

โครงการการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่

แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

1. ความเป็นมา

ตามที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้มุ่งเน้นที่กิจกรรมของผู้เรียน และนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ จากการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่มุ่งผลิตบัณฑิตเป็นนักปฏิบัติที่มีคุณภาพ ได้รับองค์ความรู้และนวัตกรรมจากการศึกษาวิจัยมาบูรณาการให้เกิดการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันของการประกอบอาชีพ ก่อให้เกิดความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนต้องได้ลงมือกระทำมากกว่ารับฟัง ดังนั้นสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลมีการจัดการเรียนการสอนของสาขาวิชานี้ จำนวน 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เครื่องกล) และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ซึ่งพื้นฐานการเรียนรู้ของสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลนักศึกษาที่จบการศึกษาต้องมีความรู้ด้านทฤษฎีและความสามารถด้านปฏิบัติทางด้านเครื่องกลและระบบอัตโนมัติสมัยใหม่ ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยตรวจสอบวิเคราะห์ข้อบกพร่องเพื่อแก้ไขปัญหา และลงมือปฏิบัติแก้ไขได้ เพื่อให้ศึกษานำความรู้ไปทำงานได้ตรงตามลักษณะบัณฑิตพึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการปรับปรุงหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) รวมถึงนโยบายของรัฐบาลตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ในเรื่องการพัฒนาคุณภาพการศึกษา เห็นควรต้องปรับปรุงวิธีการสอนให้นักศึกษาเข้าใจ เพื่อวิเคราะห์สาเหตุสำหรับแก้ปัญหาและปฏิบัติได้ (วิเคราะห์จากทฤษฎี แล้วจึงลงมือปฏิบัติ) เพิ่มเติมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความทันสมัยให้เหมาะสมกับยุคปัจจุบันที่นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อลดระยะเวลาทำงานอย่างถูกต้อง จากลักษณะงานของแต่ละหลักสูตรสามารถแยกให้เห็นดังนี้ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เครื่องกล) เป็นหลักสูตรที่ผลิตครูช่าง/นักเทคโนโลยี เพื่อทำอาชีพครูสอนในระดับ ปวช./ปวส./มัธยมปลาย การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป็นหลัก สำหรับหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) (วิศวกรรมเครื่องกล) โดยทางหลักสูตรได้เล็งเห็นความสำคัญถึงการนำเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ นำมาผสมผสานกับการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรประกาศนียบัตร (Non-degree) โดย Up skilling , Reskilling เพื่อยกระดับให้นักศึกษามีทักษะวิชาชีพทางด้าน การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ การทดสอบเครื่องยนต์ โดยสามารถบูรณาการร่วมกันระหว่าง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ให้มีความรู้ ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทางด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นทางด้าน การทดสอบระบบไฟฟ้ารถยนต์แบบไฮบริด การติดตั้ง และการทดสอบระบบเครื่องยนต์(EV) ที่มีระบบไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นต้น จึงได้มีการสอดแทรกรายวิชาและเนื้อหาที่มีความทันสมัย เพื่อให้นักศึกษาได้เตรียมพร้อมองค์ความรู้สำหรับการนำไปปฏิบัติงานจริง ในภาคอุตสาหกรรมยานยนต์หรือประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการสร้างพื้นฐานทางวิชาชีพให้มั่นคง ส่งผลไปถึงการทำงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 เพราะสามารถต่อยอดการใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ และสามารถทดสอบความรู้ความสามารถในวิชาชีพ เพื่อเพิ่มสมรรถนะและยกระดับในการแข่งขันต่อไป



2. วัตถุประสงค์ (ควรระบุสิ่งที่ต้องการทำให้สำเร็จเท่านั้น)

1. เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน การวิจัย ด้านบริการวิชาการ ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
2. เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนมีเครื่องมือที่ใช้ถ่ายทอดองค์ความรู้เป็นการสร้างโอกาสทางการศึกษาให้กับบุคคลทั่วไป
3. เพื่อเรียนรู้และปฏิบัติงานทางด้านระบบเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
4. เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยด้านพัฒนาการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและด้านการบริการวิชาการแก่สังคม

3. คุณสมบัติ

ตามประกาศประกวดราคาและเอกสารประกวดราคาจากระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ e-GP

4. คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ ประกอบด้วย

รายการประกอบที่ 1 ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบและเชื่อมต่อบระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 หน่วย
คุณลักษณะ

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor)

- 1.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ (induction motor) 3 เฟส 4 ขั้ว
- 1.1.2 แรงดันไฟฟ้าพิกัด (rated voltage) ไม่น้อยกว่า 66 Vac
- 1.1.3 กำลังไฟฟ้าพิกัด (rated power) ไม่น้อยกว่า 7.5 kW
- 1.1.4 แรงบิดพิกัด (rated torque) ไม่น้อยกว่า 49 N.m.

1.2 ตัวควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้า (EV motor controller)

- 1.2.1 ช่วงแรงดันไฟฟ้าอินพุต (input voltage range) 150 - 350 Vdc
- 1.2.2 กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตพิกัด (rated output current) 80 A
- 1.2.3 กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด (maximum output current) ไม่น้อยกว่า 160 A
- 1.2.4 กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด (maximum output power) ไม่น้อยกว่า 15 kW
- 1.2.5 ควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์เป็นแบบแรงบิด (Torque control mode)
- 1.2.6 มีฟังก์ชันตั้งค่าขนาดการชาร์จคืนพลังงานขณะเบรกและลงเนิน (EBA Electronic brake Assist)
- 1.2.7 สามารถตั้งค่าพิกัดกำลังมอเตอร์ พิกัดแรงบิด พิกัดกระแส ป้องกันมอเตอร์หยุดทำงาน ขณะเร่งหรือขับไหลเกินกำลัง (Power max limit, Torque max limit, Current max limit)
- 1.2.8 มีชุดป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรและอุณหภูมิเกิน (Over current/Short circuit Protection/Over Temp. Protection)
- 1.2.9 มีช่องรับคำสั่งสัญญาณอนาล็อกอินพุตกระแส 4-20mA และ ช่องรับอินพุตแรงดัน 0-5V,0-10V (Analog input current command 4-20mA, Analog input voltage command 0-5V,0-10V)

- 1.2.10 สามารถแสดงกราฟฟิค ความเร็วรถ กระจาสมอเตอรื ผ่านทางหน้าจอสแสดงผลหน้ารถ (Dashboard)
- 1.2.11 มีการสื่อสารข้อมูลผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b แสดงผลที่หน้าจอรถ (Dashboard) อย่างน้อยมีดังนี้
- ความเร็วรอบมอเตอรื
 - กระจาสมอเตอรื
 - สถานะพร้อมการขับเคลื่อนของรถ เดินหน้าแสดงตัวอักษร "D" , ถอยหลังแสดงตัวอักษร "R" และสถานะเป็นกลาง (ว่าง) แสดงตัวอักษร "N"
- 1.2.12 ความเร็วสูงสุดของรถไม่ต่ำกว่า 60 กม./ชม.
- 1.2.13 มีกล่องรองรับจุดวัตอนาลอกสัญญาณ (Waveform) ของชุดควบคุมมอเตอรื
- กระจาชุดควบคุมมอเตอรืด้านออก (Output motor drive current waveform)
 - แรงดันชุดควบคุมมอเตอรืด้านออก (Output motor drive voltage waveform)
 - กระจาชุดควบคุมมอเตอรืด้านเข้า (Input motor drive current waveform)
- 1.3 แบตเตอรืแรงสูง (High Voltage Battery)
- 1.3.1 แบตเตอรืแพ็คเกจชนิดลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ (NMC) หรือ แบตเตอรืลิเทียม-ไอออน ฟอสเฟต (LFP) พร้อมระบบจัดการแบตเตอรื (BMS)
- 1.3.2 แรงดันไฟฟ้าปกติ (nominal voltage) ไม่น้อยกว่า 190 V
- 1.3.3 ความจุพลังงานไฟฟ้า (nominal energy) ไม่น้อยกว่า 9.6 kWh
- 1.3.4 กระจาไฟฟ้าคายประจุต่อเนื่อง (continuous discharge current) ไม่น้อยกว่า 30 A
- 1.3.5 กระจาไฟฟ้าคายประจุสูงสุด (max. discharge current) ไม่น้อยกว่า 60 A
- 1.3.6 กระจาไฟฟ้าอัดประจุต่อเนื่อง (continuous charge current) ไม่น้อยกว่า 20 A
- 1.3.7 กระจาไฟฟ้าอัดประจุสูงสุด (max. charge current) ไม่น้อยกว่า 30 A
- 1.3.8 ชุดป้องกันความบกพร่องของแบตเตอรืดังนี้
- ระดับแรงดันเซลล์แบตเตอรืต่ำกว่าเกณฑ์
 - ระดับแรงดันเซลล์แบตเตอรืสูงกว่าเกณฑ์
 - อุณหภูมิแบตเตอรืสูงกว่าเกณฑ์
 - อุณหภูมิแบตเตอรืต่ำกว่าเกณฑ์
 - ป้องกันกระแสเกิน

1.3.9 มีการสื่อสารข้อมูลผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b แสดงผลที่หน้าจอ แสดงผลหน้ารถ (Dashboard) อย่างน้อยมีดังนี้

- หมวดยกเคลื่อน : กระแสของแบตเตอรี่ พลังงานที่เหลือของแบตเตอรี่ (SOC) แรงดันแบตเตอรี่ อุณหภูมิแบตเตอรี่
- หมวดยกไฟฟ้า : แรงดันรวมแบตเตอรี่ กระแสที่ไหลเข้าแบตเตอรี่ พลังงานที่เหลือของแบตเตอรี่ (SOC) แรงดันเซลล์แบตเตอรี่สูงสุด แรงดันเซลล์แบตเตอรี่ต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุดของเซลล์แบตเตอรี่ อุณหภูมิต่ำสุดของเซลล์แบตเตอรี่ แรงดันพิกัดสูงสุดของเซลล์แบตเตอรี่ แรงดันพิกัดต่ำสุดของเซลล์แบตเตอรี่ กระแสพิกัดสูงสุดขณะประจุของเซลล์แบตเตอรี่ แรงดันพิกัดสูงสุดขณะประจุของแบตเตอรี่

1.4 ตัวควบคุมยานยนต์ (VCU Vehicle Controller Unit)

1.4.1 สามารถเป็นตัวกลางเชื่อมต่อระบบ Traction Drive, BMS, OBC, WPT และ Dashboard เพื่อทำงานประสานกันดังนี้ เช่น

- เมื่อ BMS แจ้งผ่านทาง CANBUS ว่าแบตเตอรี่มีความบกพร่อง จะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่ทราบทางหน้าจอแสดงผลหน้ารถ (Dashboard) เป็นข้อความและเสียงเตือน และจะตัดระบบกำลังเมื่อรถจอดแล้วเท่านั้น
- ถ้าไม่ได้ใช้งานเกินเวลาที่กำหนด มีฟังก์ชันในการปิดระบบอัตโนมัติ เพื่อป้องกันแบตเตอรี่หมด

1.4.2 ช่วงแรงดันไฟฟ้าทำงาน (working voltage range) 8-24 V

1.4.3 แรงดันไฟฟ้าทำงานพิกัด (rated working voltage) 12 V

1.4.4 วิธีการสื่อสาร (communication method) CANBUS 2.0b เป็นเกตเวย์(gateway)จัดการข้อมูลให้กับ Traction Drive, BMS, OBC, WPT และ Dashboard

- แสดงอุณหภูมิ แรงดันและกระแสขาเข้า รวมถึงพิกัดจำกัดของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

1.5 DC/DC คอนเวอร์เตอร์ (DC/DC converter)

1.5.1 ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาเข้า ตั้งแต่ 120V - 300V

1.5.2 แรงดันไฟฟ้าพิกัดย่านขาออก (rated working voltage range) 10 - 17 V

1.5.3 กำลังไฟฟ้าพิกัด (rated power) ไม่น้อยกว่า 120 W

1.5.4 แรงดันด้านออกแยกกับแรงดันด้านเข้า (Isolated output voltage from main voltage battery)

1.5.5 สามารถควบคุมเครื่องผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b

1.6 หน้าจอแสดงผล (Dashboard)

1.6.1 พาเนลหน้าจอแสดงผลแบบ TFT LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว ได้มาตรฐานเกรดยานยนต์ (TFT LCD Automotive Grade Display)

1.6.2 ค่าความส่องสว่างของหน้าจอไม่น้อยกว่า 500nits

1.6.3 แสดงสถานะต่าง ๆ ดังนี้

- หมวดขับเคลื่อน : ความเร็วของรถ กระแสมอเตอร์ กระแสของแบตเตอรี่ ระดับพลังงานที่เหลือของแบตเตอรี่ แรงดันแบตเตอรี่กำลัง ระยะทางสะสม อุณหภูมิแบตเตอรี่ แรงดันแบตเตอรี่แรงดันต่ำ
- หมวดประจุไฟฟ้า : ขณะประจุ แรงดันแบตเตอรี่ กระแสที่ไหลเข้าแบตเตอรี่ อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดที่จุดวัดต่าง ๆ ของแบตเตอรี่ แรงดันสูงสุดต่ำสุดของเซลล์แบตเตอรี่ ประเมินระยะเวลาที่ใช้ประจุแบตเตอรี่ นับเวลาที่ประจุแบตเตอรี่แล้ว นับพลังงานที่ประจุเข้าแบตเตอรี่แล้ว

1.6.4 มีแผ่นหน้าจอสัมผัส ใช้กับหน้าจอแสดงผล สามารถปรับแก้พารามิเตอร์ ที่หน้าจอได้ไม่น้อยกว่า 2 รายการ เช่น ปรับพารามิเตอร์ของสเกลความเร็ว สเกลกระแสของแบตเตอรี่

1.6.5 ช่วงแรงดันไฟฟ้าทำงาน (working voltage range) 8-36 V

1.6.6 แรงดันไฟฟ้าทำงานพิกัด (rated working voltage) 12 V

1.6.7 รับข้อมูลแสดงผลผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b

1.7 เครื่องประจุไฟฟ้าแบบติดตั้งบนรถ (on-board charger)

1.7.1 ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาเข้า (input voltage range) 175–240 Vac

1.7.2 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าพิกัด (rated input voltage) 220 Vac

1.7.3 กระแสไฟฟ้าขาเข้า (maximum input current) ไม่เกิน 16 A

1.7.4 กำลังไฟฟ้าขาออกสูงสุด (maximum output power) ไม่น้อยกว่า 2.8 kW

1.7.5 ใช้หัวจ่ายแบบ Type2

1.7.6 สามารถแสดงกราฟฟิการประจุไฟฟ้าผ่านทางหน้าจอแดชบอร์ด

1.7.7 สามารถควบคุมเครื่องผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b

1.8 เครื่องประจุไฟฟ้าแบบไร้สายแบบอยู่นิ่ง (Static wireless charger power transfer)

1.8.1 ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาเข้า (input voltage range) สำหรับตัวส่ง (Transducer) 175 -240 Vac

1.8.2 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าพิกัด (rated input voltage) 220 Vac

1.8.3 กระแสไฟฟ้าขาเข้า (input current) ไม่เกิน 10 A

1.8.4 กำลังไฟฟ้าขาออกสูงสุดของตัวรับ (maximum receiver output power) ไม่น้อยกว่า 500W

- 1.8.5 ระยะห่างระหว่างชุดคอยล์ของตัวส่ง (Transducer coil) กับชุดคอยล์ของตัวรับ (Receiver coil) ต้องวางห่างกันไม่น้อยกว่า 100 มม.
- 1.8.6 สามารถแสดงกราฟฟิการประจุไฟฟ้าผ่านไปที่หน้าจอแสดงผล (Dashboard)
- 1.8.7 สามารถควบคุมเครื่องผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b
- 1.8.8 ความถี่ที่จุดใช้งาน (Frequency range of operating point) อยู่ระหว่าง 70 – 120 kHz
- 1.9 ชุดโครงสร้างรถยนต์เพื่อประกอบเข้ากับระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 1.9.1 เป็นชุดโครงสร้างรถยนต์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ทำการปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดี เพื่อใช้เรียนรู้ในการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยตัวถังรถยนต์ติดโครงสร้าง ระบบส่งกำลัง ระบบไฟฟ้ารถยนต์ ระบบช่วงล่างรถยนต์ ระบบเบรก
- 1.9.2 มีระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟสัญญาณตามมาตรฐานของรถยนต์
- 1.9.3 มีเบาะนั่ง ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 1.9.4 ระบบเบรกออยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- 1.9.5 มีระบบกันสะเทือนหน้าและหลัง
- 1.9.6 มีล้ออลูมิเนียมอัลลอย จำนวน 4 ล้อ
- 1.10 ฟังก์ชันของแพลตฟอร์มการฝึกอบรมมีดังนี้
- 1.10.1 การฝึกอบรมมาตรฐานการดำเนินงานและความปลอดภัยสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.10.2 การฝึกอบรมการทดสอบและการบำรุงรักษาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.10.3 การฝึกอบรมการความเข้าใจในข้อบกพร่องและการวิเคราะห์ข้อมูลของอุปกรณ์ยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.10.4 การฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจขั้นสูงและหลักการควบคุมของระบบส่งกำลังยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.10.5 การฝึกอบรมที่ครอบคลุมของระบบส่งกำลังยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.10.6 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า (Traction drive)
- 1.10.7 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบการจัดการแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (BMS)
- 1.10.8 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า (VCU)
- 1.10.9 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบประจุไฟฟ้าติดรถ (Onboard charger)
- 1.10.10 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบประจุไฟฟ้าชนิดไร้สาย (Wireless charger power transfer)
- 1.10.11 การฝึกอบรมการประจุไฟฟ้าและคายประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่





รายการประกอบที่ 2. โปรแกรมการบริหารจัดการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 หน่วย

โปรแกรมมี function Responsive Web Application ที่สามารถรองรับการแสดงผลหน้าจอของอุปกรณ์หลากหลายชนิด

- 2.1 มี Mobile Application ให้ใช้ Function ที่จำเป็นในการทำงานหน้างาน หรือนอกสถานที่ สามารถรายงานการปฏิบัติงานแบบ On-Line โดยไม่ต้องรอเอกสารกลับมาป้อนข้อมูล
- 2.2 มี QR Code เพื่อดูประวัติงานบำรุงรักษาหรือแจ้งปัญหา ผ่าน Mobile Application
- 2.3 สามารถส่งข้อมูลแจ้งซ่อมเข้ากลุ่มไลน์ (LINE App Group) และอีเมล (Email) ได้
- 2.4 สามารถส่งการแจ้งเตือน (Notification) ไปยัง Mobile Application ของผู้รับผิดชอบงานนั้น ตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดในโปรแกรม
- 2.5 สามารถเพิ่มข้อมูลหลัก (Master) และข้อมูล Master ที่จำเป็นบางรายการขณะใช้งาน (Add on the fly)
- 2.6 สามารถเปลี่ยนรหัสอุปกรณ์ และ Master File ได้ โดยประวัติและข้อมูลที่เชื่อมโยงกันยังคงอยู่
- 2.7 สามารถวิเคราะห์โอกาสเสียด้วย Function Reliability Analysis
- 2.8 มีชุดข้อมูลที่ตอบคำถามในการบริหารงานบำรุงรักษา ในลักษณะ What-If
- 2.9 การแสดงภาพรวมของข้อมูล (Dashboard) ช่วยเน้นให้สามารถติดตามปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันที ไม่ต้องรอรายงาน
- 2.10 มีข้อมูลและรายงานต่าง ๆ สามารถ Export เป็น Excel และ PDF ได้
- 2.11 สามารถสร้าง Inspection PM โดยใช้ Excel ในการบันทึกค่าแบบ On-line จากหน้างานได้ทันที
- 2.12 สามารถรองรับการบริหารงานบำรุงรักษา กรณีที่ดูแลหลาย Site งาน (Multi-site)
- 2.13 สามารถ Import ข้อมูลเพื่อการขึ้นระบบได้เอง
- 2.14 สามารถรายงานการปฏิบัติงานแบบ On-Line ผ่าน Mobile โดยไม่ต้องรอเอกสารกลับมา Key หรือป้อนข้อมูล
- 2.15 บันทึกหรือลงทะเบียนอุปกรณ์แบบ Add on the fly ได้
- 2.16 สามารถเปลี่ยนรหัสอุปกรณ์ได้ โดยประวัติและข้อมูลที่เชื่อมโยงกันยังคงอยู่
- 2.17 สามารถบันทึกการย้ายอุปกรณ์พร้อมประวัติ
- 2.18 สามารถใส่รูปภาพ (Picture) และเอกสารแนบประเภทต่าง ๆ ได้ไม่จำกัด เช่น Inspection Sheet, Maintenance Procedure
- 2.19 สามารถรองรับการทำงานของหน่วยงานบำรุงรักษาที่ดูแลอุปกรณ์หลาย sites ได้
- 2.20 สามารถแสดงประวัติบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายตลอดอายุ
- 2.21 สามารถแสดงประวัติการใช้ทรัพยากร เช่น อะไหล่ งานจ้างเหมา และผู้ปฏิบัติงานซ่อมอุปกรณ์นั้น ๆ ได้
- 2.22 สามารถแสดงประวัติการเปลี่ยนการซ่อมหรือ Failure Mode ของชิ้นส่วนที่เสีย (Object Part)
- 2.23 มี Function การเก็บค่าทางวิศวกรรม (Inspection Sheets) ได้
- 2.24 สามารถสร้างงานมาตรฐาน (Standard job) สำหรับประเภทอุปกรณ์และประเภทงานต่าง ๆ
- 2.25 สามารถกำหนดขั้นตอนงานและทรัพยากร (Resource) สำหรับงานนั้น ๆ
- 2.26 สามารถแนบเอกสาร รูปภาพ หรือ file ต่าง ๆ ได้
- 2.27 สามารถแนบ Inspection Sheet ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel เพื่อไปบันทึกหรือเก็บค่าทางวิศวกรรมหน้างานแบบ On-Line ผ่านใบสั่งงานได้
- 2.28 มี Function ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

- 2.29 มีใบสั่งงานสามารถแนบ Check Sheet/Inspection Sheet ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel ไปเก็บค่า
หน้างาน ด้วย Tablet หรือ Mobile ได้
- 2.30 สร้างงาน PM ของแต่ละอุปกรณ์ได้ไม่จำกัด
- 2.31 สามารถปรับแผนบนหน้าจอได้หลายวิธี ที่สามารถทำเฉพาะครั้ง หรือปรับหมดทั้งแผนโดยการปรับ
เป็นช่วงเวลา (Interval) หรือ วันที่ถึงกำหนดถัดไป (Next Due date)
- 2.32 สามารถส่งการแจ้งเตือน (Notification) ไปยัง Mobile Application ของผู้รับผิดชอบงานนั้น
- 2.33 สามารถนำ Excel มาเป็นแบบฟอร์ม Inspection Sheets เพื่อเก็บค่าการวัดต่าง ๆ หน้างานผ่าน
Mobile Application แบบ On-Line โดยไม่ต้อง Download/Upload
- 2.34 สามารถสร้างรายการอะไหล่คงคลัง (Stock) รายการที่ไม่คงยอด (Non-Stock) และงานบริการจาก
ภายนอก (Outsource Services)
- 2.35 สามารถบันทึกข้อมูล Downtime, Failure mode เพื่อการนำไปวิเคราะห์งานบำรุงรักษา
- 2.36 สามารถกำหนดค่าการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ (Equipment Reliability Analysis) ได้
- 2.37 ผู้เสนอราคาต้องได้รับแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศจากบริษัทตัวแทนจำหน่ายโดยตรง
ก่อนยื่นเสนอราคาผู้เสนอราคาต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารแสดงคุณลักษณะ เพื่อการบริการหลัง
การขายที่มีประสิทธิภาพ

รายการประกอบที่ 3 อุปกรณ์เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 หน่วย

- 3.1 ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 3.1.1 เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป ที่มีช่วงความถี่การทำงาน
ตั้งแต่ DC ถึง 100 MHz
- 3.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 3.1.3 อัตราการสุ่มข้อมูล (SAMPLING RATE) สูงสุด 2 GS/s
- 3.1.4 มีพอร์ท USB Host, USB Device และ LAN ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่องมาเป็นอย่างน้อย
- 3.1.5 จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เป็น Color LCD 9 นิ้ว ความละเอียด WVGA
(800X480) เป็นอย่างน้อย
- 3.1.6 มีฟังก์ชันที่สามารถเปิดแล็บซีท หรือแล็บทดลองบนตัวเครื่อง (Courseware) และรองรับการใช้งาน
ร่วมกับโปรแกรม TekSmartLab เพื่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างน้อย
- 3.1.7 มีฟังก์ชันปิดการทำงานชั่วคราวของฟังก์ชัน Autoset, Cursors และ Automated
measurements เป็นอย่างน้อย
- 3.1.8 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz
- 3.1.9 ผู้เสนอราคาต้องได้รับแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ
โดยแนบเอกสารรับรองมาพร้อมกับการยื่นซอง เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
- 3.1.10 มีรายละเอียดทางเทคนิคเทียบเท่า หรือดีกว่า ดังนี้
- 3.1.10.1 Vertical System
- 1) Input sensitivity range : 2 mV/Div ถึง 10 V/Div
 - 2) DC gain accuracy : $\pm 3\%$
 - 3) Maximum Input Voltage : 300 V RMS with peaks $\leq \pm 450$ V
 - 4) Input Impedance : 1 MOhm/13pF ± 1.5 pF

3.1.10.2 Horizontal System

- 1) Time base range : 2 ns/div ถึง 100 s/div
- 2) Accuracy : ± 25 ppm

3.1.10.3 Trigger System

- 1) Trigger Mode : Auto, Normal และ Single
- 2) Type : Edge, Runt และ Pulse Width
- 3) Coupling : DC, HF Reject, LF Reject และ Noise Reject

3.1.10.4 Digital Memory System

- 1) Sampling Rate : 2 GS/s
- 2) Resolution : 8 Bits (Vertical)
- 3) Record Lengths : 5 M points

3.1.10.5 Acquisition Mode : Sample, Peak Detect, Average, Hi-Res และ Roll

3.1.10.6 Automatic Measurement : 32 parameters Period, Frequency, Rise Time, Fall Time, Positive Duty Cycle, Negative Duty Cycle, Positive Pulse Width, Negative Pulse Width, Burst Width, Phase, Positive Overshoot, Negative Overshoot, Peak to Peak, Amplitude, High, Low, Max, Min, Mean, Cycle Mean, RMS, Cycle RMS, Positive Pulse Count, Negative Pulse Count, Rising Edge Count, Falling Edge Count, Area, Cycle Area, Delay FR, Delay FF, Delay FR และ Delay RR

3.1.11 มีสายไฟ AC Power Cord จำนวน 1 เส้น

3.1.12 สายวัดสัญญาณที่มีช่วงความถี่การทำงาน DC ถึง 100 MHz จำนวน 4 เส้น

3.1.13 หนังสือคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษโดยละเอียด 1 เล่ม

3.2 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 หน้าจอแสดงผล : 6,000 จำนวนนับ

3.2.2 มีระบบ True RMS , บูทัส , ปิดเองอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งาน , หยุดข้อมูล , Max/Min, ไฟหน้าจอ , On - off Warning หรือมากกว่า

3.2.3 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ : 60 mV - 1000 V , ความแม่นยำ $\pm 0.5\%$ หรือดีกว่า3.2.4 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ : 60 mV - 750 V , ความแม่นยำ $\pm 1\%$ หรือดีกว่า3.2.5 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้ : 600 μ A - 20A , ความแม่นยำ $\pm 2\%$ หรือดีกว่า3.2.6 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ : 600 μ A - 20A , ความแม่นยำ $\pm 1.2\%$ หรือดีกว่า3.2.7 สามารถวัดค่าความต้านทานได้ : 600 Ω - 60M Ω , ความแม่นยำ $\pm 2\%$ หรือดีกว่า3.2.8 สามารถวัดค่าความจุได้ : 40nF - 4000 μ F , ความแม่นยำ $\pm 3\%$ หรือดีกว่า3.2.9 สามารถวัดค่าความถี่ได้ : 10Hz - 9MHz , ความแม่นยำ $\pm 0.8\%$ หรือดีกว่า3.2.10 สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ (-50 $^{\circ}$ C) - (+400 $^{\circ}$ C) หรือมากกว่า

3.2.11 อัตรา Simulated Chart Shift : 30 times / s หรือดีกว่า

3.2.12 อัตรา Shift : 3 times / s หรือดีกว่า

3.2.13 อุปกรณ์ประกอบด้วย สายเทส, สายวัดอุณหภูมิ, คู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ

3.3 โปรแกรมจำลองการทำงานของระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า จำนวน 1 โปรแกรม

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

3.3.1 ซอฟต์แวร์ออกแบบและจำลองการทำงานของอิเล็คทรอนิกส์กำลังและการขับเคลื่อนไฟฟ้า จะต้องครอบคลุมหัวข้อในการทดลองและการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

3.3.1.1 อิเล็คทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics)

- 1) 1-Phase Rectifiers
- 2) 3-Phase Rectifiers
- 3) DC-DC Converters
- 4) Resonant Converters
- 5) Isolated Switch Mode Power Supplies (SMPS)
- 6) DC-AC Inverters
- 7) AC-AC Converters
- 8) Transformers
- 9) Small Signal
- 10) Discrete Control
- 11) Semiconductors

3.3.1.2 เครื่องกลไฟฟ้า (Electrical Machines)

- 1) Permanent magnet synchronous machine
- 2) Induction machine (squirrel cage and wound rotor)
- 3) Synchronous machines and generators, permanent magnet and externally excited
- 4) Permanent magnet DC machines
- 5) Brushless DC machines
- 6) Series shunt and compound DC machines
- 7) Switched reluctance machines
- 8) Stepper machines
- 9) Automotive alternators (DC & 3-Phase)

3.3.1.3 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electrical drives)

- 1) Linear and Rotating
- 2) Mechanical Systems
- 3) Mechanical Loads
- 4) DC Machines
- 5) Transformations
- 6) Modulation Principles
- 7) Encoders

- 8) Induction Machines
- 9) Vector Control
- 10) Controlled Drives
- 11) Micro-stepping

3.3.1.4 พลังงานทดแทนเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Renewable Energy)

- 1) Solar Cell model with load dependency
- 2) Wind Turbine with variable pitch control and wind speed characteristics
- 3) Fuel Cell model with load dependency

3.3.1.5 รถไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicles)

- 1) Mechanical drive train
- 2) Inverters with PWM and Field-Oriented Control
- 3) Detailed non-linear machine model
- 4) Alternator model including 6 pulse rectifier and controller
- 5) Battery model with SOC (State-of-Charge), and charge/discharge impedance
- 6) High-voltage spark plug model
- 7) Bi-directional DC supplies with current limiting and efficiency modeled
- 8) Drive cycles for Power Management

3.3.1.6 ต้องเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถรองรับการใช้งาน (Coupling) ร่วมกันกับซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมอื่น ๆ ได้ เช่น MATLAB/Simulink เป็นต้น

3.3.1.7 ต้องมีตัวอย่างโจทย์จริงของอิเล็กทรอนิกส์กำลังพร้อมกับคำถาม ไม่น้อยกว่า 90 ตัวอย่าง และตัวอย่างโจทย์การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าพร้อมกับคำถาม ไม่น้อยกว่า 60 ตัวอย่าง ในวันตรวจรับเพื่อใช้ในการฝึกอบรมและการเรียนการสอน

3.3.1.8 ต้องเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถทำการออกแบบและจำลองทำงาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังเครื่องกลไฟฟ้า โหลด และการควบคุมต่าง ๆ ให้อยู่บนแผนผังเดียวกัน โดยไม่มี Convergence problems ซึ่งทำให้การใช้งานเป็นไปได้โดยง่ายและสะดวกรวดเร็ว

3.3.1.9 มีคู่มือการใช้งาน ตำรามาตรฐานที่ใช้ในการเรียนการสอน ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสิ่งพิมพ์ ภาษาไทย หรือ อังกฤษ จำนวน ไม่น้อยกว่า 3 ชุด

3.3.1.10 ผู้เสนอราคาต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือ จากตัวแทนจำหน่ายใน ประเทศไทย ก่อนยื่นเสนอราคาผู้เสนอราคาต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารแสดงคุณลักษณะ เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อทางราชการ ในด้านการประกันสินค้าและการบริการหลังการ

รายการประกอบที่ 4 ชุดประมวลผลแบบพกพา จำนวน 1 หน่วย

4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า

4.1.1 มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.3 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง

- 4.1.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.1.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.1.4 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว
- 4.1.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.1.6 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.1.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบติดตั้งภายในเครื่องหรือติดตั้งจากภายนอก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

รายการประกอบที่ 5 ตู้เก็บเครื่องมือสำหรับบำรุงรักษา จำนวน 1 หน่วย
รายละเอียดทั่วไป

- 5.1 เครื่องมือบริการรถยนต์ขนาดไม่น้อยกว่า 5 ชั้น จำนวน 1 ชุด
- 5.2 ชุดประแจแหวน ประกอบด้วยเบอร์ 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32 mm จำนวน 1 ชุด
- 5.3 ชุดคีมชนิด คีมปากแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 6", คีมปากเฉียงขนาดไม่น้อยกว่า 6", คีมปากจิ้งจกขนาดไม่น้อยกว่า 6", คีมถ่างขนาดไม่น้อยกว่า 6" จำนวน 1 ชุด
- 5.4 คีมล็อกขนาดไม่น้อยกว่า 7", คีมแบบคอกม้าไม่น้อยกว่า 7" จำนวนอย่างละ 1 ตัว
- 5.5 ชุดประแจแอล 6 เหลี่ยม ขนาด 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 mm จำนวน 1 ชุด
- 5.6 ชุดประแจแอลหัวท็อคเบอร์ T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40, T45, T50 จำนวน 1 ชุด
- 5.7 ลูกบ็อกสัน 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 30, 32 mm จำนวน 1 ชุด
- 5.8 ลูกบ็อกยาวขนาด 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 mm จำนวน 1 ชุด
- 5.9 ด้ามขันฟรี จำนวน 1 ชุด
- 5.10 ไชควงปากแบนเบอร์ 3, 5, 6 และไชควงปากแฉกเบอร์ 0, 1, 2 จำนวน 1 ชุด
- 5.11 ค้อนหัวเหล็ก และแบบหัวยาง จำนวนอย่างละ 1 ตัว

6. รายละเอียดอื่น ๆ

- 6.1 ทางบริษัทต้องส่งมอบครุภัณฑ์ โดยติดตั้งและทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้น และ อบรมหลังจากการตรวจรับ ให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบ จำนวน 2 ท่าน โดยระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมต้องไม่น้อยกว่า 2 วัน หากมีค่าใช้จ่ายในการอบรมทางบริษัทผู้เสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

6.2 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่อย่างน้อย 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว และในระยะเวลารับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุก 6 เดือน

6.3 มีคู่มือการใช้หรือใบงานการทดสอบเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย จำนวน 1 ชุด

7. ระยะเวลาดำเนินงาน

เดือนพฤศจิกายน 2565 – มีนาคม 2566

8. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

9. วงเงินในการจัดหา

2,850,000.- บาท (สองล้านแปดแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

10. หลักเกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคา พิจารณาจากราคารวม

11. เงื่อนไข

1. ทางผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดข้างต้นทั้งหมดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม กับรายละเอียดของผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกให้ถูกต้องและในเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขข้ออ้างอิง หรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจนโดยต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารแสดงคุณลักษณะ

2. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3. ผู้เสนอราคาต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

