็นอาจารย์สอนในสถาบันการศึกษาโดยปัจจุบันการเรียนการสอนจะเน้นการคิดและปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพจริงส่งผลให้การสร้างผลงานและสร้างสื่อการเรียนบัณฑิตที่จบไปสามารถต่อยอดกับการผลิตช่างฝีมือที่มีคุณภาพ มีแนวคิด มีการนำเทคโนโลยีมาใช้งานให้เกิดประโยชน์และรวดเร็ว สำหรับการทำงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ที่เน้นการใช้องค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์

ซึ่งสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มีความตั้งใจจัดทำห้องปฏิบัติการเตรียมความพร้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีไฟฟ้าเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1) การเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าพื้นฐานสำหรับการเรียนเพื่อให้เกิดการใช้งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำเครื่องมือวัดที่ได้ไปต่อยอดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม รวมไปถึงรองรับงานวิจัย

ส่วนที่ 2) เครื่องมือที่ใช้สำหรับผลิตสื่อการเรียนการสอนรองรับวิชาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีไฟฟ้าทั้งหมด สำหรับนักศึกษาได้พัฒนาต่อยอดไอเดียที่ได้จากการคิด สร้าง เป็นชิ้นงานเพื่อใช้งานในกระบวนการเรียนรู้จริง

ส่วนที่ 3) ต้นแบบชุดฝึกพื้นฐานสำหรับให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการออกแบบ/วิธีการคิด/วิธีการสร้าง จากชุดต้นแบบที่ได้เคยใช้งานกับนักศึกษาในระดับต่าง ๆ มาแล้ว

ส่วนที่ 4) ชุดเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เพื่อการต่อยอดให้นักศึกษาเข้าไปปฏิบัติงานจริงกับภาคอุตสาหกรรม เก็บผลการตรวจวัดที่ได้จากเครื่องมือมาวิเคราะห์หาความผิดปกติของเครื่องจักร วิเคราะห์วิธีการบำรุงรักษา วิเคราะห์ผลประหยัดที่ได้จากการปรับปรุงหรือการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนและมีหลักการ

ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จะเกิดกับ นักศึกษา อาจารย์ ชุมชน สถานประกอบการ รวมถึงสามารถนำไปถ่ายทอดสำหรับการบริการวิชาการให้กับบุคคลภายนอกสถานศึกษา โดยห้องปฏิบัติการดังกล่าวจะทำการเป็นห้องปฏิบัติการกลางที่นักศึกษาจากทุกสาขาวิชา สามารถมาใช้งานนอกเวลาเรียน ทางด้านการออกแบบ การสร้างสื่อ สร้างสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม โดยมีเครื่องมือรองรับจนครบกระบวนการ ซึ่งรองรับกับการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและสาขาวิชาฯ เพื่อรองรับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ระยะ 15 ปี

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

ใช้สำหรับวิชา รองรับการพัฒนาสื่อการสอนที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาอื่นๆ การออกแบบโครงการ การออกแบบสื่อการเรียนการสอน การพัฒนางานวิจัยและงานบริการวิชาการ สำหรับหลักสูตร หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต/หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และสาขาวิชาอื่นๆ ในระดับปริญญาตรี การใช้งานห้องปฏิบัติการเตรียมความพร้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีไฟฟ้า เข้าสู่ อุตสาหกรรม 4.0 รองรับนักศึกษาที่ต้องการออกแบบหรือต้องการผลิตสื่อ สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรมเพื่อการแข่งขัน การออกแบบและสร้างรายวิชาโครงการ รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสื่อการสอนที่เกี่ยวข้องกับ รายวิชาทางวิศวกรรมไฟฟ้า เช่น ระบบควบคุม วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก อิเล็กทรอนิกส์กำลัง การ ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ไมโครโพรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ การพัฒนาการสอนวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และ รายวิชาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและพลังงานทดแทน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน สร้างสื่อการเรียนการสอน สร้างชุดฝึก สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน การเรียนการสอน การวิจัย ด้านบริการวิชาการ ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

2.2 เพื่อให้ได้ครุภัณฑ์ที่เป็นชุดเครื่องมือพื้นฐานสำหรับนักศึกษา ประกอบการเรียนการสอน ที่เหมาะสม และทันสมัย

2.3 เพื่อให้อาจารย์มีเครื่องมือสำหรับสร้าง ออกแบบ และเครื่องมือวัดสำหรับงานวิจัย และบริการวิชาการ

2.3 เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ใช้เครื่องมือตั้งแต่ขั้นพื้นฐาน จนถึงการใช้เครื่องมือในงานอุตสาหกรรม สำหรับ นำมาวิเคราะห์ระบบได้

2.4 เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ วิเคราะห์ผลที่ได้จากชุดต้นแบบ และนำมาสร้างสื่อการเรียนการสอน และชุดฝึก

3. คุณสมบัติ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย

2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่ รัฐมนตรีว่าการ กระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงาน ของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ ภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

7. เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็น ผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม ตามข้อ 5 ของเอกสารซื้อด้วยอิเล็กทรอนิกส์

9. ไม่เป็นผู้ได้รับสิทธิหรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้ มีคำสั่งให้สละสิทธิและความคุ้มกันเช่นนั้น

10. ผู้เสนอราคาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

11. ผู้เสนอราคาซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลางตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

12. ผู้เสนอราคาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายหรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

13. ผู้เสนอราคาซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายในแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

4. รูปแบบรายการหรือคุณลักษณะเฉพาะ

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการเตรียมความพร้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีไฟฟ้า เข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

รายการประกอบที่ 1 ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปแบบวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณ (Digital Storage Oscilloscope 2-Channel Models) จำนวน 2 รายการ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1.1 ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปแบบวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณ (Digital Storage Oscilloscope 2-Channel Models) จำนวน 8 เครื่อง

- 1.1.1 เป็นเครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีช่วงความถี่ไม่ต่ำกว่า 50 MHz หรือมากกว่า
- 1.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 1.1.3 มีโหมดทำงานในการวัดสัญญาณแบบอัตโนมัติ
- 1.1.4 มีโหมดการวัดสัญญาณแบบอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 30 แบบหรือมากกว่า โดยจะต้องสามารถวัดค่าพีค คาบเวลา ความถี่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และ ค่าเฉลี่ยของสัญญาณ ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.1.5 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว
- 1.1.6 รองรับการใช้งานได้หลายภาษา
- 1.1.7 มี USB Memory, USB Device Port ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง สำหรับบันทึก Waveform และ ค่า Set up
- 1.1.8 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz
- 1.1.9 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 1.1.10 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลา 1 ปี
- 1.1.11 สายไฟ AC Power Cord จำนวน 1 เส้น/เครื่อง
- 1.1.12 หนังสือคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษโดยละเอียด 1 เล่ม

1.2 แคลมป์วัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ/ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 40 แอมป์ (Clamp for AC/DC Current 40 A) จำนวน 3 เครื่อง

- 1.2.1 มีลักษณะเป็น Clamp-on probe สามารถใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคปทั่วไปได้
- 1.2.2 สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ขนาดไม่น้อยกว่า 40 แอมป์ หรือมากกว่า
- 1.2.3 ความถี่ใช้งานไม่น้อยกว่า 10 kHz หรือมากกว่า
- 1.2.4 ค่าความแม่นยำในการวัด $\leq 2.5\%$ หรือดีกว่า
- 1.2.5 ตัวเครื่องได้รับมาตรฐาน IP40 (IEC 529) หรือดีกว่า โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 1.2.6 ขนาดของแคลมป์วัดกระแสเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 31 มิลลิเมตร

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 1.2.7 ใช้แบตเตอรี่ขนาด 9 V หรือดีกว่า
- 1.2.8 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษโดยละเอียด 1 เล่ม
- 1.2.9 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลา 1 ปี

รายการประกอบที่ 2 เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Power Supply) จำนวน 10 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 2.1 ภายในชุดประกอบด้วยเป็นแหล่งจ่ายไฟแบบ DC ที่สามารถปรับค่าความต่อเนื่องแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0-30 V หรือดีกว่า และกระแสได้ตั้งแต่ 0-3 A หรือดีกว่า จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า และมีแหล่งจ่ายคงที่ 1 ช่อง ที่แรงดันไม่ต่ำกว่า 5 V กระแสไม่น้อยกว่า 3A
- 2.2 จอแสดงผลแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสแบบ LED หรือดีกว่า
- 2.3 มีหูหิ้วเพื่อการเคลื่อนย้าย
- 2.4 มีค่าความแตกต่างของแรงดัน (Load and line regulation) 0.01 % หรือดีกว่า
- 2.5 มีค่าความแตกต่างของกระแส (Load and line regulation) 0.02 % หรือดีกว่า
- 2.6 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 2.7 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 2.8 คู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 3 เครื่องกำเนิดสัญญาณปรับความถี่ (Function Generators) จำนวน 10 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 3.1 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณ sine wave, square wave และ triangle wave มีความถี่ไม่ต่ำกว่า 0.1 Hz - 3MHz สามารถปรับค่าแรงดันไม่ต่ำกว่า 20 Vp-p (50 โอห์ม) หรือดีกว่า
- 3.2 มี Distortion factor ไม่ต่ำกว่า 0.3% ที่ 20Hz - 20KHz สำหรับ sine wave หรือดีกว่า
- 3.3 ค่า rise time และ fall time ไม่ต่ำกว่า 25 ns เป็นแบบ square wave หรือดีกว่า
- 3.4 ค่า TTL lever ไม่น้อยกว่า 3 Vp-p เป็นแบบ TTL output หรือดีกว่า
- 3.5 มีหน้าจแสดงผลแบบ LED หรือดีกว่า
- 3.6 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 3.7 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.8 คู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 4 เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัล ชนิดพกพา (Digital Multimeter) จำนวน 18 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 4.1 เป็นเครื่องมือวัดดิจิทัลมัลติมิเตอร์ ชนิดพกพาสามารถวัดแรงดันไฟฟ้า AC/DC กระแสไฟฟ้า AC/DC, ความต้านทาน, ความถี่, ความจุไฟฟ้า, อุณหภูมิ, ทดสอบไดโอด, สามารถแสดงผลการวัดแบบ True RMS/Mean ของไฟฟ้ากระแสสลับ และแสดงผลค่าข้อมูลการวัดได้ หรือมากกว่า
- 4.2 มีฟังก์ชัน Data hold/auto hold/range hold, Maximum/Minimum/average value, relative value, memory, logging mode memory, auto power off, back light หรือดีกว่า
- 4.3 แสดงผลเป็นตัวเลข บนจอแสดงผลชนิด LCD หรือ 7-segment แสดงค่าสูงสุดไม่น้อยกว่า 6,000 COUNTS พร้อม Analog Bar graph ไม่น้อยกว่า 31-segment

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 4.4 มีการแสดงขั้วไฟฟ้า, การเกิด Over range และแบตเตอรี่ต่ำ หรือมากกว่า
- 4.5 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงวัดได้สูงสุด 1000 V DC. หรือดีกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 0.09\% + 2$ digit ที่ย่านวัด 600 V หรือดีกว่า
- 4.6 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับวัดได้สูงสุด 1000 V AC. หรือดีกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 0.5\% + 5$ digit ที่ย่าน 600 V หรือดีกว่า
- 4.7 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงวัดได้สูงสุด 10 A DC. หรือดีกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 0.5\% + 5$ digit ที่ย่าน 600 mA หรือดีกว่า
- 4.8 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับวัดได้สูงสุด 10 A AC. หรือดีกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 0.75\% + 5$ digit ที่ย่าน 600 mA หรือดีกว่า
- 4.9 ย่านวัดความต้านทาน วัดได้สูงสุดที่ $60 \text{ M}\Omega$ หรือดีกว่า
- 4.10 ย่านวัดค่าความถี่ วัดได้สูงสุด 99.99 kHz หรือดีกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 0.02\% \pm 1$ digit หรือดีกว่า
- 4.11 ย่านวัดความจุไฟฟ้าวัดได้สูงสุด $1000 \mu\text{F}$ หรือดีกว่า โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 2\% \pm 5$ digit ที่ย่าน 10 μF หรือดีกว่า
- 4.12 มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 2 เส้น/เครื่อง
- 4.13 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 4.14 การรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.15 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 5 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า แบบดิจิตอล (Digital AC Clamp Power Meter) ชนิดพกพา จำนวน 5 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 5.1 เป็นเครื่องวัดแคลมป์มิเตอร์ที่สามารถวัดค่ากำลังไฟฟ้าได้
- 5.2 สามารถดูข้อมูลผ่าน Smartphone และรับ-ส่ง ผ่าน Bluetooth 4.0 หรือดีกว่า
- 5.3 สามารถวัดค่ากำลังไฟฟ้าหนึ่งเฟสและแบบสามเฟสแบบสมมูลได้
- 5.4 ย่านวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้ตั้งแต่ 0.06 A จนถึง 600 A หรือดีกว่า มีค่าความแม่นยำ $\pm 0.7\% \pm 3$ digit หรือดีกว่า
- 5.5 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ตั้งแต่ 80 V จนถึง 600 V หรือดีกว่า มีค่าความแม่นยำ $\pm 1.3\% \pm 3$ digit หรือดีกว่า
- 5.6 สามารถแสดงค่าที่วัดไปยังสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตได้
- 5.7 สามารถแสดงค่าในรูปแบบ PDF และบันทึกข้อมูลในรูปแบบ CSV เพื่อแก้ไขในภายหลังใน Excel ได้
- 5.8 ช่วงอุณหภูมิที่สามารถใช้งานระหว่าง 30 ถึง 65 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 5.9 วัดค่ากำลังไฟฟ้าแบบเฟสเดียวระหว่าง 0.005 กิโลวัตต์ ถึง 360.0 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
- 5.10 วัดค่ากำลังไฟฟ้าแบบสามเฟสสมมูล 3 สาย ระหว่าง 0.020 กิโลวัตต์ ถึง 623.50 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
- 5.11 วัดค่ากำลังไฟฟ้าแบบสามเฟสสมมูล 4 สาย ระหว่าง 0.040 กิโลวัตต์ ถึง 1080.0 กิโลวัตต์
- 5.12 ขนาดของแคลมป์วัดกระแสไม่น้อยกว่า $\phi 46 \text{ mm}$ หรือดีกว่า
- 5.13 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 5.14 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลา 1 ปี

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 5.15 มีสายสัญญาณสำหรับวัดแรงดัน จำนวน 2 เส้น/เครื่อง
- 5.16 มีกระเปาะสำหรับใส่เครื่องมือ จำนวน 1 ใบ/เครื่อง
- 5.17 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 6 ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปแบบวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ (Digital Storage Oscilloscope 4-Channel Models) จำนวน 3 รายการ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

6.1 ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปแบบวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ (Digital Storage Oscilloscope 4-Channel Models) จำนวน 1 ชุด

- 6.1.1 เป็นเครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีช่วงความถี่ไม่ต่ำกว่า 200 MHz หรือดีกว่า
- 6.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 6.1.3 มีโหมดทำงานในการวัดสัญญาณแบบอัตโนมัติ
- 6.1.4 มีโหมดการวัดสัญญาณแบบอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 29 แบบหรือมากกว่า โดยจะต้องสามารถวัดค่าพีค คาบเวลา ความถี่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของสัญญาณ ได้เป็นอย่างน้อย
- 6.1.5 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว
- 6.1.6 รองรับการใช้งานได้หลายภาษา
- 6.1.7 สามารถรับแรงดันสูงสุดทางด้านอินพุทไม่น้อยกว่า $(1\text{ M}\Omega)$ 300 V_{RMS} หรือดีกว่า
- 6.1.8 สามารถจับภาพรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าได้สูงสุด 5,000 wfms หรือดีกว่า
- 6.1.9 มี Offset range อยู่ระหว่าง 2 mV/div ถึง 200 mV/div หรือดีกว่า
- 6.1.10 มี Input sensitivity range ได้ไม่น้อยกว่า 2 mV/div ถึง 5 V/div หรือดีกว่า
- 6.1.11 มี USB Memory, USB Device Port ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง สำหรับบันทึก Waveform
- 6.1.12 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V, 50 Hz
- 6.1.13 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 6.1.14 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 6.1.15 มีสายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 6.1.16 หนังสือคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษไม่น้อยกว่า 1 เล่ม

6.2 โพรบวัดแรงดันแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential probe) จำนวน 3 ชุด

- 6.2.1 สามารถใช้งานกับออสซิลโลสโคปทั่วไปได้
- 6.2.2 สามารถวัดสัญญาณโดยที่มีจุดเทียบต่างกันได้
- 6.2.3 แบนด์วิธ (Bandwidth) ใช้งาน DC to 100 MHz (-3dB) หรือดีกว่า
- 6.2.4 สามารถปรับอัตราการลดทอนของโพรบได้ตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 1:100/1000 หรือดีกว่า
- 6.2.5 มีค่าความแม่นยำ $\pm 2\%$ หรือดีกว่า
- 6.2.6 สัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 0.9 mVrms
- 6.2.7 มีคู่มือประกอบการใช้งาน เป็นภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 6.2.8 มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี

6.3 แคลมป์วัดกระแส 30 แอมป์ (Clamp on Probe 30 A) จำนวน 2 ชุด

- 6.3.1 มีลักษณะเป็น Clamp-on probe
- 6.3.2 ความถี่ใช้งานไม่น้อยกว่า DC ถึง 50 MHz
- 6.3.3 ย่านการวัดกระแสอินพุทสูงสุด 30 A_{RMS} หรือดีกว่า

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 6.3.4 ขอบขาขึ้นการวัด (Rise time) 7.0 ns หรือดีกว่า
- 6.3.5 ค่าความแม่นยำ $\pm 1.0\%$ of rdg ± 1 mV หรือดีกว่า
 - อัตราทางแรงดันเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 0.1 V/A หรือดีกว่า
 - สัญญาณรบกวน 2.5 mA_{RMS} หรือดีกว่า
 - อัตราของแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 5.6 VA หรือดีกว่า
- 6.3.6 มีคู่มือประกอบการใช้งาน ภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 6.3.7 มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี
- 6.3.8 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์

รายการประกอบที่ 7 เครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า 3 เฟส (Power Quality Analyzer) แบบมัลติฟังก์ชัน คลาส A จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 7.1 เป็นเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าได้มาตรฐาน IEC61000-4-30 Class A เป็นอย่างน้อย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 7.2 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้าสลับและตรง AC/DC ได้ ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่วัดได้ 1 เฟส 2 สาย จนถึง 3 เฟส 4 สาย แรงดันอินพุตอย่างต่ำ 600 โวลต์ Measurement Category : CAT IV (ระดับความปลอดภัยของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (CAT IV : เป็นการวัดไฟฟ้าที่จุดจ่ายไฟเข้าระบบหรืออาคาร เป็นจุดที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันหลัก) และวัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดได้ 500 A หรือดีกว่า
- 7.3 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 7.4 มีการรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 7.5 มีช่องรับสัญญาณอินพุตวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ อย่างน้อย 4 ช่อง หรือดีกว่า
- 7.6 มีช่องรับสัญญาณอินพุตวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ อย่างน้อย 4 ช่อง หรือดีกว่า
- 7.7 ความแม่นยำของการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ (50/60 Hz) $\pm 0.1\%$ ของระดับแรงดันไฟฟ้าหรือแรงดันของระบบ
- 7.8 ความแม่นยำของการวัดกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ (50/60 Hz) $\pm 0.2\%$ rdg. $\pm 0.1\%$ f.s. + ความแม่นยำของแคมป์วัดกระแสที่ใช้
- 7.9 ความแม่นยำของการวัด Active power ที่ความถี่ (50/60 Hz) $\pm 0.2\%$ rdg. $\pm 0.1\%$ f.s. + ความแม่นยำของแคมป์วัดกระแสที่ใช้
- 7.10 มีระบบวัดค่าพื้นฐานที่วัดแรงดันไฟฟ้า เช่น RMS voltage, Frequency, DC voltage, Harmonic, Inter-harmonic, Total harmonic, Waveform voltage peak เป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า
- 7.11 มีระบบวัดค่าพื้นฐานที่วัดกระแสไฟฟ้า เช่น RMS current, Waveform current peak, Harmonic current phase angle, Harmonic current, Inter-harmonic current, Current Unbalance factor, (Zero-phase /Negative-phase), DC current (เมื่อใช้กับแคมป์วัดกระแสที่เข้ากันได้) เป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า
- 7.12 มีระบบวัดค่าพื้นฐานที่วัดกำลังไฟฟ้า เช่น Active power, Reactive power, Apparent power, Power factor, Harmonic power, Active energy, Reactive energy เป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า

- 7.13 มีระบบวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า เช่น Transient overvoltage, Voltage swell, Voltage dip, Interruption, Inrush current, Frequency fluctuations, Voltage waveform comparison, Timer, External events เป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า
- 7.14 มีระบบวิเคราะห์ Harmonic ได้ระหว่าง Orders ที่ 0 ถึง 50th หรือดีกว่า
- 7.15 มีระบบวิเคราะห์ Inter-Harmonic (voltage/ current) ได้ระหว่าง 0.5th ถึง 49.5th orders หรือดีกว่า
- 7.16 สามารถวัด Transient overvoltage ได้สูงสุด 6,000 V_{peak} หรือดีกว่า
- 7.17 สามารถบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำภายนอก SD memory Card ไม่น้อยกว่า 2 GB หรือดีกว่า
- 7.18 มีระบบเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เช่น SD Card, RS-232, LAN, USB2.0 เป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า มีซอฟต์แวร์สำหรับเรียกดูข้อมูลได้ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงาน โดยแสดงผลเป็นกราฟและข้อมูลได้
- 7.19 มีระบบนาฬิกาแสดงค่า วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที, วินาที ได้เป็นอย่างน้อย
- 7.20 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
- 7.21 ระบบไฟเลี้ยงใช้ AC Adapter 12 VDC, แรงดันไฟฟ้าเข้า 100VAC to 240VAC, 1.7Amax, 50/60Hz และ Battery Recharger ขนาดไม่ต่ำกว่า 4,500 mAh
- 7.22 มี Clamp On Sensor สามารถวัดได้ไม่น้อยกว่า 500 A AC อย่างน้อย 3 ชุด
- 7.23 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 7.24 มี Clamp On Sensor AC/DC วัดกระแสได้ไม่น้อยกว่า 600A อย่างน้อย 1 ชุด
- 7.25 มี Voltage Cord จำนวนไม่น้อยกว่า 8 เส้น
- 7.26 มี Magnetic Adapter จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
- 7.27 มี AC Adapter จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 7.28 มี USB Cable จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 7.29 มี Battery Pack จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 7.30 มี SD Card ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 7.31 มี CD Software จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

รายการประกอบที่ 8 เครื่องแกะสลัก (CNC Engraving) จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

เป็นเครื่องแกะสลักซีเอ็นซี ที่สามารถใช้งานได้ทั้งการตัดขาด หรือรวมไปถึงงานแกะสลัก ฉลุวดลาย ลงบนพื้นผิววัสดุได้หลายชนิด เช่น แผ่นไม้แผ่นพลาสติก รวมจนถึงหินอ่อน และสามารถกัด PCB ได้ เครื่องแกะสลัก CNC สามารถรองรับไฟล์งานที่หลากหลายประเภท

- 8.1 ขนาดพื้นที่และสลัก-ตัด ไม่น้อยกว่า 600X900 มม. หรือดีกว่า
- 8.2 ความสูงในแกน Z ไม่น้อยกว่า 100 มม. หรือดีกว่า
- 8.3 ความเร็วสูงสุดขณะเคลื่อนตัวเปล่า 0-4000 มม/นาที หรือดีกว่า
- 8.4 ความเร็วสูงสุดกัดชิ้นงาน 0-3000 มม/นาที หรือดีกว่า
- 8.5 ความละเอียด 0.02 มม หรือดีกว่า
- 8.6 ความแม่นยำในการกลับสู่ตำแหน่งเดิม 0.01 มม หรือดีกว่า
- 8.7 สามารถรองรับภาษา GCODE,PLT,MMG,ARTCAM.TYPE3 เป็นอย่างน้อย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 8.8 สามารถใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์ WENTAI,AUTOCAD,CORELDRAW,ILLVSTRATOR,RHINO,3DMAX เป็นอย่างน้อย
- 8.9 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดไม่เกิน 2KW
- 8.10 ความเร็วของหัวแกะ ปรับความเร็วได้ตามความเหมาะสม
- 8.11 ชนิดการระบายความร้อนของหัวแกะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ทำให้ไม่เกิดฝุ่นฟุ้ง
- 8.12 ความเร็วหัวแกะไม่น้อยกว่า 24,000 RPM หรือดีกว่า
- 8.13 ใช้กระแสไฟ AC 220V, 50/60Hz
- 8.14 หน่วยความจำ 32 MB หรือดีกว่า
- 8.15 โครงสร้างเครื่องจักร เป็นแบบอลูมิเนียมหล่อ/โลหะ
- 8.16 ระบบรางเลื่อนแกน X,Y,Z ROUND ORBIT
- 8.17 ระบบขับเคลื่อน X,Y,Z BALL SCREW
- 8.18 ปลายดอกรองรับ (มม) 0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,1,1.5,2,3,4,5,6 หรือมากกว่า
- 8.19 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 8.20 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยอย่างน้อย 1 ชุด
- 8.21 มีโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานของเครื่องแกะสลัก CNC Engraving อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

รายการประกอบที่ 9 เครื่องพิมพ์ (3D Printer) จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 9.1 พื้นที่การพิมพ์งานภายในสี่เหลี่ยมไม่น้อยกว่า 200 x 200 x 200 ตารางมิลลิเมตร หรือมากกว่า
- 9.2 ตัวเครื่องมาพร้อมระบบหัวฉีดอย่างน้อย 2 หัวที่ทำงานแยกกันอย่างอิสระ
- 9.3 สามารถพิมพ์พลาสติกที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส
- 9.4 มีฐานทำความร้อนที่เป็นกระจกติดแม่เหล็ก
- 9.5 สามารถสั่งงานผ่าน USB และ SD CARD หรือดีกว่า
- 9.6 มีหน้าจอ LCD แบบ Touchscreen
- 9.7 มีหัวพิมพ์ขนาด 0.4 มม. หรือดีกว่า
- 9.8 มีพลาสติกที่สามารถพิมพ์ได้ชนิด ABS จำนวนไม่น้อย 10 ม้วน
- 9.9 มีพลาสติกที่สามารถพิมพ์ได้ชนิด PLA จำนวนไม่น้อย 10 ม้วน
- 9.10 มีพลาสติกที่สามารถพิมพ์ได้ชนิด PVA จำนวนไม่น้อย 5 ม้วน
- 9.11 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 9.12 มีสายไฟ AC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น
- 9.13 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 9.14 มี CD Software จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

รายการประกอบที่ 10 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) จำนวน 2 รายการ ประกอบด้วย

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

10.1 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) จำนวน 1 ชุด

- 10.1.1 สามารถใช้ย่านการวัดรอบแบบใช้แสง ย่านการวัดกว้างจาก 10 ~ 99,999 RPM หรือดีกว่า
- 10.1.2 สามารถใช้ย่านการวัดรอบแบบสัมผัส ย่านการวัดกว้างจาก 0.5 ~ 19,999 RPM หรือดีกว่า
- 10.1.3 ความละเอียดวัดรอบแบบใช้แสงความถูกต้องของการวัดไม่เกิน 0.1 RPM (เมื่อวัด < 1,000 RPM) , ไม่เกิน 1 RPM (เมื่อวัด ≥ 1,000 RPM) หรือดีกว่า

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 10.1.4 ความละเอียดวัดรอบแบบสัมผัสความถูกต้องของการวัดไม่เกิน 0.1 RPM (เมื่อวัด < 1,000 RPM) , ไม่เกิน 1 RPM (เมื่อวัด \geq 1,000 RPM) หรือดีกว่า
- 10.1.5 จอแสดงผลจอ LCD แสดงผลไม่ต่ำกว่า 5 หลัก หรือดีกว่า
- 10.1.6 ความเที่ยงตรง $\pm(0.05\%+1\text{หลัก})$ หรือดีกว่า
- 10.1.7 เวลาในการสุ่มการวัดรอบด้วยแสงใน 1 วินาที วัดที่ความเร็วตั้งแต่ 60 RPM ขึ้นไป
- 10.1.8 เวลาในการสุ่มการวัดรอบแบบสัมผัสใน 1 วินาที วัดที่ความเร็วตั้งแต่ 6 RPM ขึ้นไป
- 10.1.9 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10.1.10 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด

10.2 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Stroboscopes) จำนวน 1 ชุด

- 10.2.1 มีอัตรายิงแฟลชสูงสุด 12,500 แฟลชต่อวินาที หรือดีกว่า
- 10.2.2 มี Flash setting และ Display resolution ระหว่าง 100 ถึง 9999 f/min ที่ 0.1 f/min หรือดีกว่า และ ระหว่าง 10000 ถึง 12500 f/min ที่ 1 f/min หรือดีกว่า
- 10.2.3 ย่านการวัดความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 40-59000 r/min
- 10.2.4 มีความแม่นยำ ± 0.5 r/min หรือ ± 0.01 of reading หรือดีกว่า
- 10.2.5 มีหน้าจแสดงผล LCD หรือดีกว่า
- 10.2.6 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10.2.7 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 11 เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (Infrared Thermometer) จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 11.1 วัดอุณหภูมิได้ระหว่าง -60 °C ถึง 760 °C หรือดีกว่า
- 11.2 มีอุปกรณ์ตรวจจับชนิดวัดการแผ่รังสี (Thermopile)
- 11.3 มีความยาวคลื่นในการวัดอยู่ระหว่าง 8 ถึง $14 \mu\text{m}$ หรือดีกว่า
- 11.4 สามารถวัดอุณหภูมิที่ระยะทางสูงสุด 3 เมตร หรือดีกว่า
- 11.5 ใช้แหล่งจ่ายไฟแบบแบตเตอรี่ พร้อมใช้งาน
- 11.7 มีเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในแง่บริการหลังการขาย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 11.8 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 11.9 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 12 เครื่องวัดแสง (Lux Meter) จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 12.1 สามารถวัดปริมาณของแสงได้สูงสุด 200,000 lux หรือดีกว่า
- 12.2 ค่าความแม่นยำ $\pm 2\%$ หรือดีกว่า
- 12.3 แสดงผลการวัดแบบ LCD ไม่น้อยกว่า 4 Digit
- 12.4 สามารถบันทึกค่าที่วัดลงหน่วยความจำภายในได้
- 12.5 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB2.0 เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลที่บันทึกไว้จากหน่วยความจำภายใน หรือดีกว่า
- 12.6 อุณหภูมิการใช้งานอยู่ระหว่าง -10 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

- 12.7 มาตรฐานการกันฝุ่นและกันน้ำขั้นต่ำ IP40 เป็นอย่างน้อย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 12.8 มีเอกสารเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในแง่บริการหลังการขาย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 12.9 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 12.10 มีคู่มือประกอบการใช้งานภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 1 ชุด

รายการประกอบที่ 13 เครื่องวัดอาร์แอลซีมิเตอร์ (RLC METER) จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 13.1 เป็นเครื่องมือวัด ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ และตัวต้านทาน โดยสามารถวัดค่าได้ด้วยความถี่ อยู่ระหว่าง 40 Hz ถึง 200 KHz หรือดีกว่า
- 13.2 ความเร็วในการวัด 2 มิลลิวินาที หรือดีกว่า
- 13.3 สัญญาณที่สามารถวัดได้ เช่น Z, Y, θ , Rs(ESR), Rp, X, G, B, Cs, Cp, Ls, Lp ได้เป็นอย่างน้อย
- 13.4 มีความแม่นยำ $\pm 0.05\%$ rdg หรือดีกว่า
- 13.5 สามารถวัดค่าความต้านทานได้ระหว่าง $100\text{ m}\Omega$ ถึง $100\text{ M}\Omega$ หรือดีกว่า
- 13.6 สามารถวัดระดับสัญญาณได้ระหว่าง 5 mV ถึง 5 Vrms หรือดีกว่า
- 13.7 มีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ในโหมดปกติได้ไม่น้อยกว่า 100 โอห์ม
- 13.8 สามารถบันทึกค่าที่วัดลงหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 32,000 ข้อมูล
- 13.9 มีจอแสดงผลแบบ Monochrome LCD หรือดีกว่า
- 13.10 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 13.11 มีแหล่งจ่ายไฟอยู่ในช่วง 100 ถึง 240 Vac AC, 50/60 Hz หรือดีกว่า
- 13.12 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 13.13 มีเอกสารเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในแง่บริการหลังการขาย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 13.14 มี 4 Terminal Probe อย่างน้อย 1 ชุด หรือมากกว่า
- 13.15 มีสาย LAN Interface อย่างน้อย 1 เส้น
- 13.16 มี USB Flash drive อย่างน้อย 1 อัน
- 13.17 มี CD Software อย่างน้อย 1 แผ่น
- 13.18 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ อย่างต่ำ 1 ชุด

รายการประกอบที่ 14 เครื่องวัดค่าความต้านทานดิน (Earth Tester) แบบ 2 โพล และ 3 โพล และเครื่องวัดความฉนวน (Insulation Tester) จำนวน 2 รายการ ประกอบด้วย

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 14.1 เครื่องวัดค่าความต้านทานดิน (Earth Tester) แบบ 2 โพล และ 3 โพล จำนวน 1 เครื่อง
 - 14.1.1 สามารถทดสอบค่าความต้านทานของระบบกราวด์ได้ทั้งแบบ 2 โพล และ 3 โพล หรือดีกว่า
 - 14.1.2 สามารถทดสอบค่าความต้านทานของระบบกราวด์ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 โอห์ม แบ่งย่านการวัดไม่น้อยกว่า 3 ย่าน มีค่าความแม่นยำ 1.5%. หรือดีกว่า
 - 14.1.3 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า (Earth Voltage) ได้ไม่น้อยกว่า 30V
 - 14.1.4 สามารถตั้งเงื่อนไขค่าความต้านทานเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 14.1.5 มาตรฐานความปลอดภัย IEC61010 เป็นอย่างน้อย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 14.1.6 สามารถกันฝุ่นกันน้ำระดับ IP67 เป็นอย่างน้อย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 14.1.7 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 14.1.8 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 14.1.9 มีสายวัดสัญญาณ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 14.1.10 มี Auxiliary earthing rod จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น
- 14.1.11 มีกระเป๋าสำหรับใส่เครื่องมือ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 14.1.12 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

14.2 เครื่องวัดความเป็นฉนวน (Insulation Tester) จำนวน 1 เครื่อง

- 14.2.1 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ไม่น้อยกว่า 600 VAC และมีค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่า $\pm 2.3\%$
- 14.2.2 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า 600 DC และมีค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่า $\pm 1.3\%$
- 14.2.3 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD หรือดีกว่า
- 14.2.4 มีแรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 50/125/250/500/1000 โวลต์ หรือมากกว่า
- 14.2.5 มีค่าความถูกต้อง $\pm 2\%$ rdg. หรือดีกว่า
- 14.2.6 มีย่านการวัดฉนวนได้ระหว่างไม่น้อยกว่า 0.02-4000 M Ω หรือดีกว่า
- 14.2.7 มีระบบคายประจุแบบอัตโนมัติ ป้องกันผู้ใช้งานจากแรงดันตกค้าง
- 14.2.8 ตัวเครื่องได้รับรองมาตรฐาน EN61326(EMC) IP40 (EN60529) เป็นอย่างน้อย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 14.2.9 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายและมีเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 14.2.10 มีสายวัดสัญญาณ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 14.2.11 มีแบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ก้อน
- 14.2.12 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

รายการประกอบที่ 15 ชุดทดลองพลังงานทดแทนแบบไฮบริดจ์ (Experimental Hybrid Renewable Energy System) จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

15.1 ประกอบและเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆของชุดทดลองได้ง่าย สะดวก และมีความปลอดภัย โดยมองเห็นโมดูลแสดงสัญลักษณ์ต่างๆและวงจรการทำงานได้อย่างชัดเจน เหมาะกับการศึกษา มีระบบชุดตรวจวัดสภาพอากาศและหัววัดรังสีดวงอาทิตย์ บันทึกข้อมูลผ่านเครื่องบันทึกข้อมูลแบบเรียลไทม์กับคอมพิวเตอร์ที่สะดวก เพื่อวัดผลแสดงกราฟในรูปแบบของกราฟฟีก รูปคลื่น หรือ ตัวเลขแบบ real-time รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นสากล และสามารถเปลี่ยนเงื่อนไขในการทดลองหรือออกแบบการเรียนการสอนได้หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- 1. ชุดทดลองพลังงานทดแทนแบบไฮบริดจ์
- 2. ชุดวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 3 เฟส

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

3. เครื่องบันทึกข้อมูล

4. ชุดตรวจวัดสภาพอากาศ และหัววัดรังสีดวงอาทิตย์

15.2 ชุดทดลองพลังงานทดแทนแบบไฮบริดจ์ ประกอบด้วยไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

15.2.1 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell panel) กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่าชุดละ 250 วัตต์ จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

- แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด Mono crystalline
- แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด Polycrystalline
- แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด Thin-film

15.2.2 Permanent Magnet Alternator

- มีแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 12, 24, 48 โวลต์ จำนวนอย่างละ 1 ชุด
- แต่ละชุดมีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 500 วัตต์
- มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 400 รอบต่อนาที

15.2.3 ชุดขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์ พร้อม AC SERVO DRIVE SESTEM

- ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 2,000 รอบต่อนาที
- สามารถควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆได้อย่างต่ำคือ ความเร็ว, ตำแหน่ง, และแรงบิด หรือดีกว่า
- กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1 กิโลวัตต์

15.2.4 อินเวอร์เตอร์ (inverter) แบบไฮบริดจ์ มีทั้งระบบออฟกริด

- กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์ หรือดีกว่า
- เป็นชนิด Pure Sine Inverter ใช้สำหรับแผงโซลาร์เซลล์หรือดีซีเจนเนอเรเตอร์
- แรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 12-24 โวลต์ หรือมากกว่า
- แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 220 โวลต์
- พิกัดความถี่เอาต์พุต 50 เฮิรตซ์

15.2.5 อินเวอร์เตอร์ (inverter) แบบไฮบริดจ์ มีทั้งระบบออนกริด

- กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์ หรือดีกว่า
- เป็นชนิด Pure Sine Inverter ใช้สำหรับแผงโซลาร์เซลล์หรือดีซีเจนเนอเรเตอร์
- แรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 22-65 โวลต์
- แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 220 โวลต์
- พิกัดความถี่เอาต์พุต 50 เฮิรตซ์

15.2.6 ชุด Charger Controller and Regulators

- พิกัดกระแสไฟฟ้าขณะเก็บประจุ (Charger) ไม่น้อยกว่า 10A
- สามารถปรับระดับแรงดันการเก็บประจุ (Charger) อัตโนมัติ 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ หรือมากกว่า

15.2.7 ชุดป้องกันวงจรไฟฟ้า

- เซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker) ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ เป็นชนิด 2 ขั้ว หรือดีกว่า
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่ว (Earth Leakage Circuit Breaker Main Circuit) ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 10แอมป์ เป็นชนิด 2 ขั้ว หรือดีกว่า
- มีฟิวส์ป้องกัน
- มีสวิตช์เปิด-ปิดการเชื่อมต่อระหว่างตัวอินเวอร์เตอร์กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า

15.2.8 ชุดเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Panel Voltmeter สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชุด

15.2.9 ชุดเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าแบบ Panel Ammeter สำหรับอ่านค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชุด

15.3 ชุดวัดพลังงานไฟฟ้า 3 เฟส เป็นชุดพลังงานไฟฟ้า 3 เฟส สามารถแสดงผลค่าแรงดัน, กระแส, วัตต์, เพาเวอร์แฟกเตอร์, ความถี่, ค่าความแม่นยำของแรงดันและกระแสไม่ต่ำกว่า 0.25 % of Full Scale จำนวน 1 ชุด

15.4 เครื่องบันทึกข้อมูล สามารถใช้บันทึกข้อมูลแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีช่องสัญญาณรองรับไม่น้อยกว่า 10 ช่อง เป็นอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานสากล IEC 61326 หรือ EN 61326 สามารถขยายช่องสัญญาณได้ภายหลังและทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา จำนวน 1 ชุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

15.4.1 สามารถบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดเก็บในหน่วยความจำภายในเครื่อง ก่อนจะถ่ายโอนข้อมูลไปยังอุปกรณ์เก็บข้อมูลอื่นๆ

15.4.2 มีหน่วยความจำภายใน และสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปสู่หน่วยความจำภายนอกได้ แบบ SD Memory Card เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมี Software แสดงผลข้อมูลที่บันทึก

15.4.3 มีช่องรับสัญญาณอินพุต 10 ช่อง หรือมากกว่า

15.4.4 สัญญาณแรงดันไฟฟ้ามีความละเอียด (Resolution) ที่ 10 ไมโครโวลต์ (μV) หรือดีกว่า

15.4.5 สามารถกำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล (Measurement Interval) ที่ค่าต่ำสุด 100 มิลลิวินาที (ms) หรือที่ละเอียดกว่า

15.4.6 ขนาดของหน่วยความจำภายใน Flash Memory ไม่ต่ำกว่า 500 เมกกะไบต์ (MB) หรือดีกว่า

15.4.7 การบรรจุข้อมูลลงหน่วยความจำตั้งแต่ทุกๆ 100 มิลลิวินาที (ms) จนถึงทุกๆ 30 นาที หรือดีกว่า

15.4.8 มีช่องต่อสัญญาณ Ethernet และ USB สำหรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

15.4.9 ใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการตั้งแต่ WINDOWS XP ขึ้นไป

15.4.10 ติดตามผลการวัดค่าแบบ Real Time สามารถดูผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์มือถือได้

15.4.11 สามารถดูข้อมูลที่บันทึกแบบ Real time ได้

15.5 ชุดตรวจวัดสภาพอากาศพร้อมหัววัดรังสีแสงอาทิตย์ ข้อมูลทางเทคนิคดังต่อไปนี้

15.5.1 หัววัดค่ารังสีอาทิตย์ (Solar Pyranometer) สามารถวัดรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นไม่เกิน 3000 nm. หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

15.6 เซนเซอร์วัดความเร็วลม (Wind Speed Transmitter Sensor) สามารถวัดความเร็วลมในช่วง 0.5-20 m/s หรือดีกว่า มีค่าความถูกต้อง $\pm 5\%$ หรือดีกว่าของค่าที่วัด มีค่าความละเอียดในการวัด 0.5 m/s หรือดีกว่า

15.7 เซนเซอร์วัดทิศทางลม (Wind Direction Transmitter Sensor)

15.7.1 เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดทิศทางลมเพียงอย่างเดียว สำหรับวัดทิศทางลมในช่วง 0-360 องศา

15.7.2 มีค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่า ± 3 องศา หรือดีกว่า

15.8 เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (Temperature / Humidity Transmitter)

15.8.1 สามารถวัดอุณหภูมิในช่วง 0-100 องศา และมีค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่า $\pm 0.3^\circ C$ หรือดีกว่า

15.8.2 สามารถวัดความชื้นในช่วง 0-100 % ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และมีค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่า ± 2 % ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) หรือดีกว่า

15.9 มีใบงานการทดลองไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน

15.10 มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

15.11 มีคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

รายการประกอบที่ 16 ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมแบบพีไอดีเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์ (PID Control System Connected via Computer) เพื่อสร้างระบบแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

16.1 ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมแบบพีไอดีเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างระบบแบบอัตโนมัติ ออกแบบมาเพื่อศึกษาพื้นฐานในการควบคุมแบบ feedback control โดยสามารถเรียนรู้ คุณลักษณะของระบบควบคุม ฟังก์ชันการควบคุม กิริยาควบคุม ผลตอบสนองการควบคุม เสถียรภาพการควบคุม ปรับแต่งค่าเกนการควบคุม และสามารถเรียนรู้การเชื่อมต่อ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จริงเพื่อ เขียนโปรแกรมผ่านคอมพิวเตอร์ที่เป็นโปรแกรมสำหรับนำไปใช้งานทางด้านอุตสาหกรรมปฏิบัติงานการควบคุมระบบอัตโนมัติรูปแบบต่าง ๆ สามารถเรียนรู้หลักการควบคุมได้ดังนี้

16.1.1 เรียนรู้พื้นฐานระบบควบคุมอัตโนมัติ หลักในการควบคุมลูเปิดลูปิด และบล็อกไดอะแกรม

16.1.2 เรียนรู้สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติ การหาค่า differential integer การแปลงลาปลาซและแปลงลาปลาซผกผัน และแบบจำลองคณิตศาสตร์ของระบบควบคุม

16.1.3 เรียนรู้พื้นฐานผลตอบสนองระบบควบคุม

16.1.4 เรียนรู้พื้นฐานกิริยาการควบคุม

16.1.5 เรียนรู้พื้นฐานผลตอบสนองการควบคุม

16.1.6 เรียนรู้พื้นฐานการปรับแต่งค่ากิริยาการควบคุม

16.1.7 มีใบงานการทดลอง

16.1.8 มีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวควบคุมอัตโนมัติแบบ P(Proportional controller) มีพารามิเตอร์การควบคุมดังนี้

1.1 สามารถปรับ อัตราขยาย K_p 0.01-1 และปรับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ คือ

-อัตราขยาย $K_p \times 1$

-อัตราขยาย $K_p \times 10$

-อัตราขยาย $K_p \times 100$

-อัตราขยาย $K_p \times 1000$

2. ตัวควบคุมอัตโนมัติ แบบ I (Integrate Controller) มีค่าพารามิเตอร์การควบคุมดังนี้

2.1 สามารถปรับ อัตราขยายเกน T_i 1mS-10S หรือดีกว่าและปรับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับคือ

-อัตราขยาย $T_i \times 1$

-อัตราขยาย $T_i \times 10$

-อัตราขยาย $T_i \times 100$

-อัตราขยาย $T_i \times 1000$

3. ตัวควบคุมอัตโนมัติแบบ D (Differential Controller) มีค่าพารามิเตอร์การควบคุมดังนี้

3.1 สามารถปรับ อัตราขยายเกน $T_d = 0.1mS-1S$ หรือดีกว่าและปรับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับคือ

-อัตราขยาย $T_d \times 1$

-อัตราขยาย $T_d \times 10$

-อัตราขยาย $T_d \times 100$

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

-อัตราขยาย $T_d \times 1000$

4. ตัวควบคุมอัตโนมัติแบบ PI (Proportional & Integrate Controller) มีพารามิเตอร์การควบคุมดังนี้

4.1 สามารถปรับ อัตราขยายเกน $K_p = 0.1-10$ หรือดีกว่าและปรับได้ไม่น้อยกว่า 2 ระดับคือ

-อัตราขยาย $K_p \times 1$

-อัตราขยาย $K_p \times 10$

4.2 สามารถปรับ อัตราขยายเกน $K_i = 1\text{ms}-10\text{ms}$ หรือดีกว่าและปรับได้ไม่น้อยกว่า 2 ระดับคือ

-อัตราขยาย $T_i \times 1$

-อัตราขยาย $T_i \times 10$

5. ชุดรบบสัญญาณ จำนวนสองชุด เพื่อสร้างให้กับชุดควบคุมแบบ PID และ PI

-สามารถรับสัญญาณอ้างอิงได้ในช่วง 0 ถึง 5V หรือดีกว่า

-สามารถรับสัญญาณป้อนกลับได้ในช่วง 0 ถึง 5V หรือดีกว่า

-สามารถรับสัญญาณอ้างอิงได้ในช่วง 0 ถึง 10V หรือดีกว่า

-สามารถรับสัญญาณป้อนกลับได้ในช่วง 0 ถึง 10V หรือดีกว่า

6. ชุดอัตราขยายสัญญาณป้อนกลับสัญญาณ

- สามารถปรับอัตราขยายสัญญาณอยู่ในช่วง 0-10 เท่า หรือมากกว่า แบ่งได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่วงการทำงาน คือ 0-1 และ 0-10 จำนวน 2 ชุด

7. ชุดหน่วยเวลาอันดับหนึ่ง

- สามารถปรับคาบเวลาอยู่ในช่วงไม่น้อยกว่า 0-0.1s และปรับได้ไม่น้อยกว่า 2 ระดับคือ อัตราขยาย $\times 1$ และ อัตราขยาย $\times 10$

8. ชุดหน่วยเวลาอันดับสาม

9.ระบบที่ใช้ทดลองในการควบคุม (Plant Model)

9.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเซนเซอร์ความเร็ว

-สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

-มีชุดตรวจจับความเร็วมอเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 200 พัลส์ต่อรอบ

9.2 ระบบควบคุมแบบอุณหภูมิ (Temperature Plant) มีรายละเอียดดังนี้

- ชุดเซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature sensor) เป็นชุดตรวจจับความร้อน

ในช่วง 0-100 องศาเซลเซียส หรือน้อยกว่าขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทดลองแปลงเป็นแรงดันในช่วง 0-10โวลต์ เพื่อใช้ในการควบคุมแบบลูบปิด

-มีชุดแสดงค่าอุณหภูมิและแรงดันของชุดเซนเซอร์แบบดิจิตอล

-ชุดฮีตเตอร์ (Heater) ทำความร้อนขายได้ไม่น้อยกว่า 20 วัตต์

9.3 ระบบควบคุมตำแหน่งด้วย Servomotor มีรายละเอียดดังนี้

-สามารถหมุนได้ไม่น้อยกว่า 180 องศา

-ควบคุมตำแหน่ง Servo Motor หรือดีกว่า

-สามารถเขียนโปรแกรมควบคุม แบบ Feedback control เพื่อตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน

9.4 มีชุด IGBT แบบ H-Bridge Converter (ภาคกำลังสำหรับควบคุม มอเตอร์)

9.5 ชุดกำเนิดสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) CONTROL UNIT

9.6 ชุดรองรับสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับ ก๊ับคอมพิวเตอร์

- มีพอร์ตเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ แบบพกพา เพื่อรองรับการเขียนระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรม Matlab หรือ LabVIEW
- มีพอร์ตรับสัญญาณ Analog input 0-5 V เพื่อรองรับการเขียนระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรม Matlab หรือ LabVIEW
- มีพอร์ตรองรับสัญญาณ Analog output 0-5V เพื่อรองรับการเขียนระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรม Matlab หรือ LabVIEW
- มีพอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณ digital สามารถใช้เป็น PWM output เพื่อรองรับการเขียนระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรม Matlab หรือ LabVIEW

9.7 ชุดกำเนิดสัญญาณความถี่ ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์

- มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD แสดงผล Waveform: sine wave และ square-wave, saw tooth wave หรือมากกว่า
- สามารถปรับความถี่ sine wave ในช่วง 1Hz-500Hz หรือดีกว่า
- สามารถปรับความถี่ square-wave ในช่วง 1Hz-20 KHz หรือดีกว่า
- สามารถปรับความถี่ saw tooth wave 1Hz~ 20 kHz หรือดีกว่า
- สามารถเลือกการทำงานโดยผ่านสวิตช์

รายการประกอบที่ 17 ชุดต้นแบบเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมจอแสดงผล จำนวน 1 ชุด
รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

17.1 ชุดฝึกทดลองและพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชัน มีรายละเอียดประกอบด้วยดังนี้

17.1.1 ภาคการรับส่งข้อมูลดิจิทัล

- มีโมดูลส่งข้อมูลดิจิทัลผ่าน LED จำนวนไม่น้อยกว่า 4 บิต
- มีโมดูลส่งข้อมูลดิจิทัลผ่าน BCD to 7-Segment จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หลัก
- มีโมดูลส่งข้อมูลดิจิทัลผ่าน Relay 5VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บิต
- มีโมดูลส่งข้อมูลดิจิทัลผ่าน Buzzer จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บิต
- มีโมดูลรับข้อมูลดิจิทัลผ่าน Switch จำนวนไม่น้อยกว่า 4 บิต
- มีพอร์ตการเชื่อมต่อเพื่อส่งสัญญาณแบบการสื่อสารแบบ Serial RS 232 อย่างน้อย 1 หน่วย
- มีพอร์ตการเชื่อมต่อเพื่อส่งสัญญาณแบบการสื่อสารแบบ Serial RS 485 อย่างน้อย 1 หน่วย

17.1.2 ภาคการรับส่งข้อมูลแอนาล็อก

- มีโมดูลรับข้อมูลแอนาล็อกผ่านตัวต้านทานปรับค่าได้ 3.3/5.0 โวลต์ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลแปลงสภาพสัญญาณเพื่อรับแรงดันจากภายนอกตั้งแต่ระดับ -10 ถึง +10 เป็น 0-5 โวลต์ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลแปลงสภาพสัญญาณเพื่อส่ง PWM ความถี่ไม่น้อยกว่า 1 kHz เป็นแรงดันตั้งแต่ระดับ -10 ถึง 10 โวลต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

17.1.3 ภาคการควบคุมมอเตอร์

- มีโมดูลควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดอย่างน้อย 12 โวลต์ 3 แอมแปร์ แบบ H-Bridge หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลควบคุมสเต็ปมอเตอร์แบบ Unipolar หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 5 โวลต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลควบคุม RC-Servo Motor หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

17.1.4 ภาคการติดต่อสื่อสาร

- มีโมดูลแสดงผลผ่าน LCD ผ่าน I2C Bus จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลระบบ Real Time Clock ผ่าน I2C Bus จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูล Gyro and Accelerometer ผ่าน I2C Bus จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลรองรับ Ethernet W5100 หรือดีกว่า ผ่าน SPI Bus จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลสำหรับ joystick จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีโมดูลสำหรับวัดอุณหภูมิ เป็นสัญญาณอนาล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

17.1.5 มีชุดควบคุมมอเตอร์กับแอนโค๊ดเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

- สามารถควบคุมแบบพีไอดี หรือ พีซีคอนโทรล หรือดีกว่าได้

17.1.6 มีใบงานการทดลอง

17.1.7 มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

รายการประกอบที่ 18 ชุดเครื่องมือ (Power Tool) จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

18.1 แทนสว่าน

- 18.1.1 เป็นชุดปฏิบัติการ การเจาะเป็นกระบวนการตัดเฉือนวัสดุงานออก โดยใช้ดอกสว่านรูปที่ได้จากการเจาะด้วยดอกสว่านจะมีลักษณะเป็นรูปกลม
- 18.1.2 กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 550 วัตต์
- 18.1.3 ขนาดหัวจับไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร
- 18.1.4 ช่วงระยะการเจาะไม่น้อยกว่า 85 มิลลิเมตร
- 18.1.5 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 16 ระดับ
- 18.1.6 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 18.1.7 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

18.2 เลื่อยฉลุไฟฟ้า

- 18.2.1 สามารถปรับความเร็วรอบได้ ปรับการตัดเป็นวงกลมได้สามแบบ หรือดีกว่า
- 18.2.2 มีฉนวนสองชั้น
- 18.2.3 มีระบบกำจัดฝุ่น และมีฝาครอบช่วยป้องกันฝุ่น หรือดีกว่า
- 18.2.4 ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ หรือดีกว่า
- 18.2.5 มีความเร็วในการชักตัวเปล่าไม่น้อยกว่า 500-3100 ครั้ง/นาที
- 18.2.6 มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 18.2.7 มีใบจิ๊กซอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 18.2.8 มีประแจปากซ็อกหกเหลี่ยม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 18.2.9 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

18.3 สว่านมือ

- 18.3.1 กำลังไฟเข้าพิกัด ไม่น้อยกว่า 710 วัตต์
- 18.3.2 สามารถเจาะคอนกรีตได้ไม่น้อยกว่า 22 มม.
- 18.3.3 สามารถเจาะคอนกรีตได้ไม่น้อยกว่าเหล็ก 12 มม.
- 18.3.4 สามารถเจาะคอนกรีตได้ไม่น้อยกว่าไม้ 32 มม.
- 18.3.5 การรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 18.3.6 มีดอกสว่าน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

18.3.7 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวน 1 ชุด

18.4 แทนเจียร์ล้อคู่

18.4.1 กำลังไฟเข้าพิกัด ไม่น้อยกว่า 250 วัตต์

18.4.2 ความเร็วเมื่อไม่มีโหลดไม่น้อยกว่า 2,000 rpm

18.4.3 การรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

18.4.4 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

18.5 ส่วนแทนเจาะ PCB

18.5.1 ปรับความเร็วรอบโดยอาศัยการเปลี่ยนตำแหน่งของสายพานได้อย่างน้อย 3 ระดับ หรือดีกว่า

18.5.2 ใช้กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 100 วัตต์

18.5.3 สามารถใส่ดอกสว่านขนาด ไม่น้อยกว่า 0.7 มม. ถึง 6 มม.

18.5.4 มีชุดดอกสว่านเจาะแผ่น PCB รวม 12 ดอก มีขนาดระหว่าง 0.7 - 3 มม หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

รายการประกอบที่ 19 โต๊ะปฏิบัติการทางไฟฟ้า (Experimental Table for Electrical Laboratory)

จำนวน 2 รายการ ประกอบด้วย

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

19.1 โต๊ะปฏิบัติการไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 8 ตัว

19.1.1 มีขนาดกว้าง ไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตร

19.1.2 ผลิตจากไม้ Particle Board หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

19.1.3 เคลือบผิวด้วย Melamine กันน้ำ ทนความร้อนและรอยขีดข่วนได้ดี หรือดีกว่า

19.1.4 ขาโต๊ะเป็นขาเหล็ก รูปทรงตัว A ขนาดไม่น้อยกว่า 48 x 48 มิลลิเมตร

19.1.5 รับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

19.2 โต๊ะปฏิบัติการไฟฟ้า 3 เฟส

19.2.1 มีขนาดกว้าง ไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตร หรือดีกว่า

19.2.2 ผลิตจากไม้ Particle Board หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

19.2.3 เคลือบผิวด้วย Melamine หรือดีกว่า

19.2.4 ขาโต๊ะเป็นขาเหล็ก รูปทรงตัว A ขนาดไม่น้อยกว่า 48 x 48 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

19.2.5 รับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

รายการประกอบที่ 20 ชุดแสดงผลสำหรับประมวลผลขั้นสูง จำนวน 5 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

20.1 เครื่องประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ

20.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลางไม่ต่ำกว่า (CPU) Core i7 หรือดีกว่า โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz จำนวน 1 หน่วย

20.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

20.1.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 ขนาดความเร็วไม่ต่ำกว่า 2,400 MHz หรือดีกว่า และมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)

- 20.1.4 มีกราฟิกการ์ดแบบแยกและมีหน่วยความจำอย่างน้อย 1 GB
- 20.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ชนิด SATA3 หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB จำนวน 1 หน่วย
- 20.1.6 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 20.1.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 20.1.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์ แบบ USB จำนวน 1 ชุด
- 20.1.9 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ จอมอนิเตอร์ แป้นพิมพ์และเมาส์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
- 20.1.10 มีช่อง VGA Port จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 20.1.11 มีช่อง HDMI Port จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 20.1.12 มีช่อง USB 2.0 Port จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 20.1.13 มีช่อง USB 3.0 Port จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- 20.1.14 มีจอภาพแบบ LED รองรับความละเอียดการแสดงผลไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 Pixel มีขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว Port รองรับ VGA และ HDMI หรือดีกว่า
- 20.1.15 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 20.1.16 มีสาย HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

รายการประกอบที่ 21 ชุดเครื่องมือพื้นฐานพร้อมเครื่องมือ (Hand Household Electric Tool Kit Sets) จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 21.1 กล่องเครื่องมือบรรจุแข็งแรง สามารถยกเคลื่อนที่ได้
- 21.2 ในชุดประกอบด้วย เครื่องมือพื้นฐานสำหรับช่างไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่า 60 ชิ้น

คุณลักษณะอื่นๆ

- 1. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 2. บริษัทผู้เสนอราคาต้องจัดอบรมสอนการใช้งานให้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ครั้ง ภายหลังจากตรวจรับพัสดุ ณ.คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยมีระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 วัน โดยบริษัทผู้เสนอราคารับผิดชอบค่าใช้จ่าย
- 3. ทางบริษัทจะต้องดำเนินการติดตั้งห้องปฏิบัติการเตรียมความพร้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีไฟฟ้า เข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ให้สามารถทำงานได้

5. ระยะเวลาดำเนินงาน

วันที่ – เดือนมีนาคม 2562

6. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

7. วงเงินในการจัดหา 3,660,000.- บาท

ผู้กำหนดรายละเอียด (.....) (.....) (.....)