

ขอบเขตของงาน หรือ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

(Terms of Reference : TOR)

ชื่อรายการ .ชุดเรียนรู้การควบคุมกลุ่มเครื่องมือวัดเพื่อทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง.ตำบลคลองหนึ่ง.อำเภอคลองหลวง.
จังหวัดปทุมธานี..1.ชุด.....

1. ความเป็นมา

....เพื่อสนับสนุนในด้านการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพให้กับนักศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์.....

2. วัตถุประสงค์

....การใช้ครุภัณฑ์ที่เหมาะสมและทรัพยากรที่จำเป็นจะช่วยให้การปรับปรุงของการเรียนการสอนโดยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น.

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
7. เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุ ดังกล่าว
8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอ ให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ณ วันยื่นข้อเสนอ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการยื่นข้อเสนอครั้งนี้
9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
10. อื่น ๆ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ

(ตามเอกสารแนบ)

5. กำหนดเวลาส่งมอบและสถานที่ส่งมอบพัสดุ

ผู้ขายจะต้องเสนอกำหนดเวลาส่งมอบพัสดุไม่เกิน120.... วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาหรือข้อตกลง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และการส่งมอบสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้ไม่ว่าจะเป็นการส่งมอบเพียงครั้งเดียว หรือส่งมอบหลายครั้ง ผู้ขายจะต้องแจ้งกำหนดเวลาส่งมอบแต่ละครั้งโดยทำเป็นหนังสือนำไปยื่นต่อผู้ซื้อ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในวันและเวลาทำการของผู้ซื้อ ก่อนวันส่งมอบไม่น้อยกว่า 3 วันทำการ

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

- (/) หลักเกณฑ์ราคา ✓
() หลักเกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินงบประมาณ .4,200,000.00... บาท (.สี่ล้านสองแสนบาทถ้วน..)

แหล่งเงินงบประมาณ (/) งบประมาณแผ่นดิน () กองทุนค่าธรรมเนียมฯ () รายได้คณะฯ ประจำปี 2570.....

8. งานงวดงานและการจ่ายเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของครบถ้วนตามสัญญาหรือข้อตกลงและคณะกรรมการได้ทำการตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

9. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

10. การกำหนดระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา.....3.... ปี นับถัดจากวันที่ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และหากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือเสียหายเกิดขึ้นภายในกำหนดระยะเวลาการรับประกัน ผู้ขายต้องรีบทำการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยโดยไม่ชักช้า หากสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้เกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน ... 7 ... (เจ็ด) วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ซื้อ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น หากผู้ขายไม่จัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขภายในกำหนดเวลาดังกล่าว ผู้ซื้อจะมีสิทธิที่จะทำการนั้นเองหรือจ้างผู้อื่นให้ทำการนั้นแทนผู้ขาย โดยผู้ขายต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ
(.....)

(ลงชื่อ).....กรรมการ/ผู้จัดทำร่างฯ
(..ผศ.ดร.ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์..) ✓

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ
(.....)

ชุดเรียนรู้การควบคุมกลุ่มเครื่องมือวัดเพื่อการทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง ตำบลคลองหนึ่ง
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

1. หน่วยงานที่เสนอ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2. หลักการและเหตุผล

การพัฒนาระบบทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติเป็นทักษะสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์ (printed circuit board, PCB) สมัยใหม่ เนื่องจากความซับซ้อนของวงจรและสัญญาณที่ต้องทดสอบ, ความต้องการความแม่นยำสูง, และการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว การพัฒนาระบบทดสอบแบบอัตโนมัติจึงต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, คอมพิวเตอร์, และซอฟต์แวร์ รวมถึงประสบการณ์ในการทำงานกับเครื่องมือวัดที่ทำงานร่วมกับระบบซอฟต์แวร์ การวัดสัญญาณแบบผสมผสาน และการวิเคราะห์ข้อมูลจากสัญญาณ ซึ่งเป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่แตกต่างจากครุภัณฑ์ที่มีอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่

เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสมัยใหม่จะรองรับการเชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมและสั่งการด้วยการเขียนโค้ดจากซอฟต์แวร์อุตสาหกรรม เช่น LabVIEW และโค้ดภาษา Python การพัฒนาระบบอัตโนมัติโดยใช้กลุ่มเครื่องมือวัดจึงต้องการความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องมือวัด รวมถึงทักษะของการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมลำดับ นำเข้าข้อมูล ประมวลผล และแสดงผล ซึ่งจัดเป็นความรู้และทักษะระดับสูงที่ไม่มีสอนในหลักสูตรวิศวกรรมทั่วไป

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้และทักษะด้านระบบทดสอบอัตโนมัติ การปรับปรุงแบบของวิชาชีพปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้นักศึกษาเรียนรู้การเขียนโค้ดสั่งการกลุ่มของเครื่องมือวัดให้ทำงานประสานกันแบบอัตโนมัติ จึงเป็นการยกระดับของทักษะให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ การมีเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่ทันสมัยและเนื้อหาที่เน้นการพัฒนาระบบทดสอบอัตโนมัติ จะสอดคล้องกับความต้องการของการพัฒนาบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเป็นโอกาสในการสร้างความร่วมมือกับบริษัทชั้นนำในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อยกระดับความรู้และทักษะของบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมตามกรอบแนวคิด up-skill และ re-skill

3. วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการของหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมไฟฟ้าและการจัดการอุตสาหกรรม และวิศวกรรมสาขาที่เกี่ยวข้อง ตามเนื้อหาในหลักสูตรปี 2566 และปรับปรุงปี 2570 เนื้อหาของสอดคล้องกับกรอบนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2566-2570 ยุทธศาสตร์ที่ 4 ผลลัพธ์ “ประเทศมีกำลังคนสมรรถนะสูงเฉพาะทางที่ตรงตามความต้องการทั้งหมดของอุตสาหกรรมเป้าหมายสำคัญเร่งด่วนของประเทศและการพัฒนาแห่งอนาคตสอดคล้องกับปรัชญาการอุดมศึกษาไทยใหม่ โดยพลิกโฉมระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิตและร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและนานาชาติ”

3.2 เพื่อใช้สำหรับการอบรมบุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเสริมสร้างทักษะการพัฒนากระบวนการวัดอัตโนมัติ สอดคล้องกับกรอบนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2566-2570 ยุทธศาสตร์ที่ 3 ผลลัพธ์ “เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ก้าวหน้า ล้ำยุคสู่อนาคต และสร้างความพลิกผัน (Game Changer) ได้ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการใหม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ”

4. เป้าหมาย

4.1 เป็นชุดเรียนรู้สำหรับการฝึกปฏิบัติจริงในหัวข้อ การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมเครื่องมือวัด การประมวลผลข้อมูลจากเครื่องมือวัด และการควบคุมลำดับการวัดและทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยอัตโนมัติ

4.2 เป็นชุดเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาและพัฒนาระบบทดสอบอัตโนมัติสำหรับผลิตภัณฑ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์ที่เป็นโจทย์

4.3 เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับศูนย์อบรมที่เสริมสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 นักศึกษา จำนวน 220 คน/ปี จากหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และ วิศวกรรมไฟฟ้าและการจัดการอุตสาหกรรม มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบการทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์โดยอัตโนมัติ และมีทักษะและประสบการณ์ในการสร้างระบบการทดสอบอัตโนมัติสำหรับชิ้นงานตัวอย่าง

5.2 บุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์ จำนวนไม่ต่ำกว่า 100 คน/ปี มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมเครื่องมือวัด การประมวลผลข้อมูลจากเครื่องมือวัด และเทคโนโลยีระบบการทดสอบอัตโนมัติ และมีทักษะและประสบการณ์ในการสร้างระบบการทดสอบอัตโนมัติสำหรับชิ้นงานตัวอย่าง

6. กลุ่มเป้าหมายผู้ได้รับผลประโยชน์

6.1 นักศึกษาในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมไฟฟ้าและการจัดการอุตสาหกรรม

6.2 บุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์ รวมถึงอุตสาหกรรมที่ต้องการนำระบบการทดสอบอัตโนมัติไปใช้งาน

7. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

7.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดเรียนรู้การควบคุมกลุ่มเครื่องมือวัดเพื่อการทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง เป็นระบบของกลุ่มเครื่องมือวัดและทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB และชุดซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนโค้ดภาษา Python และไดรเวอร์สนับสนุนซอฟต์แวร์พัฒนาซอฟต์แวร์ระบบอัตโนมัติ LabVIEW ชุดเรียนรู้ประกอบด้วยเครื่องมือ ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

1. ออสซิลโลสโคปแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
3. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
4. มิเตอร์แบบตั้งโต๊ะแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
5. ชุดซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมเครื่องมือวัดด้วย Python และ LabVIEW

โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกประกอบและติดตั้งพร้อมสำหรับการใช้งานในห้องปฏิบัติการของภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

7.2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1 ออสซิลโลสโคปแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด

2.1.1 มีช่องวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้า จำนวน 2 ช่อง

- 2.1.2 มีแบนด์วิดท์ในการวัดสัญญาณอย่างน้อย 50 MHz
- 2.1.3 มีอัตราสุ่มวัดสัญญาณอย่างน้อย 1 Gsample/sec
- 2.1.4 มีหน่วยความจำภายในตัวเครื่องเพื่อใช้บันทึกสัญญาณและเรียกกลับมาแสดงภายหลังได้
แล้วสามารถถ่ายโอนข้อมูลลงอุปกรณ์เก็บบันทึกข้อมูลผ่าน USB หรือ Memory Card
- 2.1.5 มี DC Vertical Gain Accuracy ไม่มากกว่า +3% full scale
- 2.1.6 มีความแม่นยำ Time base ไม่มากกว่า 50 ppm $\pm$ 5 ppm ต่อปี
- 2.1.7 สามารถประมวลผลสัญญาณเป็นความถี่ด้วยเทคนิค FFT
- 2.1.8 สามารถวัดปริมาณต่างๆของสัญญาณได้มากกว่า 30 รูปแบบ
- 2.1.9 มีจอแสดงผลแบบ TFT ขนาดแท่งมมไม่เล็กกว่า 7 นิ้ว
- 2.1.10 มีพอร์ต USB และ LAN สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์
- 2.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
 - 2.2.1 สร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเพื่อทดสอบวงจรอย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ
 - 2.2.2 สร้างสัญญาณไซน์ด้วยความถี่สูงสุดไม่ต่ำกว่า 20 MHz
 - 2.2.3 สร้างสัญญาณทดสอบรูปแบบต่างๆ ได้แก่ Sine, square, ramp, pulse, triangle และ Gaussian noise
 - 2.2.4 สร้างสัญญาณด้วยการ modulation ไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ
 - 2.2.5 สร้างสัญญาณลูกคลื่นรูปแบบใดๆ (arbitrary waveform) ด้วยข้อมูลที่บันทึกในหน่วยความจำภายใน โดยมีหน่วยความจำสำหรับจัดจํารูปแบบอย่างน้อย 8 MB
 - 2.2.6 ย่านของขนาดสัญญาณ (amplitude) ไม่ต่ำกว่า 10 V peak-to-peak
 - 2.2.7 มีจอแสดงผลแบบ TFT ขนาดแท่งมมไม่เล็กกว่า 7 นิ้ว
 - 2.1.8 มีพอร์ต USB สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์
- 2.3 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
 - 2.3.1 สร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับขนาดแรงดันได้ 0-30 V จำนวน 2 ช่อง
 - 2.3.2 สร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับขนาดแรงดันได้ 0-5 V จำนวน 1 ช่อง
 - 2.3.3 สามารถจ่ายกำลังไฟารวมไม่น้อยกว่า 90 W
 - 2.3.4 แรงดันเปลี่ยนแปลงไม่เกิน $\pm(0.2\% + 5 \text{ mV})$ เมื่อจ่ายไฟกระแสตรงให้กับโหลด
 - 2.3.5 กระแสเปลี่ยนแปลงไม่เกิน $\pm(0.2\% + 10 \text{ mA})$ เมื่อจ่ายไฟกระแสตรงให้กับโหลด
 - 2.3.6 มีกลไกป้องกันความเสียหายจากแรงดันเกิน (overvoltage protection) กระแสเกิน (overcurrent protection) และอุณหภูมิเกิน (overtemperature protection)
 - 2.3.7 มีจอแสดงผลแบบ TFT ขนาดแท่งมมไม่เล็กกว่า 7 นิ้ว
 - 2.3.8 มีพอร์ต USB สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์
- 2.4 มิเตอร์แบบตั้งโต๊ะแบบควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ชุด
 - 2.4.1 สามารถวัดปริมาณทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า DC, กระแสไฟฟ้า DC, แรงดันไฟฟ้า AC แบบ true RMS, กระแสไฟฟ้า AC, ความถี่ของแรงดันไฟฟ้า, ความต้านทาน, และความเก็บประจุ
 - 2.4.2 มีความละเอียดในการวัดและแสดงผลไม่ต่ำกว่าแบบ 5.5 digit
 - 2.4.3 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า DC และ AC มากกว่า 500 V
 - 2.4.4 มีย่านการวัดกระแสไฟฟ้า DC และ AC มากกว่า 2 A
 - 2.4.5 มีความแม่นยำในการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า DC ไม่ต่ำกว่า $\pm(0.5\%$ ของค่าที่วัด และ 0.1% ของย่านการวัด)
 - 2.4.6 มีความแม่นยำในการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า AC ไม่ต่ำกว่า $\pm(1\%$ ของค่าที่วัด และ 0.5% ของย่านการวัด) เมื่อวัดระบบไฟฟ้า AC 50 Hz
 - 2.4.6 สามารถบันทึกค่าที่วัดได้ในหน่วยความจำภายใน

- 2.4.7 มีจอแสดงผลแบบ TFT ขนาดแท่งมมไม่เล็กกว่า 7 นิ้ว
- 2.4.8 มีพอร์ต USB สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์
- 2.5 ชุดซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมเครื่องมือวัดด้วย Python และ LabVIEW
 - 2.5.1 มีไทรเวอร์ภาษา Python สำหรับควบคุมการทำงานและนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือวัดในรายการที่ 2.1-2.4
 - 2.5.2 มีไทรเวอร์ตามมาตรฐาน Virtual Instrument Software Architecture (VISA) สำหรับใช้งานเครื่องมือวัดในรายการที่ 2.1-2.4 ร่วมกับซอฟต์แวร์พัฒนาระบบอัตโนมัติ LabVIEW
 - 2.5.3 ซอฟต์แวร์สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัดในรายการที่ 2.1-2.4 ผ่านการเชื่อมต่อพอร์ต USB
 - 2.5.4 สามารถสาธิตการตั้งค่าและนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือวัดได้ตามกรณีดังนี้
 - 2.5.4.1 นำเข้าข้อมูลของสัญญาณไฟฟ้าจากออสซิลโลสโคป (รายการ 2.1) และส่งไปเครื่องกำเนิดสัญญาณ (รายการ 2.2) เพื่อสร้างเป็นลูกคลื่นสัญญาณไฟฟ้า
 - 2.5.4.2 ตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (รายการ 2.3) และวัด/แสดงผลด้วยมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (รายการ 2.4)

รายละเอียดอื่นๆ

- 1 ผู้ขายจะต้องชี้แจงการนำเข้าครุภัณฑ์ที่ขนส่งเข้ามาทางใด โดยนำเอกสารมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์ และให้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการพาณิชย์ กรณีนำเข้ามาทางเรือ
- 2 ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์ที่เสนอราคาให้ผู้ซื้อภายใน 120 วัน
- 3 ผู้ขายมีการรับประกันสินค้าในสภาพการใช้งานปกติ ตามเงื่อนไขของผู้ผลิต โดยไม่เสียค่าบริการ ค่าแรงซ่อม และค่าอะไหล่ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 4 ผู้เสนอราคาต้องมีศูนย์บริการสำหรับซ่อมและสอบเทียบเครื่องมือวัด โดยเป็นศูนย์บริการที่ได้รับแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต เพื่อแก้ไขปัญหาของเครื่องมือวัดโดยไม่ต้องส่งไปซ่อมที่ต่างประเทศ โดยมีเอกสารแสดงในการขั้นตอนการเสนอราคา
- 5 ผู้ขายต้องจัดวิทยากรผู้อบรมการใช้งานเป็นภาษาไทย เพื่อฝึกอบรมเป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน วันละไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง
- 6 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขอเสนอราคา

8. การบำรุงรักษาเครื่อง : การรับประกันคุณภาพ

- 8.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในชุดเรียนรู้มีประกันคุณภาพอย่างน้อย 3 ปี

9. ประโยชน์พร้อมลักษณะการใช้งาน

9.1 ใช้สนับสนุนนักศึกษาในการเรียนรู้และฝึกฝนทักษะในการสร้างระบบการวัดและทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยมุ่งเป้าภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์ โดยใช้ในวิชา วฟ. 201 วฟ.202 วฟ.311 และ วฟ.380

9.2 ใช้ในการอบรมบุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อยกระดับของทักษะในการพัฒนาระบบการทดสอบอัตโนมัติ

วิธีการใช้งานอ้างอิงตามรายการของเครื่องมือและอุปกรณ์ในหัวข้อ 8 มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโจทย์ของการเรียนรู้
2. ต่อสายโปรบวัดสัญญาณจากออสซิลโลสโคปในรายการที่ 2.1 เพื่อวัดสัญญาณจากจุดทดสอบในวงจร

3. ต่อมิเตอร์ในรายการที่ 2.4 เพื่อวัดปริมาณทางไฟฟ้าที่สนใจ เช่น แรงดัน/กระแส ในวงจร
4. ต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงในรายการที่ 2.3 เพื่อจ่ายสัญญาณทดสอบเข้าวงจร
5. เสียบสาย USB จากเครื่องมือรายการที่ 2.1-2.4 กับคอมพิวเตอร์
6. เขียนโค้ดด้วยภาษา Python หรือใช้ LabVIEW เชื่อมต่อเครื่องมือวัด
7. เขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงาน และนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือวัดมาแสดงผล

Q/h