แบบ บก.06

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย
การจัดซื้อจัดจ้างที่มิใช่งานก่อสร้าง

1. ชื่อโครงการ ชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีนวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่พร้อมเครื่องมือวิเคราะห์และอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์พร้อมโปรแกรมจำลองแบบเสมือนจริง ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ชุด

2. หน่วยงานเจ้าของโครงการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

3. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร 2,850,000.-บาท (สองล้านแปดแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

4. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ วันที่ 4 เมษายน 2565

เป็นเงิน 2,850,000.-บาท (สองล้านแปดแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

1. ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบและเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	90,000 บาท
1.2 ตัวควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้า (EV Motor Controller)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	260,000 บาท
1.3 แบตเตอรี่แรงสูง (High Voltage Battery)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	280,000 บาท
1.4 ตัวควบคุมยานยนต์ (VCU Vehicle Controller Unit	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	300,000 บาท
1.5 DC/DC คอนเวอร์เตอร์ (DC/DC Converter)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	100,000 บาท
1.6 หน้าจอแสดงผล (Dash Board)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	100,000 บาท
1.7 เครื่องประจุไฟฟ้าแบบติดตั้งบนรถ (on board charger)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	200,000 บาท
1.8 เครื่องประจุไฟฟ้าแบบไร้สายแบบอยู่นิ่ง	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	300,000 บาท
1.9 โครงสร้างรถยนต์เพื่อประกอบเข้ากับระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงาน	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	500,000 บาท
2. โปรแกรมออกแบบและจำลองการทำงานของระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า	จำนวน 1 โปรแกรม	วงเงิน	200,000 บาท
3. อุปกรณ์เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	160,000 บาท
4. เครื่องประมวลผลแบบพกพา	จำนวน 1 เครื่อง	วงเงิน	30,000 บาท
5. ตู้เก็บเครื่องมือสำหรับบำรุงรักษา จำนวน 1 ชุด	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	30,000 บาท
6. ชุดฝึกการเรียนรู้ระบบจัดการแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า (BMS)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน	300,000 บาท

5. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง) จากการสืบราคาผู้มีอาชีพขาย

5.1 บริษัท เฮ้าส์ ซินเนอร์จี จำกัด	061-795-4256
5.2 บริษัท พรีวาเลนซ์ เทคโนโลยี จำกัด	02-448-6448
5.3 บริษัท ออโต ไดแด็กติก จำกัด	02-331-2717

6. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ทุกคน

6.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธวัชชัย สอนสนาม (.....)

6.2 นายธนากร เมียงอารมณ์ (.....)

6.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา (.....)

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

โครงการจัดซื้อชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีนวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่พร้อมเครื่องมือวิเคราะห์และอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์พร้อมโปรแกรมจำลองแบบเสมือนจริง ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ชุด

ตามประกาศเลขที่ B (ซ).....28...../2565

งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

ชื่อโครงการ	จัดซื้อชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีนวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่พร้อมเครื่องมือวิเคราะห์และอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์พร้อมโปรแกรมจำลองแบบเสมือนจริง ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ชุด
ความเป็นมาของโครงการ/เหตุผล	เป็นชุดฝึกปฏิบัติการประกอบและการเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถเห็นการกระบวนการทำงานจริงของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้เข้าใจการเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าและวิธีการบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้ทันเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าที่กำลังพัฒนาอยู่ในปัจจุบัน
วัตถุประสงค์	1. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า 2. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าในเรื่องส่วนประกอบการเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าและวิธีการบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้า
ระยะเวลาส่งมอบ	ส่งมอบภายใน 150 วัน ณ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรม2 ชั้น 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จังหวัดสมุทรปราการ
ยืนราคา	ยืนราคาภายใน 150 วัน
การรับประกัน	รับประกันครุภัณฑ์ 1 ปี
วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร	วงเงิน 2,850,000.-บาท (สองล้านแปดแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
ราคากลาง (ราคาอ้างอิง)	เป็นเงิน 2,850,000.-บาท (สองล้านแปดแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
เกณฑ์ในการพิจารณา	เกณฑ์ราคา

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

หน่วยงานที่รับผิดชอบ	1.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี 2. งานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ที่อยู่	172 ถ.อิสรภาพ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
เบอร์โทรศัพท์	028901801 ต่อ 50231-4 หรือ
เบอร์โทรสาร	028901810
การเสนอแนะ	หากท่านต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะดังกล่าว โปรดให้ความเห็นเป็นลายลักษณ์อักษรหรือทางเว็บไซต์ www.dru.ac.thโดยเปิดเผยตัว
คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะ	1. ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม ประธาน 2. นายธนากร เมียงอารมณ์ กรรมการ 3. ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา กรรมการและเลขานุการ

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

จัดซื้อชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีนวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่พร้อมเครื่องมือวิเคราะห์และอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์พร้อมโปรแกรมจำลองแบบเสมือนจริง ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1ชุด

ชุดตามประกาศเลขที่ B (ซ)...../2565

รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกปฏิบัติการประกอบและการเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถเห็นการกระบวนการทำงานจริงของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้เข้าใจการเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าและวิธีการบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้า

รายละเอียดทางเทคนิค

1. ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบและเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 **มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) จำนวน 1 ชุด**

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) จำนวน 1 ชุด**

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) ไม่น้อยกว่า160 A

1.2.4 กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด (maximum output power) ไม่น้อยกว่า15 kW

1.2.5 ควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์เป็นแบบแรงบิด (Torque control mode)

1.2.6 มีฟังชั่นตั้งค่าขนาดการชาร์จคืนพลังงานขณะเบรคและลงเนิน (EBA Electronic brake Assist)

1.2.7 สามารถตั้งค่าพิกัดกำลังมอเตอร์พิกัดแรงบิดพิกัดกระแสป้องกันมอเตอร์หยุดทำงานขณะเร่งหรือขับโหลดเกินกำลัง (Power max limit, Torque max limit, Current max limit)

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

1.2.8 มีชุดป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรและอุณหภูมิเกิน (Over current/Short circuit Protection/Over Temp. Protection)

1.2.9 มีช่องรับคำสั่งสัญญาณอนาลอกอินพุทกระแส๔-๒๐mA และช่องรับอินพุทแรงดัน0 - 5V,0 - 10V (Analog input current command 4 - 20mA, Analog input voltage command 0 – 5V, 0 - 10V)

1.2.10 สามารถแสดงกราฟฟิกความเร็วรถกระแสมอเตอร์ผ่านทางหน้าจอแสดงผลหน้ารถ (Dashboard)

1.2.11 มีการสื่อสารข้อมูลผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b แสดงผลที่หน้าจอรถ (Dashboard) อย่างน้อยมีดังนี้

- ความเร็วรอบมอเตอร์
- กระแสมอเตอร์
- สถานะพร้อมการขับเคลื่อนของรถ เดินหน้าแสดงตัวอักษร “D” , ถอยหลังแสดงตัวอักษร “R” และสถานะเป็นกลาง (ว่าง) แสดงตัวอักษร “N”

1.2.12 ความเร็วสูงสุดของรถไม่ต่ำกว่า 60กม./ชม.

1.2.13 มีกล่องรองรับจุดวัดอนาลอกสัญญาณ (Waveform) ของชุดควบคุมมอเตอร์

- กระแสชุดควบคุมมอเตอร์ด้านออก (Output motor drive current waveform)
- แรงดันชุดควบคุมมอเตอร์ด้านออก (Output motor drive voltage waveform)
- กระแสชุดควบคุมมอเตอร์ด้านเข้า (Input motor drive current waveform)

1.3 **แบตเตอรี่แรงสูง (High Voltage Battery) จำนวน 1 ชุด**

1.3.1 แบตเตอรี่แพ็คเกจชนิดลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ (NMC) หรือ แบ็ตเตอรี่ลิเธียม-ไอออนฟอสเฟต (LFP) พร้อมระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS)

1.3.2 แรงดันไฟฟ้าปกติ (nominal voltage) ไม่น้อยกว่า190 V

1.3.3 ความจุพลังงานไฟฟ้า (nominal energy) ไม่น้อยกว่า9.6 kWh

1.3.4 กระแสไฟฟ้าคายประจุต่อเนื่อง (continuous discharge current) ไม่น้อยกว่า30 A

1.3.5 กระแสไฟฟ้าคายประจุสูงสุด (max. discharge current) ไม่น้อยกว่า60 A

1.3.6 กระแสไฟฟ้าอัดประจุต่อเนื่อง (continuous charge current) ไม่น้อยกว่า20 A

1.3.7 กระแสไฟฟ้าอัดประจุสูงสุด (max. charge current) ไม่น้อยกว่า30 A

1.3.8 ชุดป้องกันความบกพร่องของแบตเตอรี่ดังนี้

- ระดับแรงดันเซลล์แบตเตอรี่ต่ำกว่าเกณฑ์
- ระดับแรงดันเซลล์แบตเตอรี่สูงกว่าเกณฑ์

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

- อุณหภูมิแบตเตอรี่สูงกว่าเกณฑ์
- อุณหภูมิแบตเตอรี่ต่ำกว่าเกณฑ์
- ป้องกันกระแสเกิน

1.3.9 มีการสื่อสารข้อมูลผ่าน (communication method) CANBUS ๒.๐b แสดงผลที่หน้าจอแสดงผลหน้ารถ (Dashboard) อย่างน้อยมีดังนี้

- หมวดขับเคลื่อน : กระแสของแบตเตอรี่พลังงานที่เหลือของแบตเตอรี่ (SOC) แรงดันแบตเตอรี่อุณหภูมิแบตเตอรี่

- หมวดประจุไฟฟ้า : แรงดันรวมแบตเตอรี่กระแสที่ไหลเข้าแบตเตอรี่พลังงานที่เหลือของแบตเตอรี่ (SOC) แรงดันเซลแบตเตอรี่สูงสุดแรงดันเซลแบตเตอรี่ต่ำสุดอุณหภูมิสูงสุดของเซลแบตเตอรี่อุณหภูมิต่ำสุดของเซลแบตเตอรี่แรงดันพิกัดสูงสุดของเซลแบตเตอรี่แรงดันพิกัดต่ำสุดของเซลแบตเตอรี่กระแสพิกัดสูงสุดขณะประจุของเซลแบตเตอรี่แรงดันพิกัดสูงสุดขณะประจุของแบตเตอรี่

1.4 **ตัวควบคุมยานยนต์ (VCU Vehicle Controller Unit) จำนวน 1 ชุด**

1.4.1 สามารถเป็นตัวกลางเชื่อมต่อระบบ Traction Drive, BMS, OBC, WPT และ Dashboard เพื่อทำงานประสานกันดังนี้เช่น

- เมื่อ BMS แจ้งผ่านทาง CANBUS ว่าแบตเตอรี่มีความบกพร่องจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบทางหน้าจอแสดงผลหน้ารถ (Dashboard) เป็นข้อความและเสียงเตือนและจะตัดระบบกำลังเมื่อรถจอดแล้วเท่านั้น

- ถ้าไม่ได้ใช้งานเกินเวลาที่กำหนดมีฟังก์ชันในการปิดระบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันแบตเตอรี่หมด

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 เป็นเกจเวย์(gateway)จัดการข้อมูลให้กับ Traction Drive, BMS, OBC, WPT และ Dashboard

- แสดงอุณภูมิ แรงดันและกระแสขาเข้า รวมถึงพิกัดจำกัดของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

1.5 **DC/DC คอนเวอร์เตอร์ (DC/DC converter) จำนวน 1 ชุด**

1.5.1 ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาเข้าตั้งแต่120–300 V

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

1.5.3 กำลังไฟฟ้าพิกัด (rated power) ไม่น้อยกว่า120 W

1.5.4 แรงดันด้านออกแยกกับแรงดันด้านเข้า (Isolated output voltage from main voltage

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

battery)

1.5.5 สามารถควบคุมเครื่องผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b

1.6 **หน้าจอแสดงผล (Dashboard) จำนวน 1 ชุด**

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

1.6.2 ค่าความส่องสว่างของหน้าจอไม่น้อยกว่า 500 nits

1.6.3 แสดงสถานะต่างๆดังนี้

- หมวดขับเคลื่อน : ความเร็วของรถกระแสมอเตอร์กระแสของแบตเตอรี่ระดับพลังงานที่เหลือของแบตเตอรี่แรงดันแบตเตอรีกำลังระยะทางสะสมอุณหภูมิแบตเตอรี่แรงดันแบตเตอรี่แรงดันต่ำ

- หมวดประจุไฟฟ้า : ขณะประจุแรงดันแบตเตอรี่กระแสที่ไหลเข้าแบตเตอรี่อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดที่จุดวัดต่างๆของแบตเตอรี่แรงดันสูงสุดต่ำสุดของเซลแบตเตอรี่ประเมินระยะเวลาที่ใช้ประจุแบตเตอรี่นับเวลาที่ประจุแบตเตอรี่แล้วนับพลังงานที่ประจุเข้าแบตเตอรี่แล้ว

1.6.4 มีแผ่นหน้าจอสัมผัสใช้กับหน้าจอแสดงผลสามารถปรับแก้พารามิเตอร์ที่หน้าจอได้ไม่น้อยกว่า 2 รายการเช่นปรับพารามิเตอร์ของสเกลความเร็วสเกลกระแสของแบตเตอรี่

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) จำนวน 1 ชุด**

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) ไม่เกิน16 A

1.7.4 กำลังไฟฟ้าขาออกสูงสุด (maximum output power) ไม่น้อยกว่า2.8 kW

1.7.5 ใช้หัวจ่ายแบบ Type 2

1.7.6 สามารถแสดงกราฟฟิกการประจุไฟฟ้าผ่านทางหน้าจอแดชบอร์ด

1.7.7 สามารถควบคุมเครื่องผ่าน (communication method) CANBUS 2.0b

1.8 **เครื่องประจุไฟฟ้าแบบไร้สายแบบอยู่นิ่ง (Static wireless charger power transfer) จำนวน 1 ชุด**

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

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

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 500 W

1.8.5 ระยะห่างระหว่างชุดคอยล์ของตัวส่ง (Transducer coil) กับชุดคอยล์ของตัวรับ (Receiver coil) ต้องวางห่างกันไม่น้อยกว่า 100มม.

1.8.6 สามารถแสดงกราฟฟิกการประจุไฟฟ้าผ่านไปที่หน้าจอแสดงผลรถ (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 **โครงสร้างรถยนต์เพื่อประกอบเข้ากับระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงาน จำนวน 1 ชุด**

1.9.1 เป็นชุดโครงสร้างรถยนต์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วทำการปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีเพื่อใช้เรียนรู้ในการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วยตัวถังรถยนต์ติดโครงสร้างระบบส่งกำลังระบบไฟฟ้ารถยนต์ระบบช่วงล่างรถยนต์ระบบเบรก

1.9.2 มีระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟสัญญาณตามมาตรฐานของรถยนต์

1.9.3 มีเบาะนั่งวัสดุทำด้วยหนังพีวีซี ไม่น้อยกว่า 2 ที่นั่ง

1.9.4 ระบบเบรกอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

1.9.5 มีระบบกันสะเทือนหน้าและหลัง

1.9.6 มีล้ออลูมิเนียมอัลลอยจำนวน4ล้อ

2. โปรแกรมออกแบบและจำลองการทำงานของระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า จำนวน 1 โปรแกรม

2.1 รายละเอียดทั่วไป

2.1.1 เป็นซอฟท์แวร์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อการใช้งานในอุตสาหกรรม และสามารถใช้สำหรับการศึกษาในการออกแบบและจำลองการทำงาน ของอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่ครอบคลุมหัวข้อการทดลองและการเรียนรู้ในด้าน อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เครื่องกลไฟฟ้า การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า และการประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น Hybrid Electric Vehicles, Automotive Power Management, Green Renewable Energy (Solar Cell, Wind Turbine, Fuel Cell), Motion Control and Variable Speed Drivesเป็นต้น

2.1.2 เป็นซอฟท์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย และไม่จำกัดอายุในการใช้งาน

2.1.3 ทางคณะกรรมการทรงไว้ซึ่งสิทธิ์ที่จะขอดู เอกสารคู่มือ ใบงาน หรือครุภัณฑ์ทั้งหมด เพื่อให้เป็นไปตามความถูกต้องของรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะที่นำเสนอทุกประการ

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

2.1.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย จากผู้ผลิต หรือ จากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อทางราชการ ในด้านการประกันสินค้าและการบริการหลังการขาย

2.2 รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

2.2.1 ซอฟท์แวร์ออกแบบและจำลองการทำงาน ของอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการขับเคลื่อนไฟฟ้า จะต้องครอบคลุมหัวข้อในการทดลองและการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1) อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics)
   - 1-Phase Rectifiers
   - 3-Phase Rectifiers
   - DC-DC Converters
   - Resonant Converters
   - Isolated Switch Mode Power Supplies (SMPS)
   - DC-AC Inverters
   - AC-AC Converters
   - Transformers
   - Small Signal
   - Discrete Control
   - Semiconductors

2) เครื่องกลไฟฟ้า (Electrical Machines)
   - Permanent magnet synchronous machine
   - Induction machine (squirrel cage and wound rotor)
   - Synchronous machines and generators, permanent magnet and externallyexcited
   - Permanent magnet DC machines
   - Brushless DC machines
   - Series shunt and compound DC machines
   - Switched reluctance machines
   - Stepper machines
   - Automotive alternators (DC &3-Phase)

3) การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electrical drives)
   - Linear and Rotating
   - Mechanical Systems

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

- Mechanical Loads
- DC Machines
- Transformations
- Modulation Principles
- Encoders
- Induction Machines
- Vector Control
- Controlled Drives
- Micro-stepping

4) พลังงานทดแทนเพื่อสิ่งแวดล้อม (GreenRenewable Energy)
   - Solar Cell model with load dependency
   - Wind Turbine with variable pitch control and wind speed characteristics
   - Fuel Cell model with load dependency

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

2.2.2 ต้องเป็นซอฟท์แวร์ที่สามารถรองรับการใช้งาน (Coupling) ร่วมกันกับซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมอื่นๆ ได้ เช่น MATLAB/Simulink เป็นต้น

2.2.3 ต้องมีตัวอย่างโจทย์วงจรของอิเล็กทรอนิกส์กำลังพร้อมกับคำถาม ไม่น้อยกว่า 90 ตัวอย่าง และตัวอย่างโจทย์การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าพร้อมกับคำถาม ไม่น้อยกว่า 60 ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการฝึกอบรมและการเรียนการสอน

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

2.2.4 ต้องเป็นซอฟท์แวร์ที่สามารถทำการออกแบบและจำลองทำงาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เครื่องกลไฟฟ้า โหลด และการควบคุมต่าง ๆ ให้อยู่บนแผนผังเดียวกัน โดยไม่มี Convergence problems ซึ่งทำให้การใช้งานเป็นไปได้โดยง่ายและสะดวกรวดเร็ว

2.2.5 มีคู่มือการใช้งาน ตำรามาตรฐานที่ใช้ในการเรียนการสอน ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือ สิ่งพิมพ์

3. อุปกรณ์เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปที่มีช่วงความถี่การทำงานตั้งแต่ DC ถึง 200 MHz

3.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณแบบแยกอิสระเป็นอย่างน้อย

3.1.3 อัตราการสุ่มข้อมูล (SAMPLING RATE) สูงสุด 2 GS/s

3.1.4 มีพอต USB Host, USB Device และ LAN ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่องมาเป็นอย่างน้อย

3.1.5 จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจนเป็น Color LCDขนาดไม่น้อยกว่า8นิ้วความละเอียด WVGA (800 X 480) เป็นอย่างน้อย

3.1.6 มีฟังค์ชั่นที่สามารถเปิดแล็ปชีท หรือแล็ปทดลองบนตัวเครื่อง (Courseware) และรองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม TekSmartLabเพื่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างน้อย

3.1.7 มีฟังค์ชั่นปิดการทำงานชั่วคราวของฟังค์ชั่น Autoset, Cursors และ Automated measurements เป็นอย่างน้อย

3.1.8 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz

3.1.9 ผู้เสนอราคาต้องได้รับแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศโดยแนบเอกสารรับรองมาพร้อมกับการยื่นซองเพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

3.1.10 มีรายละเอียดทางเทคนิคเทียบเท่า หรือดีกว่า ดังนี้

1) Vertical System
   - Input sensitivity range : 2 mV/Div ถึง 10 V/Div
   - DC gain accuracy : ±3%
   - Maximum Input Voltage : 300 V RMS with peaks ≤ ±450 V
   - Input Impedance : 1MOhm/13pF ± 1.5 pF
2) Horizontal System
   - Time base range : 2 ns/div ถึง100 s/div
   - Accuracy : ±25 ppm
3) Trigger System

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

4) Digital Memory System
- Sampling Rate : 2 GS/s
- Resolution : 8 Bits (Vertical)
- Record Lengths : 5Mpoints

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

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 จำนวน1เส้น

3.1.12 สายวัดสัญญาณที่มีช่วงความถี่การทำงานจำนวน4เส้น

3.1.13 หนังสือคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษโดยละเอียด1เล่ม

3.2 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 หน้าจอแสดงผล : 6,000จำนวนนับ

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

3.2.3 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ : 60 mV –1,000 V , ความแม่นยำ±0.5% หรือดีกว่า

3.2.4 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ : 60 mV –750V , ความแม่นยำ ± 1% หรือดีกว่า

3.2.5 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้ : 600µA – 20A , ความแม่นยำ ± 2% หรือดีกว่า

3.2.6 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ : 600µA – 20A, ความแม่นยำ ± 1.2% หรือดีกว่า

3.2.7 สามารถวัดค่าความต้านทานได้ : 600Ω - 60MΩ , ความแม่นยำ ± 2% หรือดีกว่า

3.2.8 สามารถวัดค่าความจุได้ : 40nF–4,000µF , ความแม่นยำ ± 3% หรือดีกว่า

3.2.9 สามารถวัดค่าความถี่ได้ : 10Hz - 9MHz , ความแม่นยำ ± 0.8% หรือดีกว่า

3.2.10 สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ (-50°c) – (+400°c) หรือมากกว่า

3.2.11 อัตรา SimulatedChart Shift : 30 times / s หรือดีกว่า

3.2.12 อัตรา Shift : 3 times / s หรือดีกว่า

3.2.13 อุปกรณ์ประกอบด้วย สายเทส, สายวัดอุณหภูมิ, คู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ

4. เครื่องประมวลผลแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) และ 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิการสูงสุดไม่น้อยกว่า 4 GHz จำนวน 1 หน่วย

4.2 มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level)เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

4.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 3200MHz หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16GB

4.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB จำนวน 1 หน่วย

4.5 มีจอภาพที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า FHD 1920x1080 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว

4.6 มีช่องเชื่อมต่อแบบ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

4.7 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.8 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบ ติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (Exnternal) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.9 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Intel Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth 5.2

4.10 มีซอฟท์แวร์ระบบปฏิบัติการ Windows 10 ที่ถูกต้องตามกฎหมาย

5. ตู้เก็บเครื่องมือสำหรับบำรุงรักษา จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

5.1 ตู้จัดเก็บอุปกรณ์เหล็กพ่นหรืออบสี แบบบานเปิดจำนวน 1 ตู้ ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ลึก x สูง) : 550 x 350 x 700 มม.

5.2 จัดเก็บได้ 5 ชั้น หรือมากกว่า

5.3 ผลิตจากเหล็กคุณภาพดี หนา 0.6 มม. แข็งแรง ทนทาน

5.4 เครื่องมือบริการรถยนต์ขนาดไม่น้อยกว่า 5 ชั้น หรือดีกว่า

5.5 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 มม. หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

5.6 ชุดคีมชนิด คีมปากแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว, คีมปากเฉียงขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว, คีมปากจิ้งจก ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว, คีมถ่างขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

5.7 คีมล็อกขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว, คีมแบบคอม้าไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว หรือดีกว่า

จำนวนอย่างละ 1 ตัว

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

5.8 ชุดประแจแอล 6เหลี่ยมขนาด 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10มม.หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

5.9 ชุดประแจแอลหัวท๊อคเบอร์ T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40, T45, T50หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

5.9 ลูกบ๊อกสั้น 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,27,30,32มม. หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

5.10 ลูกบ๊อกยาวขนาด 5,6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 มม. หรือดีกว่า จำนวน ๑ ชุด

5.11 ด้ามขันฟรี จำนวน 1 ชุด

5.12 ไขควงปากแบนเบอร์ 3, 5, 6และไขควงปากแฉกเบอร์0, 1, 2 หรือดีกว่าจำนวน 1 ชุด

5.13 ค้อนหัวเหล็ก และแบบหัวยาง จำนวนอย่างละ 1 ตัว

6. ชุดฝึกการเรียนรู้ระบบจัดการแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า (BMS) จำนวน 1 ชุด

เป็นชุดฝึกที่ผลิตขึ้นเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ โดยใช้สำหรับการฝึกอบรมการจัดการและบำรุงรักษาแบตเตอรี่ของใหม่ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 รายละเอียดทั่วไป

6.1.1 การทดสอบการวัดความต้านทานภายในของแบตเตอรี่

6.1.2 การทดสอบการวัดความจุของแบตเตอรี่

6.1.3 การคายประจุพื้นฐานของแบตเตอรี่

6.1.4 การวิเคราะห์การปล่อยพลังงานที่แตกต่างกัน

6.1.5 การทดสอบการคายประจุแบตเตอรี่

6.1.6 การทดลองปล่อยแรงดันคงที่

6.1.7 การทดลองการตั้งค่าระบบการจัดการ BMS

6.1.8 การทดลองวัดแรงดันมอเตอร์

6.1.9 การทดลองวัดความเร็วมอเตอร์

6.1.10 การทดลองการตั้งค่าตัวควบคุมไดรฟ์มอเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง

6.1.11 การทดลองวัดคลื่นการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง

6.1.12 การทดลองวิเคราะห์การปล่อยกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า

6.1.13 การทดลองวัดไดนามิกและสถิตของคันเร่ง

6.1.14 การใช้ออสซิลโลสโคปสำหรับวัดค่าการทดลอง

6.1.15 การทดลองใช้งานการวัดการเชื่อมต่อสายไฟ

6.1.16 การทดสอบการชาร์จแรงดันคงที่

6.1.17 การทดสอบการชาร์จกระแสคงที่

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

6.1.18 การทดสอบแรงดันคงที่และกระแสคงที่

6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

6.2.1 มีชุดแบตเตอรี่ : ลิเธียม ไอรอน ฟอสเฟต หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชิ้นพร้อมแบตเตอรี่สต๊ัดโบลต์ 3.2V / 8Ah

6.2.2 มีอุปกรณ์ป้องกันแบตเตอรี่ หรือดีกว่า

6.2.3 มีสวิตช์ป้องกันฉุกเฉิน หรือดีกว่า

6.2.4 มีอุปกรณ์ชาร์จอัจฉริยะ : เอาต์พุตขนาดไม่น้อยกว่า 73V / 5A

6.2.5 มีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิของแบตเตอรี่ หรือดีกว่า

6.2.6 มีระบบการจัดการ BMS

6.2.7 มีการตรวจสอบการชาร์จและอุปกรณ์ควบคุมเชิงตัวเลข

6.2.8 มีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง

6.2.9 มีมอเตอร์ DC: ขนาดไม่น้อยกว่า DC60V / 500W ความเร็ว 0 - 3000 รอบต่อนาที หรือดีกว่า

6.2.10 มีชุดคันเร่ง

6.2.11 มีสวิตช์กุญแจ IG

6.2.12 โต๊ะทำงานพร้อมตู้

6.2.13 สวิตช์การชาร์จ

6.2.14 มีสายเชื่อมต่อวงจร

6.2.15 ชุดฝึกมีขนาดไม่น้อบกว่า 1300 มม. X 500 มม. X 1750 มม. (ยาวXกว้างXสูง)

รายละเอียดอื่น ๆ

1.1 ฟังก์ชันของแพลตฟอร์มการฝึกอบรมมีดังนี้

1.1.1 การฝึกอบรมมาตรฐานการดำเนินงานและความปลอดภัยสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

1.1.2 การฝึกอบรมการทดสอบและการบำรุงรักษาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

1.1.3 การฝึกอบรมการความเข้าใจในข้อบกพร่องและการวิเคราะห์ข้อมูลของอุปกรณ์ยานยนต์ไฟฟ้า

1.1.4 การฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจชิ้นส่วนและหลักการควบคุมของระบบส่งกำลังยานยนต์ไฟฟ้า

1.1.5 การฝึกอบรมที่ครอบคลุมของระบบส่งกำลังยานยนต์ไฟฟ้า

1.1.6 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า (Traction drive)

1.1.7 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบการจัดการแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (BMS)

1.1.8 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า (VCU)

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา

1.1.9 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบประจุไฟฟ้าติดรถ (Onboard charger)

1.1.10 การฝึกอบรมการทำงานและหน้าที่ของระบบประจุไฟฟ้าชนิดไร้สาย (Wireless charger power transfer)

1.1.11 การฝึกอบรมการประจุไฟฟ้าและคายประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่

1.2 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยได้รับการแต่งตั้งจากผู้แทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

1.3 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่อย่างน้อย 1 ปี ในกรณีที่เกิดจากความผิดพลาดจากการผลิต โดยนับจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

1.4 มีคู่มือการใช้หรือใบงานการทดสอบเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

1.5 บริษัทผู้ขายต้องมีการอบรมการใช้งานให้กับทางบุคลากรไม่น้อยกว่า 2 วัน หลังจากการส่งมอบแล้ว

1.6 กำหนดส่งมอบ 150 วัน

1.7 กำหนดยืนราคา 150 วัน

ผศ.ธวัชชัย สอนสนาม	นายธนากร เมียงอารมณ์	ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา