

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกทักษะการออกแบบติดตั้งและทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป
 - 3.1 ชุดฝึกวิเคราะห์การทำงานและบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
 - 3.2 ชุดฝึกสนับสนุนการเรียนรู้ระบบขับเคลื่อนในยานยนต์ ไฟฟ้าแบบเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด
4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดฝึกทักษะการออกแบบติดตั้งและทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

 - 4.1 ชุดฝึกวิเคราะห์การทำงานและบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1.1 ชุดฝึกการตรวจสอบแชสซีของรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.1.1 ดัดแปลงหรือสร้างจากรถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย
 - 4.1.1.2 สามารถแสดงการเชื่อมต่อของระบบไฟฟ้าแรงสูง, ระบบส่องสว่าง, ระบบปรับอากาศ และแชสซี
 - 4.1.1.3 ฝาครอบแบตเตอรี่แพคต้องไม่ทึบแสงสามารถมองเห็นการต่อวงจรภายในได้
 - 4.1.1.4 ระบบขับเคลื่อนและระบบปรับอากาศยังสามารถทำงานได้
 - 4.1.1.5 ระบบอัดประจุเป็นแบบ CCS Type2 และสามารถใช้งานกับเครื่องอัดประจุได้ปกติ
 - 4.1.1.6 แบตเตอรี่แพคเป็นชนิด Lithium Iron Phosphate (LFP) มีแรงดันปกติไม่ต่ำกว่า 300 โวลต์
 - 4.1.1.7 ชุดฝึกการตรวจสอบแชสซีของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนได้
 - 4.1.2 ชุดฝึกการวิเคราะห์และทดสอบระบบของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.2.1 สามารถเชื่อมต่อกับชุดฝึกได้
 - 4.1.2.2 สามารถวิเคราะห์และทดสอบระบบการจัดการแบตเตอรี่ (BMS) ระบบการควบคุมมอเตอร์ (MCU) และระบบการอัดประจุด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Charging Unit)

- 4.1.2.3 สามารถจำลองความผิดพลาดในการทำงานของระบบ (Fault) ให้ผู้เรียนได้วัดและวิเคราะห์ได้ไม่ต่ำกว่า 50 จุด
- 4.1.2.4 แผงที่ใช้ต่อวงจร หรือแสดงผลทำจากอะคริลิกที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 6 มม.
- 4.1.2.5 มีหน้าจอแสดงผลการทำงานขนาดไม่ต่ำกว่า 20 นิ้ว
- 4.1.3 ชุดฝึกแบตเตอรี่แพคและระบบจัดการแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.3.1 แบตเตอรี่แพคเป็นชนิด Lithium Iron Phosphate (LFP)
 - 4.1.3.2 ใช้เทคโนโลยี Blade battery หรือเทียบเท่า
 - 4.1.3.3 มีแรงดันปกติไม่ต่ำกว่า 300 โวลต์ และพิกัดไม่ต่ำกว่า 45 kWh
 - 4.1.3.4 มีแผงต่อวงจรเพื่อตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า
 - 4.1.3.5 ฝาครอบแบตเตอรี่แพคต้องไม่ทึบแสงสามารถมองเห็นการต่อวงจรภายในได้
- 4.1.4 ชุดฝึกการขับเคลื่อนมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.4.1 ฝาครอบแบตเตอรี่แพคต้องไม่ทึบแสงสามารถมองเห็นการต่อวงจรภายในได้ ใช้มอเตอร์แบบ Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) พิกัดไม่ต่ำกว่า 100 kW
 - 4.1.4.2 มอเตอร์มีความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 12000 รอบต่อนาที
 - 4.1.4.3 มีชุดเกียร์, คันเร่ง, เบรก และระบบระบายความร้อนของมอเตอร์
 - 4.1.4.4 มีแผงต่อวงจรและโวลต์มิเตอร์เพื่อตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า
 - 4.1.4.5 มีอุปกรณ์แสดงรหัสความผิดพลาดที่เกิดในระบบได้
- 4.1.5 ชุดฝึกระบบปรับอากาศ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.5.1 ใช้คอมเพรสเซอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยแรงดันบัลไฟฟ้ากระแสตรงไม่ต่ำกว่า 300 โวลต์
 - 4.1.5.2 มีแผงต่อวงจรเพื่อตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า
 - 4.1.5.3 สามารถวัดค่าความต้านทานฉนวนของคอมเพรสเซอร์ได้
 - 4.1.5.4 สามารถจำลองความผิดพลาดในการทำงานของระบบ (Fault) ให้ผู้เรียนได้วัดและวิเคราะห์ได้
- 4.1.6 ชุดฝึกระบบไฟฟ้าของรถยนต์ทั้งคัน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.1.6.1 สามารถแสดงการทำงานของระบบไฟฟ้ารถยนต์ ที่ใช้ไฟฟ้าแรงดันต่ำ
- 4.1.6.2 มีแผงต่อวงจรเพื่อตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า
- 4.1.6.3 สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบการลือคประตู่ได้
- 4.1.6.4 สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบแสงสว่างได้
- 4.1.6.5 สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบกระจกมองหลังได้
- 4.1.7 ชุดฝึกระบบบังคับเลี้ยว จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.7.1 ประกอบด้วยพวงมาลัย, มอเตอร์บังคับเลี้ยว, ตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (Shock absorber), ล้อและยางรถยนต์
 - 4.1.7.2 มีแผงต่อวงจรเพื่อตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า
 - 4.1.7.3 สามารถสื่อสารผ่าน CAN bus ได้
 - 4.1.7.4 มี Torque sensor และสามารถตรวจวัดสัญญาณจาก Torque sensor ได้
- 4.1.8 ชุดฝึกการควบคุมตัวรถด้านหลัง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.1.8.1 สามารถแสดงโครงสร้างและการควบคุมตัวรถด้านหลัง
 - 4.1.8.2 สามารถแสดงโครงสร้างของระบบกันสะเทือนได้
 - 4.1.8.3 สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความผิดพลาดของเซนเซอร์ความเร็วของล้อได้
 - 4.1.8.4 สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบเบรกได้
 - 4.1.8.5 สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบควบคุมตัวรถด้านหลังได้
- 4.1.9 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 4.1.10 ผู้เสนอราคาต้องมีประสบการณ์ในการจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมด้านยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 แห่ง (เพื่อแสดงถึงศักยภาพในด้านความเชี่ยวชาญในการจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมในด้านยานยนต์ไฟฟ้า)
- 4.1.11 โมเดลรถยนต์ที่ใช้ในการฝึกอบรมปฏิบัติการระบบขับเคลื่อนในยานยนต์ไฟฟ้า จะต้องได้มาตรฐานสากลด้านปลอดภัยของเครื่องจักร EN ISO12100:2010 หรือ EN 60204-1:2018 หรือ 2006/42/EC Machinery Directive/Annex VIII เป็นอย่างน้อย

4.2 ชุดฝึกสนับสนุนการเรียนรู้ระบบขับเคลื่อนในยานยนต์ ไฟฟ้าแบบเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.2.1 ระบบการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเพื่อการศึกษา AR/VR จำนวน 30 สิทธิ์ แต่ละ สิทธิ์มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1 ระบบการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเพื่อการศึกษาด้วยเทคโนโลยี AR/VR พร้อม ระบบเก็บข้อมูล Cloud Server ที่ได้มาตรฐาน ในระยะเวลา 2 ปี นับจาก วันที่ลงทะเบียนใช้สิทธิ์

4.2.1.2 สนับสนุนการเรียนการสอนบนระบบการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเพื่อ การศึกษา ด้วยเทคโนโลยี AR/VR สำหรับ 1 ห้องเรียน จำนวน 30 สิทธิ์ พร้อมตัวอย่างบทเรียนในฐานข้อมูลรายการบทเรียนสำเร็จรูป แบบ 3D และ 360 องศา

4.2.1.3 รองรับการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone), แท็บเล็ต (Tablet), คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) เป็นอย่างน้อย

4.2.1.4 รองรับการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลแบบสวมศีรษะ (HMD) เช่น Meta Quest, HTC หรือ Vive ได้

4.2.1.5 รองรับการสนทนาระหว่างผู้ใช้งานแบบกลุ่มในลักษณะรูปแบบการใช้เสียง สนทนาได้ โดยบทเรียนสามารถใช้งานร่วมกันผ่านการเรียนแบบออนไลน์ได้

4.2.1.6 ระบบสามารถลงทะเบียนใช้งาน และล็อกอินใช้งานผ่านทางเว็บไซต์ และ ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตได้

4.2.1.7 ระบบสามารถรองรับการใช้งานได้ 18 ภาษา เป็นอย่างน้อย

4.2.1.8 มีระบบฐานข้อมูล Online (Cloud Service Database) ความสามารถในการ เข้าถึงข้อมูล (Access) ได้ง่ายรวดเร็วและถูกต้อง โดยจะต้องมีการ กำหนดสิทธิ์ในการใช้ข้อมูลตามลำดับความสำคัญของผู้ใช้งาน

4.2.1.9 ระบบการบริหารจัดการเนื้อหา (Content Management System หรือ CMS) ที่ต้องมีข้อกำหนดทางเทคนิคไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

- สามารถใช้งานระบบ (Content Management System หรือ CMS) ผ่านทางเว็บไซต์ (Desktop Browser) ได้

- มีระบบการจัดการสำหรับ (Back Office) ประกอบด้วย มีระบบการจัดเก็บข้อมูลการใช้งาน โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้ สามารถตรวจเช็คประวัติการล็อกอินเข้ามาใช้งานของผู้ใช้งานได้ ที่รองรับผู้ใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า 30 คน ในเวลาเดียวกัน
- สามารถเพิ่มผู้ใช้เข้าไปในแต่ละหมวดหมู่ดังต่อไปนี้ ผู้ดูแลระบบ (Admin), ครูผู้สอน (Teacher) และ นักเรียน (Student)
- ผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการผู้ใช้รายอื่นๆ และเนื้อหาต่างๆ แก่ผู้ใช้ในหน่วยงานนั้นได้
- สามารถบริหารจัดการผู้ใช้งานเพื่อเข้าใช้ในคลังข้อมูลได้
- สามารถเพิ่มและบริหารจัดการหมวดหมู่ของหลักสูตรได้
- สามารถเพิ่มและบริหารจัดการคลังข้อมูลในระบบ CMS ได้
- มีตัวอย่างข้อมูลหรือฐานข้อมูล (Content Library) ที่อยู่ใน CMS จำนวนไม่น้อยกว่า 500 ข้อมูล

4.2.1.10 โหมดการสร้างเนื้อหาบทเรียน (AVR Software: Creation) ต้องมีซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชันที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบ Cloud หรือระบบที่เสนอ โดยต้องมีข้อกำหนดทางเทคนิคไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

- สามารถสร้างบทเรียน ผ่านระบบ Windows หรือ macOS และ บนระบบของ Mobile Device เช่น iOS หรือ Android ได้
- สามารถเลือกโหมดในการสร้างบทเรียนแบบ Metaverse Builder หรือบทเรียนแบบ Xperience ได้
- บทเรียนในรูปแบบ Metaverse Builder รองรับการใช้งานร่วมกับระบบ AI ได้
- บทเรียนในรูปแบบ Xperience สามารถเลือกโหมดในการสร้างบทเรียนแบบ 3D หรือ บทเรียนแบบ 360 องศาได้
- สามารถเข้าถึงคลังข้อมูลเนื้อหา (Content Library) ที่พร้อมใช้งานเพื่อทำการสร้างบทเรียนได้
- สนับสนุนการเพิ่มข้อมูลในรูปแบบวิดีโอ
- สนับสนุนการเพิ่มข้อมูลในรูปแบบเสียง
- สนับสนุนการเพิ่มข้อมูลการอธิบายในรูปแบบตัวอักษร

- สนับสนุนการเพิ่มแบบทดสอบได้อย่างน้อย 3 รูปแบบ
- สนับสนุนการเพิ่มข้อมูลในรูปแบบรูปภาพ
- สนับสนุนการเพิ่มข้อมูลในรูปแบบไฟล์ PDF
- สนับสนุนการเพิ่มข้อมูล Hyperlink ในการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่นๆ

4.2.1.11 โหมดการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน (AVR Software: Playback) ต้องมี

ซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานเนื้อหาที่สร้างหรือพัฒนาขึ้นมาได้ โดยต้องมีข้อกำหนดทางเทคนิคไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

- สามารถเข้าถึงเนื้อหาจากระบบคลังข้อมูลผ่านระบบ Windows หรือ macOS และ บนระบบของ Mobile Device เช่น iOS หรือ Android ได้
- สามารถแยกส่วนประกอบขึ้นส่วนของเนื้อหาได้
- สามารถแสดงคำบรรยายในแต่ละขึ้นส่วนของเนื้อหาได้
- สามารถเลือกแสดงภาพในโหมดความจริงเสมือน (VR) หรือ ในโหมดความจริงเสริม (AR) ได้
- สามารถเลือกเอกซเรย์เนื้อหาเพื่อเห็นองค์ประกอบภายในได้
- สามารถแสดงเนื้อหาในลักษณะเคลื่อนไหว (Animation) ได้
- สามารถแสดงข้อมูลวิดีโอที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้
- สามารถแสดงข้อมูลเสียงที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้
- สามารถแสดงข้อมูลการอธิบายในรูปแบบตัวอักษรที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้
- สามารถแสดงข้อมูลแบบทดสอบที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้
- สามารถแสดงข้อมูลรูปภาพที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้
- สามารถแสดงข้อมูลไฟล์ PDF ที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้
- สามารถแสดงข้อมูล Hyperlink ที่ถูกเพิ่มมาจาก AVR Software : Creation ได้

4.2.1.12 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย (ทั้งนี้ให้รวมถึงสาขา เจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยด้วย โดยให้ถือว่าเป็นเจ้าของ)

4.2.2 แวนแสดงภาพเสมือนจริงแบบสวมใส่ จำนวน 20 อัน แต่ละอันมีรายละเอียดดังนี้

4.2.2.1 เป็นระบบการเรียนรู้แบบเสมือนมีหน่วยประมวลผล Qualcomm

Snapdragon XR2Gen2 เป็นอย่างน้อย

4.2.2.2 มีจอแสดงผลประเภท LCD และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2064x 2208

4.2.2.3 มีอัตรารีเฟรชไม่น้อยกว่า 90Hz

4.2.2.4 มีมุมมองในการมองเห็นไม่น้อยกว่า 104°

4.2.2.5 มีแรม(RAM)ขนาดไม่น้อยกว่า 8GB หรือดีกว่า

4.2.2.6 มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 128GB หรือดีกว่า

4.2.3 จอแสดงผลอัจฉริยะแบบสัมผัส ขนาด 86 นิ้ว พร้อมขาตั้ง จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.2.3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง มีรายละเอียดไม่ต่ำกว่านี้

- คอร์และเธรด: 6 คอร์ และ 12 เธรด
- เทคโนโลยีเทอร์โบบูสต์: สนับสนุนการเพิ่มความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด
- หน่วยความจำแคช: L3 ขนาด 12 MB
- กระบวนการผลิต: ใช้กระบวนการผลิตที่ละเอียด 14 นาโนเมตร
- กราฟิกในตัว: มีกราฟิกในตัวรองรับการแสดงผลความละเอียดสูง

4.2.3.2 เป็นจอแสดงผลแบบสัมผัส ชนิด Back Light Unit แบบ DLED (Direct-lit LED) ขนาดของจอภาพไม่น้อยกว่า 86 นิ้ว วัดตามแนวทแยง หรือดีกว่า

4.2.3.3 ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution) ไม่น้อยกว่า 3,840 x 2,160 จุด หรือ 4K โดยมีอัตราส่วนภาพที่ 16:9 หรือดีกว่า

4.2.3.4 อัตราความเร็วในการตอบสนองภาพ (Response Time) 8 ms หรือดีกว่า

4.2.3.5 ขอบเขตความกว้างของสี (NTSC) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90

4.2.3.6 อัตราส่วนความคมชัดของภาพ (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 4000:1

4.2.3.7 ความกว้างมุมมองของภาพ (View Angle): 178 องศาในแนวนอน และ 178 องศาในแนวตั้ง

4.2.3.8 ความสว่างของจอภาพ (Brightness) ไม่น้อยกว่า 350 cd/m2

4.2.3.9 จอสัมผัสแบบอินฟาเรดรองรับการสัมผัสพร้อมกันได้ ไม่น้อยกว่า 20 จุด

4.2.3.10 มีลำโพงแบบติดตั้งในตัวกำลังขับไม่น้อยกว่า 2 x 10W+20W หรือดีกว่า

4.2.3.11 จอมีไมโครโฟนแบบติดตั้งในตัวไม่น้อยกว่า 8 ตัว

- 4.2.3.12 จอมีกล้องแบบติดตั้งในตัวมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 48 ล้านพิกเซล
- 4.2.3.13 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 100 - 240 VAC, 50/60 Hz
- 4.2.3.14 มีช่องต่อสัญญาณเข้า HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, Touch 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, USB-Type C ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.2.3.15 รองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi
- 4.2.3.16 สามารถแสดงหน้าจอพร้อมกันได้ไม่น้อยกว่า 4 อุปกรณ์จากคอมพิวเตอร์แล็ปท็อป แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน สามารถแสดง Pin code สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายที่สนับสนุนของจอภาพได้
- 4.2.3.17 มีอุปกรณ์เสริมเป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพ (wireless dongle) จากคอมพิวเตอร์แล็ปท็อปไปแสดงผลที่จอภาพภายใต้ตราสินค้าเดียวกับจอภาพ
- 4.2.3.18 มีอุปกรณ์เสริม PC Module ภายใต้ตราสินค้าเดียวกันกับจอภาพ และสามารถใส่ใน Slot ด้านหลังของจอภาพได้ เพื่อให้จอภาพสามารถใช้งานในระบบ Windows โดยมี CPU Intel Core i7
- คอร์และเธรด: 8 คอร์ และ 16 เธรด
 - ความเร็วพื้นฐาน: ประมาณ 2.9 - 3.8 GHz ขึ้นอยู่กับรุ่น
 - เทคโนโลยีเทอร์โบบูสต์: สามารถเพิ่มความเร็วได้ถึง 4.8 - 5.0 GHz
 - หน่วยความจำแคช: L3 ขนาด 16 MB
 - กระบวนการผลิต: 14 นาโนเมตร (nm)
 - กราฟิกในตัว: มีกราฟิกในตัว Intel UHD Graphics
 - RAM DDR4 16 GB
 - ROM SSD 256 GB
 - พร้อม license ของระบบปฏิบัติการที่มีการพัฒนาออกมาหลังปี 2015
- 4.2.3.19 มีชุดขาตั้งแบบมีล้อเลื่อนสามารถเคลื่อนย้ายได้ พร้อมติดตั้งสายสัญญาณให้ทำงานได้สมบูรณ์
- 4.2.3.20 ผู้เสนอราคาจะต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์และบริษัทที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้นำเข้าและจัดจำหน่ายอย่างถูกต้องภายในประเทศไทยจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ โดยเป็นเอกสารตัวจริงต้องมีตราประทับของบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.2.3.21 บริษัทผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ต้องมีศูนย์บริการรองรับการให้บริการและรับประกันสินค้าและบริการหลังการขายที่น่าเชื่อถือ และสะดวกต่อการให้บริการกับทางมหาวิทยาลัย

4.2.4 ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์พร้อมชาร์จ และระบบโอโซนสำหรับฆ่าเชื้อ จำนวน 1 ตู้ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.4.1 ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์พร้อมชาร์จ และมีระบบโอโซนสำหรับฆ่าเชื้ออุปกรณ์ได้

4.2.4.2 รองรับการชาร์จแบตเตอรี่อุปกรณ์แสดงภาพความจริงเสมือนแบบสวมใส่ อย่างน้อยประเภท VR , XR และ HMD หรือดีกว่า

4.2.4.3 มีขนาดช่องสำหรับเก็บอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 140 x 200 x 320 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

4.2.4.4 มีปริมาณการชาร์จ จำนวน ไม่น้อยกว่า 20 ยูนิต หรือดีกว่า

4.2.4.5 รองรับการชาร์จประเภทสายเป็นแบบ USB Type C หรือดีกว่า

4.2.4.6 สามารถแสดงสถานะของการชาร์จแบตเตอรี่ได้

4.2.4.7 รองรับระบบการรักษาความปลอดภัยในการเปิด-ปิดแบบดิจิทัลเป็นอย่างดี

4.2.5 โปรแกรมพัฒนาเนื้อหาสำหรับระบบขับเคลื่อนในยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.2.5.1 โปรแกรมพัฒนาเนื้อหาสื่อการสอนในรูปแบบ Object หรือ Animation ที่เกี่ยวข้องกับระบบขับเคลื่อนในยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles Drive System) แบบเสมือนจริง จำนวน 1 โปรแกรม แบบใช้งานตลอดชีพ มีรายละเอียดดังนี้

- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบเบรกสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบปรับอากาศสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบบังคับเลี้ยวสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนระบบบาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- เนื้อหาการเรียนการสอนเครื่องมือวัดทดสอบและซ่อมบำรุงสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

4.2.5.1.1 เนื้อหาสื่อการสอนในรูปแบบ Object แบบคงที่ ที่สามารถดูจากมุมมองต่างๆ ได้

4.2.5.1.2 เนื้อหาสื่อการสอนในรูปแบบ Animation จำลองการเคลื่อนไหว หรือการทำงานของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การทำงานของมอเตอร์หรือการไหลของพลังงาน

- 4.2.5.1.3 สามารถแสดงรายละเอียดที่สำคัญ โดยขึ้นส่วนต้องมีคำอธิบาย (Annotations) ที่ระบุชื่อและหน้าที่ของขึ้นส่วนนั้นๆ
- 4.2.5.2 โปรแกรมพัฒนาเนื้อหาเพื่อทักษะขั้นตอนการถอดประกอบยานยนต์ไฟฟ้า และการซ่อมบำรุงระบบ โดยการจำลองผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริง จำนวน 1 โปรแกรม มีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.5.2.1 มีสิทธิ์ที่สามารถเข้าใช้ได้พร้อมกัน 200 สิทธิ์ แบบใช้งานตลอดชีพ
- 4.2.5.2.2 มีผู้ฝึกสอนเสมือนจริง (Avatar) ที่ทำหน้าที่อธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า การถอดประกอบ และการซ่อมบำรุง ผ่านการสื่อสารด้วยเสียงและวิดีโอ เป็นภาษาไทย
- 4.2.5.2.3 มีฟังก์ชันการปฏิบัติตามคำแนะนำ โดยผู้ใช้งานจะต้องสามารถทำตามคำแนะนำที่ผู้ฝึกสอนเสมือนจริง (Avatar) ให้ในส่วนของการถอดประกอบ และการซ่อมบำรุงได้อย่างถูกต้อง
- 4.2.5.2.4 มีฟังก์ชันให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกคาแรคเตอร์ (Avatar) ได้อย่างน้อย 5 คาแรคเตอร์ โดยแต่ละคาแรคเตอร์จะต้องมีการแต่งกายชุดนิรภัย ที่เหมาะสมกับการซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า
- 4.2.5.2.5 รองรับการเรียนรู้และฝึกอบรมแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มร่วมกันได้อย่างน้อย 5 ผู้ใช้งานพร้อมกัน
- 4.2.5.2.6 มีโมดูลการเรียนรู้เบื้องต้นดังต่อไปนี้
- โมดูลระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบและการ ทำงานของระบบขับเคลื่อน
 - โมดูลระบบแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงาน และการบำรุงรักษาระบบแบตเตอรี่
 - โมดูลระบบเบรกยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเบรกและวิธีการซ่อมบำรุง
 - โมดูลระบบปรับอากาศยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า
 - โมดูลระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังในยานยนต์ไฟฟ้า

- โมดูลระบบบังคับลิ้ว เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบบังคับลิ้วในยานยนต์ไฟฟ้า
- โมดูลระบบชาร์จแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่และการดูแลรักษาระบบ
- โมดูลการตรวจสอบและซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า
- โมดูลการใช้งานเครื่องมือวัดทดสอบ เพื่อการเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือวัดสำหรับการถอดประกอบและซ่อมบำรุง

4.2.5.2.7 สามารถแสดงโมเดลสามมิติ (3D Model) ของยานยนต์ไฟฟ้าในรูปแบบ AR ผ่านการใช้กล้องหน้าของอุปกรณ์ที่รองรับ เช่น แท็บเล็ต โดยที่ผู้ใช้สามารถหมุน ย่อ/ขยาย และปรับมุมมองโมเดลตามความต้องการได้

4.2.5.2.8 โมเดลที่แสดงในรูปแบบ AR ต้องแสดงรายละเอียดสำคัญ เช่น โครงสร้างภายนอก, มอเตอร์, แบตเตอรี่, ระบบขับเคลื่อน และส่วนประกอบอื่น ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างครบถ้วน

4.2.5.2.9 ต้องมีฟังก์ชัน ให้ผู้ใช้แยกชิ้นส่วนประกอบสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้าได้ (Exploded View) เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า, แบตเตอรี่, ระบบเบรก, ระบบบังคับลิ้ว และระบบไฟฟ้าโดย ชิ้นส่วนต้องมีคำอธิบาย (Annotations) ที่ระบุชื่อและหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ

4.2.5.2.10 ผู้ใช้ต้องสามารถย่อ/ขยาย (Zoom In/Out) โมเดล AR ได้ผ่านการใช้ท่าทางสัมผัส (Gestures) บนหน้าจอของแท็บเล็ตได้

4.2.5.2.11 ฟังก์ชันหมุนโมเดลสามมิติรอบตัวในทุกมุมมอง (360-Degree Rotation) เพื่อดูรายละเอียดจากมุมมองต่างๆ

4.2.5.2.12 โมเดลที่แสดงในรูปแบบ AR ต้องมีความสามารถในการปรับความโปร่งใสของชิ้นส่วนบางชิ้น เพื่อให้เห็นชิ้นส่วนภายในได้ชัดเจนขึ้น

4.2.5.2.13 รองรับการบันทึกหน้าจอขณะทำการแสดงผลโมเดล AR โดยสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวและการใช้งานในรูปแบบวิดีโอได้ โดย วิดีโอที่บันทึกจะต้องถูกเก็บในรูปแบบไฟล์มาตรฐาน เช่น .mp4

4.2.5.2.14 สามารถ สร้าง จัดการ และควบคุมสิทธิ์ของผู้ใช้งานในระบบ
ครอบคลุมตั้งแต่การลงทะเบียนผู้ใช้ การกำหนดสิทธิ์ การดูแล
รักษาบัญชี โดยสิทธิ์ผู้ดูแลระบบจะต้องสามารถจัดการข้อมูล
ผู้ใช้งานได้ ดังนี้

- สามารถเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลผู้ใช้
- สามารถกำหนดบทบาท (Role) หรือสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้งานได้ เช่น
ผู้ดูแลระบบ (Admin), ผู้ฝึกสอน (Instructor), ผู้เรียน (Learner) เป็น
ต้น
- สามารถใช้ตรัสผ่านหรือปลดล็อกบัญชีในกรณีที่ล็อกอินผิดพลาดหลาย
ครั้ง

4.2.5.2.15 สามารถใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook),
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer), แท็บเล็ต
(Tablet) และ อุปกรณ์ VR Head-mounted Display ที่เสนอ
ในโครงการได้

4.2.6 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายพร้อมระบบปฏิบัติการ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียด
ดังนี้

4.2.6.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 16 แกนหลัก (16 core) หรือดีกว่า
สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณ
นาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.9 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

4.2.6.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มี
หน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อย
กว่า 24 MB

4.2.6.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า
32 GB

4.2.6.4 สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5

4.2.6.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SCSI หรือ SAS ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า
10,000 รอบ ต่อวินาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid
State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 960 GB จำนวนไม่น้อย
กว่า 4 หน่วย

4.2.6.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10 Gb Base-T
หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.2.6.7 มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย

- 4.2.6.8 มีชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server Standard Edition เวอร์ชันล่าสุด สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอ ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 4.2.7 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย จำนวน 2 ตัว แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.7.1 สามารถใช้งานตามมาตรฐาน (IEEE 802.11b, g, n, ac, ax) ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.7.2 สามารถทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz, 5 GHz ได้
 - 4.2.7.3 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA , WPA2 และ WPA3 ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.7.4 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.2.7.5 สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet)
 - 4.2.7.6 สามารถรับสัญญาณขาเข้าไม่น้อยกว่า 3 ช่องสัญญาณ และส่งสัญญาณขาออกไม่น้อยกว่า
 - 4.2.7.7 3 ช่องสัญญาณ (3x3 MIMO) และสามารถทำงานแบบ Multiuser MIMO (MU-MIMO) ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.7.8 รองรับการบริหารจัดการผ่านระบบควบคุมเครือข่ายไร้สาย (Wireless Controller)
 - 4.2.7.9 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านมาตรฐาน HTTP หรือ HTTPS หรือ SSH ได้เป็นอย่างดี
- 4.2.8 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ L3 ขนาด 24 ช่อง จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.8.1 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 3 ของ OSI Model
 - 4.2.8.2 สามารถค้นหาเส้นทางเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล (Routing Protocol) RIPv2, OSPF ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.8.3 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
 - 4.2.8.4 มีช่องสำหรับรองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 1/10 Gbps (SFP/SFP+) พร้อม Transceiver Module จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.2.8.5 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
 - 4.2.8.6 รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Mac Address
 - 4.2.8.7 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

- 4.2.8.8 สามารถส่งข้อมูล Log File ในรูปแบบ Syslog ได้เป็นอย่างดี
- 4.2.8.9 สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv6 ได้
- 4.2.9 เครื่องสำรองไฟขนาด 20kVA จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.9.1 เป็นเครื่องสำรองไฟขนาด 20 kVA / 18 kW หรือดีกว่า
 - 4.2.9.2 เป็นเครื่องสำรองไฟระบบ True On-line Double Conversion System หรือดีกว่า
 - 4.2.9.3 มีระบบแรงดันไฟฟ้าขาเข้า แบบ Dual Input โดยสามารถเลือกไฟฟ้าขาเข้า 1 Phase หรือ 3 Phase ได้
 - 4.2.9.4 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ที่ 220VAC, 50Hz (Battery Mode) หรือดีกว่า
 - 4.2.9.5 มีสัญญาณรูปคลื่น (Waveform) ไฟขาออกแบบ Pure Sinewave
 - 4.2.9.6 มีค่า Output Harmonic Distortion <2% THD (Linear Load) หรือดีกว่า
 - 4.2.9.7 ใช้แบตเตอรี่ชนิด Sealed Lead Acid Maintenance Free
 - 4.2.9.8 สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 10 นาที
 - 4.2.9.9 มีระบบป้องกันไฟกระชาก Surge Protection หรือ Short Circuit Protection
 - 4.2.9.10 สามารถแสดงผลแบบ LED ซึ่งสามารถแสดงค่า Bypass, UPS On , Line Mode, Battery mode, Fault mode
 - 4.2.9.11 สามารถแสดงผลแบบ LCD Display ซึ่งสามารถแสดงค่า Input/Output Voltage & Frequency, Load level, Battery status, Fault indicator เป็นอย่างน้อย
 - 4.2.9.12 มี Software management & Monitoring
 - 4.2.9.13 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 0-40 องศาเซลเซียส
 - 4.2.9.14 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายเฉพาะโครงการนี้จากเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง
- 4.2.10 ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (ขนาด 42U) จำนวน 1 ตู้ มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.10.1 เป็นตู้ Rack ปิด ขนาด 19 นิ้ว 42U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตรและความสูงไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร
 - 4.2.10.2 ผลิตจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแบบชุบด้วยไฟฟ้า (Electro-galvanized steel sheet)

- 4.2.10.3 มีช่องเสียบไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- 4.2.10.4 มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.2.11 เครื่องเวิร์กสเตชัน (Workstations) พร้อมหน่วยประมวลผล ด้านกราฟิกประสิทธิภาพสูง และระบบปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ AVR จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.11.1 เครื่องที่เสนอต้องมี Form Factor แบบ Workstation เป็นอย่างน้อย
 - 4.2.11.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 2.1 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.2.11.3 มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่ต่ำกว่า 32 GB หรือดีกว่า
 - 4.2.11.4 มี Hard Disk แบบ SSD ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 1 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.2.11.5 มีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิกแบบแยกจากแผงวงจรหลัก มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 6GB DDR5 หรือดีกว่า
 - 4.2.11.6 มีพอร์ต HDMI หรือ mini DisplayPort หรือ DisplayPort จำนวนไม่น้อยกว่า 2 Port
 - 4.2.11.7 มี USB 3.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 6 Port
 - 4.2.11.8 มีส่วนเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) ที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 10/100/1000 Gigabit Ethernet จำนวน 1 Port
 - 4.2.11.9 มีการเชื่อมต่อแบบไร้สายรองรับการใช้งาน WiFi 6E หรือ WiFi 802.11ax หรือดีกว่า
 - 4.2.11.10 มีแป้นพิมพ์ (Keyboard) และเมาส์ (Mouse) ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอ
 - 4.2.11.11 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 Pro แบบ 64-bit หรือรุ่นล่าสุดที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
 - 4.2.11.12 มีระบบ Online Support ที่ให้บริการ Download คู่มือ Driver และ BIOS Update ผ่านทางระบบ Internet
- 4.2.12 จอสำหรับชุดเวิร์กสเตชัน (Workstation) จำนวน 2 จอ แต่ละจอมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.12.1 มีจอภาพขนาด 32 นิ้ว เป็นอย่างน้อย

- 4.2.12.2 มีอัตราสัดส่วนภาพ 16:9 และ มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2560 x 1440 จุด หรือดีกว่า
 - 4.2.12.3 มีความสว่างไม่น้อยกว่า 350 cd/m²
 - 4.2.12.4 ค่าสี Color มาตรฐาน 99% sRGB หรือ 91% CIE1976 หรือดีกว่า
 - 4.2.12.5 มีมุมมองไม่น้อยกว่า 178 องศาทั้งแนวตั้งและแนวนอน (vertical/horizontal)
 - 4.2.12.6 สามารถแสดงภาพจากคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ต HDMI หรือ mini Display Port หรือ DisplayPort ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.12.7 รองรับการหมุนหน้าจอเป็นแนวตั้ง (Pivot), ปรับสูงต่ำ (High adjustable), ก้มเอน (Tilt) และ หมุนไปทางซ้ายหรือขวา (Swivel)
 - 4.2.12.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับชุดเวิร์กสเตชัน (Workstations) ที่เสนอ
 - 4.2.12.9 มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่ต่ำกว่า 32 GB หรือดีกว่า
- 4.2.13 คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) พร้อมหน่วยประมวลผล ด้านกราฟิก ประสิทธิภาพสูง และระบบปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ AVR จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.13.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 14 แกนหลัก (14 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 2.6 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.2.13.2 มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่ต่ำกว่า 32 GB หรือดีกว่า
 - 4.2.13.3 มี Hard Disk แบบ SSD หรือ M.2 SSD ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 1 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.2.13.4 มีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิกแบบแยกจากแผงวงจรหลักรุ่น Nvidia GeForce RTX 4070 หรือดีกว่า และมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8GB DDR6 หรือดีกว่า
 - 4.2.13.5 มีพอร์ต HDMI หรือ mini DisplayPort หรือ DisplayPort จำนวนไม่น้อยกว่า 1 Port และ พอร์ต Thunderbolt จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
 - 4.2.13.6 มี USB 3.0 Type-A จำนวนไม่น้อยกว่า 2 Port และ USB 3.0 Type-C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 Port
 - 4.2.13.7 มีการเชื่อมต่อแบบไร้สายรองรับการใช้งาน WiFi 6E หรือ WiFi 802.11ax และ Bluetooth 5.3 หรือดีกว่า
 - 4.2.13.8 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 Pro แบบ 64-bit หรือรุ่นล่าสุดที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

4.2.14 คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 4.2.14.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core)
- 4.2.14.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 4.2.14.3 มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB
- 4.2.14.4 มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 11 นิ้ว
- 4.2.14.5 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2388 x 1668 พิกเซลต่อนิ้ว
- 4.2.14.6 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11 ax) และ Bluetooth หรือดีกว่า
- 4.2.14.7 มีอุปกรณ์การเขียนที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
- 4.2.14.8 มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 10 Megapixel
- 4.2.14.9 มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 12 Megapixel
- 4.2.14.10 มีสำหรับสวมใส่ป้องกันการกระแทก

4.2.15 เครื่องสำรองไฟสำหรับชุดเวิร์กสเตชัน จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 4.2.15.1 เป็นเครื่องสำรองไฟขนาด 1,000 VA / 900 Watt หรือดีกว่า
- 4.2.15.2 เป็นเครื่องสำรองไฟระบบ True On-line Double Conversion System หรือดีกว่า
- 4.2.15.3 สามารถรับแรงดันไฟฟ้าเข้าได้ที่ 100-300VAC, 50Hz +/-10% หรือดีกว่า
- 4.2.15.4 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกได้ที่ 220VAC +/-1%, 50Hz +/-0.1% (Battery Mode) หรือดีกว่า
- 4.2.15.5 มีสัญญาณรูปคลื่น (Waveform) ไฟขาออกแบบ Pure Sinewave
- 4.2.15.6 มีค่า Output Harmonic Distortion <2% THD (Linear Load) หรือดีกว่า
- 4.2.15.7 ใช้แบตเตอรี่ชนิด Sealed Lead Acid Maintenance Free
- 4.2.15.8 สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 10 นาที
- 4.2.15.9 มีระบบป้องกันไฟกระชาก Surge Protection หรือ Short Circuit Protection
- 4.2.15.10 สามารถแสดงผลแบบ LCD ซึ่งสามารถแสดงค่า Input Voltage, Output Voltage, Battery Voltage, Load level, Overload, Fault, Battery level หรือ Battery low ได้เป็นอย่างดี
- 4.2.15.11 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 0-40 องศาเซลเซียส
- 4.2.15.12 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายเฉพาะโครงการนี้จากเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง

- 4.2.16 คอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล พร้อมจอ 모니터 แบบที่ 2 จำนวน 20 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.16.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) และ 12 แกนเสมือน (12 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.2 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.2.16.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.2.16.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผล โดยมีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้
- เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงผลแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลติดตั้งอยู่ในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงผล ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4.2.16.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.2.16.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.2.16.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.16.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.2.16.8 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว ที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 หรือดีกว่า

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 5.1 ผู้ขายต้องมีเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิต โดยมีเอกสารแต่งตั้งเพื่อการบริการหลังการขาย
- 5.2 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ตามความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานตามข้อกำหนดต่อไปนี้
 - 5.2.1 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งค่าสถานที่ ค่าฝึกอบรม ค่าเอกสาร และค่าอุปกรณ์ในการฝึกอบรม ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ (ถ้ามี)
 - 5.2.2 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมทั้งด้านวิชาการและด้านปฏิบัติการโดยครอบคลุมเนื้อหา ด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ที่เกี่ยวข้องกับระบบที่เสนอทั้งหมด ตามข้อกำหนด
 - 5.2.3 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างจะต้องกำหนดวิชาที่อบรมในแต่ละช่วงเวลา ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน
 - 5.2.4 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องเสนอหลักสูตรต่างๆ รายละเอียดการฝึกอบรมและหลักสูตรมา ให้ครบถ้วน เช่น เนื้อหาหลักสูตร ช่วงเวลาในการอบรม ระดับผู้เข้ารับการอบรม และจำนวนผู้เข้าอบรม เป็นต้น
 - 5.2.5 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องเสนอแผนการอบรมและหลักสูตรการอบรมให้มหาวิทยาลัยฯ เห็นชอบทุกหลักสูตรก่อนเริ่มทำการฝึกอบรม โดยในแต่ละหลักสูตรจะมีผู้เข้ารับการอบรมอย่างน้อยจำนวน 10 คน
 - 5.2.6 ในระหว่างการฝึกอบรม มหาวิทยาลัยฯ สงวนสิทธิ ในการยกเลิกผู้บรรยายที่ไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอ และผู้ขายหรือผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้บรรยาย ให้ใหม่ และทำการอบรมในหลักสูตรนั้นใหม่ รวมทั้งหากเนื้อหาในหลักสูตรใด ไม่ครบถ้วน ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องจัดฝึกอบรมเพิ่มเติมให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- 5.3 เมื่อมีการ Upgrade ทั้ง ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ให้ผู้ขายหรือผู้รับจ้าง ทำการฝึกอบรมในส่วนที่เพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยมหาวิทยาลัยฯ ไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น
- 5.4 ต้องมีคู่มือการใช้งานที่เป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 5.5 มหาวิทยาลัยฯ สงวนสิทธิที่จะให้ผู้ขายหรือผู้รับจ้างจัดอบรมในหลักสูตรมากกว่า 1 ครั้ง ในกรณีที่มหาวิทยาลัยฯ เห็นสมควร

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย
7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
8. ระยะเวลาการรับประกัน 2 ปี นับจากวันที่กรรมการตรวจรับ
9. สถานที่ส่งมอบ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ ชูพงษ์)
ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายนิธิกร จันทรหัวโทน)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายกฤษณ์ กิจวัฒนา)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)
ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์