

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)
รายการ ชุดเรียนรู้อานานยนต์ไฟฟ้า แบบ 3 มิติ ในโลกเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัยวิศวกรรมศาสตรนานาชาติสิรินธร ไทย-เยอรมัน (TGGS) มีแผนพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีให้รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ โดยเฉพาะในด้านยานยนต์ไฟฟ้า ระบบอัตโนมัติ และเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของอุตสาหกรรมยุคใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักศึกษามีทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม TGGS จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาซอฟต์แวร์และแพลตฟอร์มฝึกอบรมเสมือนจริง (VR) สำหรับใช้ในการเรียนการสอน

ซอฟต์แวร์ดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ในด้านโครงสร้างและการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า และระบบอัตโนมัติ ผ่านสภาพแวดล้อมจำลองที่เสมือนจริงและทันสมัย ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาเชิงลึก ผูกพันทักษะได้อย่างเป็นระบบ และเพิ่มศักยภาพในการปฏิบัติงานจริงหลังสำเร็จการศึกษา อันจะส่งผลโดยตรงต่อการผลิตบัณฑิตคุณภาพที่ตอบโจทย์ภาคอุตสาหกรรมในอนาคต

2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการ อันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

2.10 ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่า ตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

นาย กิติภักดิ์

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่ง เป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า

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

2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

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

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

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่า งบประมาณที่ยื่นข้อเสนอ ในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุน หลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

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

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย

(ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

พ.ท. โททิททท

3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดเรียนรู้อิออนยนต์ไฟฟ้า แบบ 3 มิติ ในโลกเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

4. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

6. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 3,612,900.00 บาท (สามล้านหกแสนหนึ่งหมื่นสองพันเก้าร้อยบาทถ้วน)

7. เงื่อนไขและการจ่ายเงิน

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

8. อัตราค่าปรับ

อัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ

9. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี

พทพ. โททิศาภวกร
30
Dun.

ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)
ครุภัณฑ์รายการ ชุดเรียนรู้อานยนต์ไฟฟ้า แบบ 3 มิติ ในโลกเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

ซอฟต์แวร์ VR นี้สร้างแบบจำลองยานยนต์ในอัตราส่วน 1:1 ด้วยโครงสร้างที่ละเอียดและแสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ อย่างครบถ้วน ผู้ใช้สามารถสังเกตชิ้นส่วนในมุมมองต่าง ๆ และโต้ตอบกับแบบจำลองผ่านการเลื่อน หยิบจับ หรือแยกชิ้นส่วน (Explosive view) ออกเป็นชิ้น ๆ ซอฟต์แวร์รองรับการแสดงผลและสาธิตหลักการการทำงานของระบบยานยนต์ผ่านแอนิเมชัน 3D ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พร้อมทั้งโหลดสื่อการเรียนรู้ เช่น ข้อความ กราฟิก และวิดีโอ ภายในระบบ ผู้ใช้สามารถเลือกแสดงเฉพาะระบบหรือโมดูลที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งแยกชิ้นส่วนออกและแสดงข้อมูลเชิงลึก 360° ซอฟต์แวร์ยังมีฟังก์ชันการแยกชิ้นส่วน (Explosive view) โมดูลแบบคลิกเดียวและการแสดงโครงสร้างภายใน รวมถึงการเรียกใช้งานวิดีโออธิบายหลักการทํางานและฝึกอบรมผ่านหน้าจอขนาดใหญ่

ชุดเรียนรู้อานยนต์ไฟฟ้า แบบ 3 มิติ ในโลกเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- | | |
|--|------------------|
| 1.1. ชุดเรียนรู้อานยนต์ไฟฟ้า 3 มิติ ขนาดใหญ่ในโลกเสมือนจริง พร้อมแว่นตา จำนวน 40 อัน | จำนวน 1 ชุด |
| 1.2. ชุดโต๊ะและเก้าอี้นักเรียน | จำนวน 20 ชุด |
| 1.3. ตู้เหล็กบานเปิดสูงบนกระจกกลางทึบ | จำนวน 1 ตู้ |
| 1.4. ชุดฝึกการตัดแปลงมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ชุด |
| 1.5. จออิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ | จำนวน 2 เครื่อง |
| 1.6. สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ด้านยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ชุด |
| 1.7. คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต แบบที่ 2 | จำนวน 15 เครื่อง |

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1. ชุดเรียนรู้อานยนต์ไฟฟ้า 3 มิติ ขนาดใหญ่ ในโลกเสมือนจริง พร้อมแว่นตาจำนวน 40 อัน จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 2.1.1 โปรแกรมสำหรับชุดเรียนรู้อานยนต์ไฟฟ้า 3 มิติ มีรายละเอียดดังนี้
- 2.1.1.1 สามารถจำลองยานยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง ทั้งคันแบบ 3 มิติได้
 - 2.1.1.2 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า
 - 2.1.1.3 สามารถสังเกตและตรวจสอบโครงสร้างของชิ้นส่วนได้ด้วยมุมมองที่หลากหลาย เปลี่ยนมุมมองได้แบบ 3 มิติ (3D viewing)
 - 2.1.1.4 สามารถควบคุมการทำงาน เช่น การเคลื่อนย้าย การหมุน การย่อขยาย ได้โดยใช้อุปกรณ์ Interactive handle
 - 2.1.1.5 สามารถอธิบายหลักการและระบบการทำงาน รวมถึงโครงสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าได้
 - 2.1.1.6 การทำระบบ 3D engines สามารถรองรับซอฟต์แวร์ Unity3D และ Unreal Engine 4 ได้เป็นอย่างดี หรือเทียบเท่า

ภาพที่ 1: ทัศนียภาพ
อ.
อ.

- 2.1.2 ชุดฝึกเรียนรู้หัวข้อระบบจ่ายไฟและการจัดการของยานยนต์ไฟฟ้า (Power supply and management system) โดยมีความสามารถ ดังต่อไปนี้
- 2.1.2.1 สามารถศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของ Blade battery pack ประกอบด้วย
- upper cover
 - insulation cotton
 - battery module
 - individual battery
 - protection shell
 - battery information collector and sampling line
 - high-voltage busbar
 - battery tray
 - power battery liquid cooling
- 2.1.2.2 สามารถศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหรือภาพเสมือนของระบบของชุดควบคุมการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management Controller)
- 2.1.2.3 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างหรือภาพเสมือนของระบบ AC charging
- 2.1.2.4 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างหรือภาพเสมือนของระบบ DC charging
- 2.1.2.5 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างหรือภาพเสมือนของระบบแบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงสูง (High-voltage battery)
- 2.1.2.6 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างหรือภาพเสมือนของระบบ Distribution box ได้แก่ Contactors หรือ Fuses
- 2.1.3 ชุดฝึกเรียนรู้หัวข้อระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและการควบคุมของยานยนต์ไฟฟ้า (Electric drive and control system) โดยมีความสามารถ ดังต่อไปนี้
- 2.1.3.1 สามารถเรียนรู้ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและการควบคุม เสมือนจริงของยานยนต์ไฟฟ้า แบบ 3 มิติได้
- 2.1.3.2 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างและหลักการทำงานของชุดควบคุมมอเตอร์ (Power domain controller)
- 2.1.3.3 สามารถแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการถอดประกอบมอเตอร์ขับเคลื่อน (Drive motor assembly)
- 2.1.3.4 สามารถแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนแบบแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet synchronous drive motor)
- 2.1.3.5 สามารถแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างหรือภาพเสมือนของชุด Rotary transformer
- 2.1.3.6 สามารถแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างหรือภาพเสมือนของระบบส่งกำลัง (Transmission)
- 2.1.4 ชุดฝึกเรียนรู้หัวข้อระบบปรับอากาศไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า (Electric air conditioning system) โดยมีความสามารถ ดังต่อไปนี้
- 2.1.4.1 สามารถจำลองระบบบริหารจัดการอุณหภูมิ เสมือนจริงของยานยนต์ไฟฟ้า แบบ 3 มิติได้

นพทช โคโทยาภ

กช
อช

- 2.1.4.2 สามารถแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างหรือภาพเสมือนส่วนประกอบของระบบปรับอากาศไฟฟ้า ประกอบไปด้วย
- Electric compressor assembly
 - Condenser
 - gas-liquid separator
 - air conditioning refrigeration pipeline
 - air conditioning evaporator assembly
 - plate heat exchanger
 - battery pack heat exchanger
 - battery electronic expansion valve
 - thermal management integrated module assembly
 - air conditioning expansion valve
- 2.1.4.3 สามารถแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างหรือภาพเสมือนของส่วนประกอบในระบบคอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า (Electric compressor) ประกอบไปด้วย
- control unit module
 - stator
 - rotor
 - rotation shaft
 - fixed seat of static plate
 - dynamic plate
 - static plate
- 2.1.5 กล้องตรวจจับการเคลื่อนไหว (Optical motion capture camera) จำนวน 4 ตัว มีรายละเอียดดังนี้
- 2.1.5.1 ความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 2 ล้านพิกเซล
- 2.1.5.2 ความละเอียด (Resolution) ไม่น้อยกว่า 1600 x 1200 พิกเซล หรือเทียบเท่า
- 2.1.5.3 ความแม่นยำในการจับภาพ (Capture accuracy) ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร
- 2.1.5.4 ขนาด (Pixel size) ไม่เกินกว่า 3 μm x 3 μm
- 2.1.6 แว่นตา 3D Glasses สำหรับผู้ฝึก จำนวน 40 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 2.1.6.1 ความคมชัด Contrast ratio ไม่น้อยกว่า 1000:1 หรือดีกว่า
- 2.1.6.2 อัตรา Refresh rate ไม่น้อยกว่า 120 Hz
- 2.1.6.3 ค่าความโปร่งแสง (Translucency) ไม่น้อยกว่า 35%±2%
- 2.1.6.4 เวลาการตอบสนอง (Response time) ไม่เกิน 2.0 ms ที่อุณหภูมิห้อง
- 2.1.6.5 มุมมอง (Visual angle) ไม่น้อยกว่า 80 องศา
- 2.1.6.6 แบตเตอรี่ลิเธียม (Lithium battery) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 75 mAh
- 2.1.6.7 ระยะเวลาชาร์จ (Charging time) ไม่เกิน 3 ชั่วโมง
- 2.1.6.8 กระแสไฟการชาร์จ (Charging current) ไม่น้อยกว่า 50 mA
- 2.1.6.9 แรงดันไฟฟ้าขณะใช้งาน (Rated working voltage) ขนาดไม่น้อยกว่า 3.7 V
- 2.1.6.10 กระแสไฟฟ้าขณะใช้งาน (Rated working current) ขนาดไม่น้อยกว่า 0.7mA±0.1mA
- 2.1.6.11 ซิงค์ข้อมูล Synchronous method ด้วยวิธี RF (radio frequency)

นางสาว โสภณ

กช
อ.

- 2.1.6.12 รับสัญญาณความถี่ (Receiving frequency) ชนิด 2.4G หรือดีกว่า
- 2.1.6.13 เวลาการใช้งานต่อเนื่อง (Continuous working time) ไม่น้อยกว่า 50 ชั่วโมง
- 2.1.6.14 ระยะทางการใช้งาน (Working distance) ไม่น้อยกว่า 12 เมตร
- 2.1.7 อุปกรณ์ชุดประมวลผล มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1.7.1 หน่วยประมวลผลชนิด Core i5 หรือดีกว่า
 - 2.1.7.2 หน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 8GB หรือดีกว่า
 - 2.1.7.3 หน่วยเก็บข้อมูลชนิด SSD ความจุไม่น้อยกว่า 500GB
 - 2.1.7.4 หน่วยประมวลผลภาพ Graphic ความจุไม่น้อยกว่า 4GB
 - 2.1.7.5 สามารถเชื่อมต่อ Wireless ชนิด 802.11a/b/g/n หรือดีกว่า
 - 2.1.7.6 สามารถเชื่อมต่อ Bluetooth 4.0 หรือดีกว่า
- 2.1.8 อุปกรณ์ชุดจอแสดงผล 3D holographic projection screen มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1.8.1 หน้าจอมีขนาดพื้นที่แสดงผลไม่น้อยกว่า 11.5 ตารางเมตร
 - 2.1.8.2 ระยะห่างจุด (Pixel spacing) ไม่เกิน 1.90 มิลลิเมตร
 - 2.1.8.3 เป็นหน้าจอชนิด LED light-emitting tube core หรือดีกว่า
 - 2.1.8.4 สีพื้นฐาน (Basic color) แบบ red+green+blue
 - 2.1.8.5 ความหนาแน่น (Physical density) ไม่น้อยกว่า 288,900 จุดต่อตารางเมตร
 - 2.1.8.6 อัตรา Refresh frequency ไม่น้อยกว่า 3,800 Hz
 - 2.1.8.7 สามารถปรับความสว่างหน้าจอ Brightness ได้ไม่น้อยกว่า 50 ถึง 1,200 cd/m²
- 2.1.9 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานเสมือนจริง Interactive Handle จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1.9.1 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณชนิด Bluetooth communication
 - 2.1.9.2 มีปุ่มควบคุมอย่างน้อย 3 ปุ่ม
 - 2.1.9.3 ผลิตจากวัสดุพลาสติก ABS
 - 2.1.9.4 สามารถชาร์จแบตเตอรี่ที่อยู่ภายในได้ Built-in battery charging
 - 2.1.9.5 มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานที่แตกต่างกันได้
 - 2.1.9.6 มีเซนเซอร์การทำงาน 6 แกน (six axis inertial sensor)
 - 2.1.9.7 มีระบบสั่น (vibration motor)
- 2.2. ชุดโต๊ะและเก้าอี้นักเรียน จำนวน 20 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.2.1 โต๊ะมีขนาดไม่น้อยกว่า 175 x 38 x 70 ซม. (ยาว x กว้าง x สูง) มีจำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.2.1.1 มีหน้าที่อปโต๊ะรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าผลิตจากผลิตจากไม้ปาร์ติเกิล หรือวัสดุที่ดีกว่า
 - 2.2.1.2 มีช่องสำหรับวางสิ่งของใต้โต๊ะ
 - 2.2.1.3 โครงขาโต๊ะผลิตจากเหล็กพ่นสีกันสนิม
 - 2.2.1.4 มีการติดตั้งแผ่นบังตาด้านหน้า เพื่อป้องกันการมองเห็น อย่างน้อย 1 แผ่น
 - 2.2.1.5 สามารถใช้คู่กันกับเก้าอี้ได้อย่างน้อย 2 ตัว หรือสามารถใช้งานร่วมกับผู้เรียนได้ 2 คน เป็นอย่างน้อย
 - 2.2.2 เก้าอี้มีขนาดไม่น้อยกว่า 40 x 40 x 75 ซม. (ยาว x กว้าง x สูง) มีจำนวนไม่น้อยกว่า 40 ชุด มีรายละเอียด ดังนี้
 - 2.2.2.1 มีพนักพิงและเบาะที่นั่งผลิตจากพลาสติก

นางสาว ไทกัน




- 2.2.2.2 โครงสร้างผลิตจากเหล็กพ่นสีกันสนิม
 - 2.2.2.3 แก้อั้วสามารถซ่อนเก็บได้ในแนวตั้งด้วยการวางเรียงขึ้นไป
 - 2.2.2.4 มีการติดตั้งจุกยางกันลื่นที่ได้ฐาน จำนวน 4 ตำแหน่งของขา
 - 2.2.2.5 สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 80 กิโลกรัม หรือดีกว่า
- 2.3. ตู้เหล็กบานเปิดสูงบนกระจกข้างทึบ จำนวน 1 ตู้ มีรายละเอียดดังนี้
- 2.3.1 ตู้เหล็กบานเปิด 2 ประตู ช่วงบนบานเปิดกระจก ช่วงล่างบานเปิดทึบ
 - 2.3.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 45.7 x 91.7 x 185 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง)
 - 2.3.3 โครงสร้างตู้ทำจากเหล็ก เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มม.
 - 2.3.4 ลักษณะการประกอบด้วยวิธีอาร์คติดกัน (Spot welding)
 - 2.3.5 บานกระจกมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
 - 2.3.6 แผ่นชั้นสามารถปรับระดับได้
 - 2.3.7 พ่นสี เคลือบสารป้องกันสนิม
- 2.4. ชุดฝักการตัดแปลงมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 2.4.1 โครงชุดฝักทำจากเหล็กเคลือบสีกันสนิมหรืออลูมิเนียมโพรไฟล์ที่มีความแข็งแรงทนทาน หรือดีกว่า
 - 2.4.2 สามารถมองเห็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝักได้อย่างชัดเจน
 - 2.4.3 แบตเตอรี่พิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 60V จำนวน 1 ชุด
 - 2.4.4 อุปกรณ์ประกอบของชุดฝัก มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.4.4.1 มอเตอร์ขับเคลื่อน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว พิกัดไม่น้อยกว่า 1000 W
 - 2.4.4.2 อุปกรณ์แปลงไฟ DC-DC converter
 - 2.4.4.3 ชุดระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS)
 - 2.4.4.4 คันเร่ง
 - 2.4.4.5 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่
 - 2.4.5 จอแสดงผล สามารถแสดงค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้
 - 2.4.5.1 ความเร็วรถ
 - 2.4.5.2 สัญญาณไฟเขียว
 - 2.4.5.3 สัญญาณไฟส่องสว่าง
 - 2.4.5.4 ตำแหน่งเกียร์
- 2.5. จออิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
- 2.5.1 ชนิดของจอภาพ D-LED backlight แสดงอัตราส่วนแบบ 16:9 มีขนาดไม่น้อยกว่า 75 นิ้ว
 - 2.5.2 จอแสดงผลทัชสกรีนใช้เทคโนโลยีระบบสัมผัสชนิด Infrared touch
 - 2.5.3 ตัวเครื่องมาพร้อมระบบปฏิบัติการ Android 11 หรือดีกว่า
 - 2.5.4 ตัวเครื่องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
 - 2.5.4.1 CPU Quad-core A55 @ 1.9GHz หรือดีกว่า
 - 2.5.4.2 RAM 4GB/ ROM32G หรือดีกว่า
 - 2.5.4.3 มีหน่วยประมวลผลกราฟฟิก (GPU) เป็น Mali G52 หรือดีกว่า
 - 2.5.5 มีซอฟต์แวร์รองรับการส่งสัญญาณจากอุปกรณ์มือถือ แท็บเล็ต แบบไร้สายได้ทั้งภาพและเสียง และสามารถควบคุมหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์, โน้ตบุ๊ก ที่รองรับการต่อ WIFI บนหน้าจอกระดานอิเล็กทรอนิกส์ได้

นาย โกวิท .




- 2.5.6 มีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนที่มาพร้อมกับตัวเครื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้
- 2.5.6.1 ในการเขียนต้องสามารถเลือกสี ขนาด และชนิดของปากกาได้
- 2.5.6.2 สามารถใช้ฝ่ามือทำหน้าที่เสมือนแปรงลบกระดานได้อัตโนมัติโดยไม่ต้องเลือกเมนูยางลบ
- 2.5.6.3 สามารถแปลงตัวหนังสือภาษาอังกฤษจากลายมือเป็นตัวพิมพ์ได้
- 2.5.7 มีช่องต่อสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
- มีช่องต่อสัญญาณคอมพิวเตอร์ VGA Input ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อสัญญาณ HDMI Input ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - มีช่องต่อสัญญาณ USB Type C ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อสัญญาณ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อสัญญาณเสียง AUDIO IN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อสัญญาณ RJ45 IN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.5.8 มีชุดขาตั้งสำหรับติดตั้งจออิเล็กทรอนิกส์โดยมีล้อเพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายได้
- 2.6. สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ด้านยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 2.6.1 ชุดโปรแกรมสำหรับเรียนรู้หลักการและส่วนประกอบของยานยนต์ไฟฟ้า โดยฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดดังนี้
- 2.6.1.1 สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า
- 2.6.1.2 สามารถกดที่รูปภาพอุปกรณ์หรือชื่ออุปกรณ์ได้จากหน้าจอโปรแกรมเพื่อเข้าไปในเมนูถัดไป โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้
- 2.6.1.2.1. มีหัวข้อการเรียนรู้ด้านความปลอดภัยของไฟฟ้าแรงสูง (High voltage safety operation) โดยมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
- Dangerous examples
 - Operational guidelines
 - Safe power-off operation
- 2.6.1.2.2. สามารถแยกชิ้นส่วนของอุปกรณ์แบบ 2 มิติ ได้ (Vehicle structure display) อาทิเช่น
- Front view
 - Forward view
 - Expansion
 - Rear view
- 2.6.1.2.3. มีหัวข้อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าแรงสูง (High voltage working principle) โดยมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
- Stop State
 - Pre-charge state
 - EV working status
 - Braking energy feedback
 - P T C
 - Air conditioning compressor
 - Battery heater

บทที่ 10

10

10

- 2.6.1.2.4. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่แรงดันสูง (Power battery pack) โดยมีหัวข้อ การเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Basic introduction
 - Structure
 - Technical comparison
 - Lithium iron phosphate blade battery
 - Internal sensor
 - Operational principle
 - Working circuit diagram
- 2.6.1.2.5. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนและการบริหารจัดการไฟแรงสูง (High voltage multiple in one 8in1) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่า ดังนี้
- Brief introduction
 - Vehicle controller
 - Battery Manager
 - Motor controller
 - High voltage distribution box
 - Car charger
 - DC converter
- 2.6.1.2.6. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับวงจรการชาร์จไฟกระแสตรง (DC charging) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Brief introduction
 - Charging Station and Framework
 - Definition of contacts
 - Charging circuit diagram
 - Charging port circuit diagram
 - Charging process Charging timing
- 2.6.1.2.7. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับวงจรการชาร์จไฟกระแสสลับ (AC charging) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Composition
 - AC charging method
 - Power supply equipment output mode
 - Charging mode usage conditions
 - Definition of contacts
 - Charging circuit diagram
 - Charging port circuit diagram



หฤกร ไทนิม



- 2.6.1.2.8. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า (Temperature control system) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่า ดังนี้
- Brief introduction
 - System structure composition
 - System schematic
 - System function diagram
 - Refrigeration and heat pump
 - Air conditioning heating
 - Battery heating
- 2.6.1.2.9. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบบังคับเลี้ยว (Steering system) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Brief introduction
 - Operational principle
 - Circuit principle
 - Exercise
- 2.6.1.2.10. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเบรก (Braking system) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Brake system structure
 - Working principle of brake
 - Working principle of braking process
 - IPB
 - Hydraulic circuit
 - ESP system
 - Hydraulic circuit
- 2.6.1.2.11. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบกันขโมย (Anti theft system) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Basic Principles
 - Smart key start
 - Keyless start
 - Trunk start
 - No power mode start
 - Remote boot
 - Circuit principle
- 2.6.1.2.12. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบหน้าจอแสดงผล (Dashboard) โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- Brief introduction
 - System framework
 - Information table

นางสาว โทษะ

นางสาว โทษะ

- Indicator light
- Information
- Circuit principle
- Exercises

2.6.1.2.13. มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบ CAN Bus โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- Basic Principles
- Technical Introduction
- Network topology
- Exercise

2.6.2 ชุดโปรแกรมดังกล่าวต้องเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดเรียนรู้ส่วนประกอบยานยนต์ไฟฟ้า 3 มิติ ขนาดใหญ่ ในโลกเสมือนจริง (ตามครุภัณฑ์รายการที่ 2.1) เพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอน

2.7. คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต แบบที่ 2 จำนวน 15 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 2.7.1 มีหน่วยประมวลผลกลางเป็นชนิด Qualcomm Snapdragon 870 หรือดีกว่า
- 2.7.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 2.7.3 มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 64 GB
- 2.7.4 มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2,360 x 1,600 Pixel
- 2.7.5 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11 a) และ Bluetooth
- 2.7.6 มีอุปกรณ์การเขียนที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
- 2.7.7 มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 Megapixel
- 2.7.8 มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 12 Megapixel

3. เงื่อนไขอื่น ๆ

- 3.1. เงินค่าพัสดุสำหรับการซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 การจัดซื้อครั้งนี้ จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติ งบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 มีผลใช้บังคับ และได้รับจัดสรรงบประมาณ รายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 จากสำนักงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งดังกล่าว ส่วนราชการสามารถยกเลิกการจัดหาได้
- 3.2. ผู้เสนอราคาต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิต , นำเข้า , จำหน่ายและบริการหลังการขาย ในข้อ 2.1 พร้อมกับหนังสือแสดงการได้รับรองมาตรฐาน เพื่อการสนับสนุนข้อมูลทางเทคนิคและบริการหลังการขายที่ดีพร้อมแนบเอกสาร ยื่น ณ วันเสนอราคา
- 3.3. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ ในข้อ 2.1 โดยต้องแนบเอกสารประกอบการเสนอราคา ยื่น ณ วันเสนอราคา
- 3.4. เป็นเครื่องใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานของ บริษัทผู้ผลิต ที่มีได้เกิดจากการดัดแปลงแก้ไข

บทกวี โทกมา -



- 3.7. มีหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวน 1 ชุด เป็นอย่างน้อย รวมทั้งไฟล์ข้อมูลในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Flash Drive, CD, DVD หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยส่งมอบพร้อมครุภัณฑ์ และมีการฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้ใช้งานจนมีความชำนาญโดยผู้เชี่ยวชาญ สถานที่ติดตั้ง
- 3.8. ในการส่งมอบครุภัณฑ์ ถ้าสินค้าเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อส่งมอบให้กับมหาวิทยาลัย ผู้เสนอราคาต้อง ส่งมอบเอกสารการนำเข้าสินค้า (การขนส่งทางอากาศ ทางรถยนต์ ทางเรือ และวิธีการอื่นๆ) โดยมีเอกสารชี้แจงมอบให้กับคณะกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์ และถ้าเป็นการขนส่งด้วยเรือต่างประเทศจะต้องมีสำเนาเอกสารยืนยันจากกรมเจ้าท่าถึงการยกเว้นไม่ต้องใช้เรือไทย และถ้าใช้การขนส่งด้วยเรือต่างประเทศไปแล้วในขณะที่เส้นทางเดินเรือนั้นมีบริการการขนส่งด้วยเรือไทย จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงการชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการกระทำผิดพระราชบัญญัติขนส่ง
- 3.9. ผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ ชุดเรียนรู้ออนไลน์ ไฟฟ้า แบบ 3 มิติ ในโลกเสมือนจริง ที่ผู้ขายเสนอโดยอ้างอิงหัวข้อและระบุเลขหน้าของเอกสาร โดยให้ยื่น ณ วันเสนอราคา หากผู้เสนอราคาไม่จัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบดังกล่าว ทางคณะกรรมการขอสงวนสิทธิไม่พิจารณาในการเสนอราคาครั้งนี้
- 3.10. ผู้เสนอราคาค่าต้องยื่นราคาไม่น้อยกว่า 180 วัน ตั้งแต่วันเสนอราคาโดยภายในกำหนดยื่นราคา ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ได้อ้างอิงไว้ และจะถอนการเสนอราคามีได้

หากทวิ ทวิทวิทวิ
อ.

๒๕