

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ (Term of Reference : TOR)  
ชุดปฏิบัติการศึกษา พัฒนา วิจัย และบริการวิชาการระบบยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติแห่งอนาคต จำนวน 1 ชุด  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ

ประกอบไปด้วย

- รายการที่ 1 ชุดฝึกปฏิบัติการฝึกอบรมบูรณาการของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
  - รายการที่ 2 ชุดทดสอบการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
  - รายการที่ 3 ชุดออกแบบและจำลองการทำงานของระบบยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
  - รายการที่ 4 เครื่องมือวัดและวิเคราะห์รูปคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
  - รายการที่ 5 ชุดเครื่องมือสำหรับซ่อมบำรุงและปฏิบัติงาน จำนวน 1 ชุด
  - รายการที่ 6 ชุดดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับรถดัดแปลง จำนวน 1 ชุด
  - รายการที่ 7 ชุดดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับรถดัดแปลงทางการศึกษา จำนวน 1 ชุด
- รายการที่ 1 ชุดฝึกปฏิบัติการฝึกอบรมบูรณาการของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

ชุดฝึกปฏิบัติการสำหรับการศึกษาเรียนรู้องค์ประกอบของยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถใช้สำหรับการสอนแบบบูรณาการโดยการเชื่อมต่อรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนการสอนและเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นถึงองค์ประกอบของยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละส่วนที่เป็นของจริงและสามารถลงปฏิบัติในการซ่อมบำรุงรักษา หรือเรียนรู้เจาะลึกในรายละเอียดของระบบต่าง ๆ ในการยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อนำไปต่อยอดและประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ในทางด้านวิศวกรรม

2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

2.1 ชุดปฏิบัติการระบบการจัดการแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ชุดฝึกติดตั้งอยู่บนฐานเหล็ก หรืออลูมิเนียม มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้

2.1.2 มีจุดเชื่อมต่อสำหรับวัดสัญญาณ หรือเชื่อมต่อสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 10 จุด หรือดีกว่า

2.1.3 ชุดปฏิบัติการระบบการจัดการแบตเตอรี่มีแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 4 ก้อน

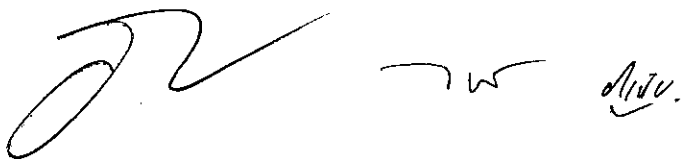
2.1.4 ชุดปฏิบัติการมีขนาด 1200 x 1000 x 1000 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

2.1.5 ชุดฝึกแสดงโครงสร้าง องค์ประกอบของแหล่งพลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าและระบบการจัดการแบตเตอรี่โดยสามารถใช้ศึกษาในหัวข้อ การตรวจสอบความปลอดภัยของแบตเตอรี่ไฟฟ้า และการตรวจจับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ไฟฟ้า

2.1.6 มีเอกสารประกอบการสอนของชุดปฏิบัติการระบบการจัดการแบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด



- 2.2 ชุดปฏิบัติการการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.2.1 ชุดฝึกติดตั้งอยู่บนฐานเหล็ก หรืออลูมิเนียม มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้
  - 2.2.2 มีจุดเชื่อมต่อสำหรับวัดสัญญาณ หรือเชื่อมต่อสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 15 จุด หรือดีกว่า
  - 2.2.3 มีชุดอินเวอร์เตอร์สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
  - 2.2.4 มีแป้นสำหรับกดเร่งความเร็ว และแป้นเบรกสำหรับชะลอความเร็วของระบบขับเคลื่อน
  - 2.2.5 ชุดปฏิบัติการมีขนาด 1200 x 1000 x 1000 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
  - 2.2.6 เป็นชุดปฏิบัติการแสดงระบบการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า และองค์ประกอบของอุปกรณ์โดยสามารถใช้ศึกษาในหัวข้อ โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบการขับเคลื่อน
  - 2.2.7 มีเอกสารประกอบการสอนของชุดปฏิบัติการการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.3 ชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.3.1 ชุดฝึกติดตั้งอยู่บนฐานเหล็ก หรืออลูมิเนียม มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้
  - 2.3.2 มีจุดเชื่อมต่อสำหรับวัดสัญญาณ หรือเชื่อมต่อสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 15 จุด หรือดีกว่า
  - 2.3.3 ชุดปฏิบัติการมีขนาด 1100 x 1000 x 1000 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
  - 2.3.4 ชุดฝึกระบบปรับอากาศ เป็นชุดฝึกสำหรับการสอนการทำงานของระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมระบบปรับอากาศ
  - 2.3.5 มีเอกสารประกอบการสอนของชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.4 ชุดปฏิบัติการระบบพวงมาลัยพาวเวอร์ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.4.1 ชุดฝึกติดตั้งอยู่บนฐานเหล็ก หรืออลูมิเนียม มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้
  - 2.4.2 มีจุดเชื่อมต่อสำหรับวัดสัญญาณ หรือเชื่อมต่อสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 10 จุด หรือดีกว่า
  - 2.4.3 มีชุดพวงมาลัยพาวเวอร์ จำนวน 1 ชุดเชื่อมต่อกับชุดกลไกระบบการเลี้ยวของล้อ
  - 2.4.4 ชุดปฏิบัติการมีขนาด 1300 x 1000 x 1000 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
  - 2.4.5 ชุดปฏิบัติการแสดงกลไกระบบการเลี้ยวของล้อ แสดงโครงสร้างองค์ประกอบขั้นตอนการทำงาน
  - 2.4.6 มีเอกสารประกอบการสอนของชุดปฏิบัติการระบบพวงมาลัยพาวเวอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.5 ชุดปฏิบัติการระบบไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งคัน จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.5.1 มีโครงยานยนต์ที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างบางส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า หรือระบบสายไฟ จำนวน 1 ชุด
  - 2.5.2 โครงยานยนต์ไฟฟ้าถูกติดตั้งบนวัสดุที่แข็งแรง ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้
  - 2.5.3 มีบอร์ดสำหรับแสดงวงจรการเชื่อมต่อระบบภายในยานยนต์ไฟฟ้า มีจุดวัดสัญญาณ จำนวนไม่น้อยกว่า 20 จุด

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large stylized signature on the left and smaller initials 'AW' and 'Aruv.' on the right.

2.5.4 มีระบบส่องสว่างและสามารถเปิดปิดได้และแสดงโครงสร้างกลไกการปรับขึ้นลงกระจกด้วยระบบไฟฟ้าเพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะการทำงาน

2.5.5 มีเอกสารประกอบการสอนของชุดปฏิบัติการระบบไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งคัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.6 ยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการศึกษา จำนวน 1 คัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 แสดงโครงสร้างองค์ประกอบบางส่วน เช่น ระบบกระจกไฟฟ้า เป็นอย่างน้อย

2.6.2 มีชุดขับเคลื่อนติดตั้งกับโครงรถและสามารถทำงานได้หรือเคลื่อนย้ายได้

2.6.3 มีการเปิดโครงสร้างของระบบกระจกไฟฟ้าเพื่อแสดงกลไกการทำงาน

2.6.4 มีจุดวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์และอินเวอร์เตอร์

2.6.5 เป็นยานยนต์ไฟฟ้า 4 ประตูหรือมากกว่า และพวงมาลัยฝั่งขวาหรือซ้าย

2.6.6 มีระบบขับเคลื่อนที่สามารถขับเคลื่อนด้วยล้อหน้า หรือล้อหลัง

2.6.7 มอเตอร์ชนิด Induction หรือ PMSM หรือดีกว่า

2.6.8 มีความจุของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 30kWh หรือมากกว่า

2.6.9 สามารถวิ่งได้ระยะทางสูงสุดต่อการชาร์จได้ไม่น้อยกว่า 350 กิโลเมตร

2.6.10 สามารถรองรับการชาร์จแบบ AC Charging Power ไม่น้อยกว่า 5kW

2.6.11 มีชุดชาร์จแบบฉุกเฉินมาพร้อมกับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

2.7 ซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์สัญญาณการสื่อสารของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

เป็นชุดซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์สัญญาณการสื่อสารประเภท CAN เพื่อใช้ในการพัฒนา และทดสอบ ในระบบพื้นฐาน CAN มีอุปกรณ์การสื่อสารแบบ USB to CAN เพื่อรองรับการเชื่อมต่อข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผล จำนวน 1 ชุด

2.8 เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง

2.8.1 เป็นเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 22kW

2.8.2 สามารถใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้

2.8.3 สามารถใช้งานร่วมกับยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการศึกษาได้

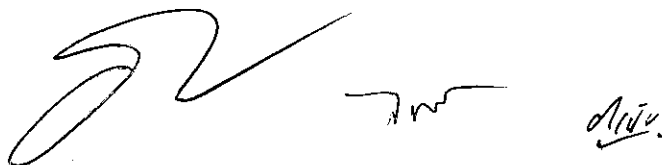
2.8.4 มีระบบป้องกัน OVP, OCP เป็นอย่างน้อย

2.8.5 รองรับแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่เพื่อดู Battery Status

รายการที่ 2 ชุดทดสอบการอัดประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

ชุดเครื่องมือสำหรับการทดสอบการอัดประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ทั้งแบบ เซลล์ และแพ็ค สำหรับการศึกษาขั้นตอนการทดสอบการอัดและคายประจุของแบตเตอรี่เพื่อทดสอบสำหรับการหาค่าพารามิเตอร์เพื่อ



ประเมินประสิทธิภาพพระบุสถานะ เช่น สุขภาพของแบตเตอรี่ภายใต้การทดสอบของเครื่องโดยกำหนดเงื่อนไขการทดสอบทั้งการอัดและการคายเพื่อหาคุณสมบัติของแบตเตอรี่ เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยสำหรับการนำแบตเตอรี่ไปใช้งานต่อ ประกอบไปด้วย

## 2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

2.1 เครื่องอัดและคายประจุของแบตเตอรี่สำหรับแพ็ค จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Bidirectional

2.1.2 สามารถกำหนดเงื่อนไขการทำงานของการทดสอบแบตเตอรี่ เช่น ขั้นตอนการอัดและคายประจุของแบตเตอรี่ตามเงื่อนไขการทดสอบที่ผู้ใช้งานกำหนด

2.1.3 สามารถกำหนดค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการผ่านซอฟต์แวร์

2.1.4 รองรับ Communication Interfaces : RS485, LAN หรือ CAN เป็นอย่างน้อย

2.1.5 มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 100kW

2.1.6 รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 300A ที่ Single Channel หรือมากกว่า

2.1.7 สามารถปรับช่วงของแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 24 ถึง 800V หรือกว้างกว่า

2.1.8 สามารถทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้

2.1.9 มีค่าความแม่นยำของแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุต  $\pm 0.1\%$  FS หรือดีกว่า

2.1.10 มีค่าความแม่นยำของกระแสไฟฟ้าที่เอาต์พุต  $\pm 0.1\%$  FS หรือดีกว่า

2.1.11 มีค่าความละเอียดของแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุต 0.001V หรือละเอียดกว่า

2.1.12 มีค่าความละเอียดของกระแสไฟฟ้าที่เอาต์พุต 0.001A หรือละเอียดกว่า

2.1.13 มีระบบป้องกันของเครื่องทางด้านอินพุต OVP, OCP, OTP, Phase loss เป็นอย่างน้อย และระบบป้องกันของเครื่องทางด้านเอาต์พุต OVP, OCP, OTP เป็นอย่างน้อย

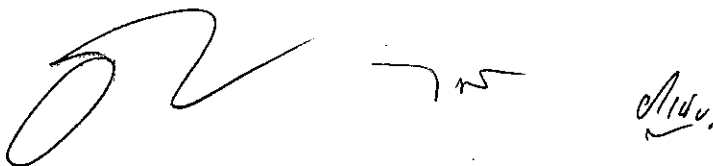
2.1.14 มีปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการทดสอบ

2.1.15 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD touch screen และสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องในฟังก์ชันพื้นฐานได้

2.1.16 สามารถกำหนดขั้นตอนในการทำงาน  $\geq 99$  Steps หรือมากกว่า และ No. of Cycles  $\geq 99$  Steps หรือมากกว่า

2.1.17 มีโหมดการทำงานของการอัดประจุ (Charge Mode) เช่น Constant Voltage, Constant Current, Slope Current, Slope Voltage เป็นอย่างน้อย

2.1.18 มีโหมดการทำงานของการคายประจุ (Discharge Mode) เช่น Constant Voltage, Constant Current, Slope Current, Slope Voltage เป็นอย่างน้อย



2.1.19 รองรับการสร้าง Data Export ในรูปแบบไฟล์ CSV format หรือ Excel

2.1.20 มีซอฟต์แวร์สำหรับใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องและมีการแสดงผลแบบ Data Curve Display

2.1.21 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงพร้อมยื่นเอกสารสำหรับประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

2.1.22 อุปกรณ์ประกอบ

2.1.22.1 สายเชื่อมต่อแบตเตอรี่สำหรับการทดสอบ จำนวน 1 ชุด

2.1.22.2 คู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวน 1 เล่ม

2.1.22.3 หน่วยประมวลผลและแสดงผล จำนวน 1 ชุด

- CPU Intel i5 12<sup>th</sup> หรือใหม่กว่า มีความถี่ในการทำงานไม่น้อยกว่า 3.99GHz

- RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

- SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 512 GB

- ระบบปฏิบัติการ Windows 11 Home หรือใหม่กว่า

2.2 เครื่องอัดและคายประจุของแบตเตอรี่สำหรับเซลล์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 เป็นเครื่องทดสอบที่มี 8 ช่อง หรือมากกว่า

2.2.2 มี AD ขนาด 16 bit

2.2.3 มีกำลังไฟฟ้าขาออก 300 Watt ของ Single channel

2.2.4 มี Power Stability  $\pm(0.1\%FS)$  หรือดีกว่า

2.2.5 มีโหมดในการทำงานดังนี้

2.2.5.1 Charge : CC, CV, เป็นอย่างน้อย

2.2.5.2 Discharge : CP, CR, เป็นอย่างน้อย

2.2.6 มีเงื่อนไขการทดสอบช่องหลัก Time, total voltage, total current, capacity

2.2.7 สามารถจ่ายแรงดันต่อช่อง ดังนี้

2.2.7.1 มีช่วงแรงดันในการทดสอบ 1V – 5V หรือดีกว่า

2.2.7.2 มีแรงดันต่ำสุดในการคายประจุ 1V หรือดีกว่า

2.2.7.3 มีความแม่นยำ  $\pm(0.1\%FS)$  หรือดีกว่า

2.2.8 สามารถจ่ายกระแสต่อช่อง ดังนี้

2.2.8.1 มีช่วงกระแสในการทดสอบ  $\pm 60A$  หรือดีกว่า

2.2.8.2 สามารถจ่ายกระแสต่ำสุดได้ 60mA หรือดีกว่า

2.2.8.3 มีความแม่นยำ  $\pm(0.1\%FS)$  หรือดีกว่า



- 2.2.9 มีความละเอียดของเวลา 10ms หรือดีกว่า
- 2.2.10 มีการเชื่อมต่อด้วย LAN
- 2.2.11 มีการควบคุมดังนี้
  - 2.2.11.1 ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขการป้องกัน ได้แก่ แรงดันไฟต่ำ แรงดันไฟสูงสุด กระแสไฟต่ำ กระแสไฟสูงสุด
  - 2.2.11.2 สามารถทดสอบได้ 5000 Cycle หรือดีกว่า
  - 2.2.11.3 สามารถตั้ง step การทดสอบได้ 5000 step หรือดีกว่า
- 2.2.12 สามารถแสดงข้อมูลได้ดังนี้
  - 2.2.12.1 การแสดงผลการทดสอบ Cycle: Circulation number. Charge/discharge capacity, power and voltage หรือดีกว่า
  - 2.2.12.2 การแสดงผลการทดสอบ Process: Process number, process time, capacity, power, cut-off voltage, cut-off current หรือดีกว่า
- 2.2.13 สามารถส่งออกข้อมูลแบบ EXCEL, TXT or diagram
- 2.2.14 อุปกรณ์ประกอบ
  - 2.2.14.1 สายเชื่อมต่อแบตเตอรี่สำหรับการทดสอบ จำนวน 1 ชุด
  - 2.2.14.2 คู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวน 1 เล่ม
  - 2.2.14.3 หน่วยประมวลผลและแสดงผล จำนวน 1 ชุด
    - CPU Intel i5 12<sup>th</sup> หรือใหม่กว่า มีความถี่ในการทำงานไม่น้อยกว่า 3.99GHz
    - RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
    - SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 512 GB
    - ระบบปฏิบัติการ Windows 11 Home หรือใหม่กว่า

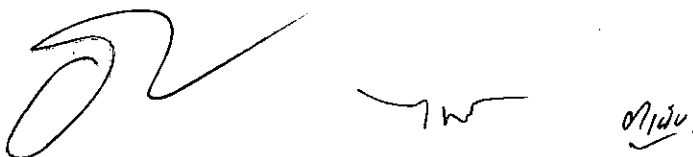
รายการที่ 3 ชุดออกแบบและจำลองการทำงานของระบบยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

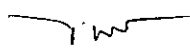
ซอฟต์แวร์สำหรับการจำลองยานยนต์ไฟฟ้า และสามารถปรับปรุงแก้ไขพารามิเตอร์ของระบบในยานยนต์ไฟฟ้าได้เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการจำลองทางด้านการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและทางกล สามารถกำหนดลักษณะถนน รูปแบบการขับขี่ สภาพการจราจรได้ด้วย Graphic User Interface(GUI) โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ โดยมีโปรแกรมจำลองการทำงานของระบบยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหลัก ประกอบไปด้วย

#### 2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

2.1 ซอฟต์แวร์สำหรับการจำลองการทำงานของระบบยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ลิขสิทธิ์



- 2.1.1 ซอฟต์แวร์สำหรับจำลองยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถปรับปรุงแก้ไขพารามิเตอร์ของระบบในยานยนต์ไฟฟ้าได้
- 2.1.2 สามารถจำลองลักษณะการขับเคลื่อนและการเคลื่อนที่ของยานยนต์ในรูปแบบการแสดงผลแบบ 3 มิติและมีหน้าต่างการแสดงผลของเครื่องมือ (Instrument) ในการแสดงตำแหน่งแป้นเหยียบ มุมของพวงมาลัย ตำแหน่งเกียร์ มาตรวัดความเร็วของยานยนต์ มาตรวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เป็นอย่างน้อย
- 2.1.3 สามารถสร้างสถานการณ์ (Scenario) ในการขับขี่และโครงข่ายของถนนปรับเปลี่ยนพื้นผิวถนน กำหนดป้ายจราจร และสัญญาณไฟจราจรได้รองรับโหมดการทดสอบแบบ Static Scenario หรือ Dynamic Scenario
- 2.1.4 สามารถออกแบบรูปแบบถนนได้โดยสามารถกำหนด Objects ต่าง ๆ เช่น Traffic sign, Traffic light, Traffic barrier เป็นอย่างน้อย
- 2.1.5 สามารถกำหนดค่า Environment และ Weather หรือสภาพแวดล้อมในการจำลองการขับขี่ได้เช่น อุณหภูมิ ความหนาแน่นของอากาศ ความกดอากาศ ความชื้นในอากาศ
- 2.1.6 สามารถแก้ไขและกำหนดค่าพารามิเตอร์ของยานยนต์ เช่น Body, Suspensions, Steering, Tires, Brake, Power Train เป็นอย่างน้อย
- 2.1.7 มีระบบขับเคลื่อนแบบจำลอง Conventional, Parallel Hybrid, Axle Split Hybrid, Power Split Hybrid, Serial Hybrid, Electrical เป็นอย่างน้อย
- 2.1.8 ระบบการขับเคลื่อนแบบ Electrical สามารถกำหนดจำนวนมอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนได้สูงสุด 4 มอเตอร์
- 2.1.9 สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบแบตเตอรี่แบบ Low Voltage เช่น Capacity, Idle Voltage, Initial state of charge, Min/Max state of charge, Maximum Power และสามารถกำหนดน้ำหนักของแบตเตอรี่ได้
- 2.1.10 สามารถเลือกโหมดการทำงานของระบบเบรกโดยการเลือกโหมด No Regeneration, Parallel, Serial
- 2.1.11 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows หรือ Linux
- 2.1.12 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงพร้อมยื่นเอกสารสำหรับประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย
- 2.2 ชุดหน่วยประมวลผลและแสดงผลสำหรับซอฟต์แวร์ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel i9 หรือดีกว่า
- 2.2.2 มีหน่วยประมวลผลของภาพ (GPU) แบบแยกจากหน่วยประมวลผลกลางมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 GB



- 2.2.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
- 2.2.4 มีหน่วยความจำสำหรับจัดเก็บข้อมูลชนิด SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 1TB หรือมากกว่า
- 2.2.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือ 3.2 Type A หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 2.2.4 มีระบบปฏิบัติการ Windows 11 Home หรือใหม่กว่า
- 2.2.5 มีแป้นพิมพ์ และเมาส์
- 2.2.6 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 2 ชุด

### 2.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 2.3.1 ชุดพวงมาลัยจำลอง คันเร่ง เบรก ภายนอก จำนวน 1 ชุด
- 2.3.2 มีคู่มือการใช้งานซอฟต์แวร์ในรูปแบบเอกสาร หรือ Digital File จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

รายการที่ 4 เครื่องมือวัดและวิเคราะห์รูปคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

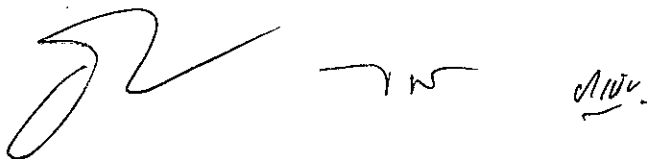
#### 1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือวัดสำหรับการซ่อมบำรุงและตรวจสอบอุปกรณ์ของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น สำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแส การเก็บบันทึกข้อมูลสำหรับการนำไปวิเคราะห์หรือสร้างเอกสารรายงาน กล้องสำหรับถ่ายภาพความร้อนเพื่อประเมินอุปกรณ์ ประกอบไปด้วย

#### 2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

##### 2.1 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบมัลติฟังก์ชัน จำนวน 2 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1.1 มีช่วงการวัดกระแสไฟฟ้าสลับ (AC current) 20.00 A/600.0 A และมีค่าความแม่นยำพื้นฐานในการวัด  $\pm 1.3\%$  rdg.  $\pm 0.08$  A หรือดีกว่า
- 2.1.2 มีช่วงการวัดกระแสไฟฟ้าตรง (DC current) 20.00 A/600.0 A และมีค่าความแม่นยำพื้นฐานในการวัด  $\pm 1.3\%$  rdg.  $\pm 0.08$  A หรือดีกว่า
- 2.1.3 มีช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC voltage) 6/60/600/1000 V และมีค่าความแม่นยำพื้นฐานในการวัด  $\pm 0.9\%$  rdg.  $\pm 0.003$  V หรือดีกว่า
- 2.1.4 มีช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC voltage) 600mV/6V/60V/600V/1000V และมีค่าความแม่นยำพื้นฐานในการวัด  $\pm 0.5\%$  rdg.  $\pm 0.5$ mV หรือดีกว่า
- 2.1.5 มีช่วงการวัดค่าความต้านทาน 600 $\Omega$ /6k $\Omega$ /60k $\Omega$ /600k $\Omega$ /6.000M $\Omega$  เป็นอย่างน้อย
- 2.1.6 มีช่วงการวัดความถี่ 9.999Hz/99.99Hz/999.9Hz และมีค่าความแม่นยำพื้นฐานในการวัด  $\pm 0.1\%$  rdg.  $\pm 0.003$ Hz หรือดีกว่า
- 2.1.7 มีมาตรฐาน Dustproof และ Waterproof
- 2.1.8 สามารถรองรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า Alkaline battery หรือดีกว่า
- 2.1.9 มี Test Lead จำนวน 1 ชุด





- 2.1.10 มี case จำนวน 1 ชิ้น
- 2.1.11 มี Instruction Manual จำนวน 1 ชุด
- 2.1.12 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงพร้อมยื่นเอกสาร สำหรับประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย
- 2.2 เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณ จำนวน 2 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - 2.2.1 สามารถดึงข้อมูลที่มีการบันทึกลงใน USB ได้ และสามารถถ่ายโอนไปยังคอมพิวเตอร์ได้อย่างรวดเร็ว
  - 2.2.2 มีช่องรับสัญญาณอินพุตแบบ Isolated และมีอัตราการสุ่มตัวอย่างในการบันทึกข้อมูล 10 ms
  - 2.2.3 มีช่องรับสัญญาณ Analog ไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณหรือมากกว่า และเป็นแบบ isolated
  - 2.2.4 มีค่า Input impedance 1 M $\Omega$  หรือดีกว่า
  - 2.2.5 สามารถรองรับสัญญาณ Pulse ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ
  - 2.2.6 ช่องรับสัญญาณ Analog สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 60 V DC
  - 2.2.7 Terminals to ground สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้า 30 V AC rms, 60 V DC หรือดีกว่า
  - 2.2.8 สามารถรองรับสัญญาณแบบ Pulse 0 ถึง +10 V DC หรือดีกว่า
  - 2.2.9 มีหน่วยความจำภายในตัวเครื่องสำหรับเก็บบันทึกข้อมูลการวัดไม่น้อยกว่า 3.5 Mwords
  - 2.2.10 รองรับหน่วยความจำภายนอกแบบ CF card, USB หรือดีกว่า และมี Data format: FAT, FAT32
  - 2.2.11 มีฟังก์ชัน Control terminal : External trigger/event mark input, trigger output, alarm output หรือดีกว่า
  - 2.2.12 สามารถรองรับการวัดและบันทึกอุณหภูมิโดยใช้ Thermocouple type : K, J, E, T, N, R, S, B หรือมากกว่า
  - 2.2.13 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า 100mV f.s., 1V f.s., 10V f.s., 20 V f.s., 100V f.s. เป็นอย่างน้อย มีค่าความละเอียดในการวัด 500  $\mu$ V ที่ย่านการวัด 10 V f.s. และมีค่าความแม่นยำในการวัด  $\pm 0.1\%$  f.s. หรือดีกว่า
  - 2.2.14 มีช่วงการวัดอุณหภูมิ -200°C ถึง 2000°C หรือดีกว่า
  - 2.2.15 มี Trigger functions และมี Trigger types : Level, Window หรือดีกว่า
  - 2.2.16 มีอัตราความเร็วในการบันทึกข้อมูลที่สามารถกำหนดได้ 10ms ถึง 1 ชั่วโมง (19 selections)
  - 2.2.17 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 4.3 นิ้ว แบบ WQVGA-TFT color LCD (480 x 272 dots) หรือดีกว่า
  - 2.2.18 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ 0°C ถึง 40°C หรือดีกว่า
  - 2.2.19 สามารถรองรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 100 ถึง 240 V AC 50/60 Hz ผ่าน AC Adapter หรือ



Handwritten signature and initials, possibly reading "A.W. Arve".

สามารถรองรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจาก External power 10 ถึง 16 V DC หรือดีกว่า

2.2.20 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงพร้อมยื่นเอกสาร สำหรับประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

2.2.21 อุปกรณ์ประกอบ

2.2.21.1 Measurement Guide ภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

2.2.21.2 CD-R (Instruction manual PDF, Logger Utility Instruction Manual PDF, Data acquisition application program Logger Utility) จำนวน 1 แผ่น

2.2.21.3 USB Cable จำนวน 1 เส้น

2.2.21.4 AC Adapter จำนวน 1 ชุด

2.2.21.5 PC Card 1G จำนวน 1 ชิ้น

2.2.21.6 Battery Pack จำนวน 1 ก้อน

2.2.21.7 กระจาเป่าสำหรับใส่ตัวเครื่อง จำนวน 1 ชุด

2.3 กล้องถ่ายภาพความร้อนสำหรับงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 Thermal Resolution มีค่าความละเอียด 320\*240 หรือละเอียดกว่า

2.3.2 มีค่า Super Resolution (SR) 640\*480 หรือดีกว่า

2.3.3 มีค่า Thermal Sensitivity (NETD) 40mk

2.3.4 มีค่า Focal length f7.5 หรือดีกว่า

2.3.5 มีระยะของการโฟกัสที่ (Minimum) 0.5 เมตร

2.3.6 มีอัตราเฟรมเรท 30Hz หรือดีกว่า

2.3.7 รองรับการสื่อสารแบบ Wi-Fi หรือ Bluetooth

2.3.8 รองรับฟังก์ชัน Thermal and visible light Image fusion

2.3.9 รองรับฟังก์ชัน Picture in Picture

2.3.10 มีกล้องแบบดิจิทัล 8MP หรือดีกว่า

2.3.11 มีช่วงการวัดของอุณหภูมิ 0 ถึง 600°C หรือมากกว่า

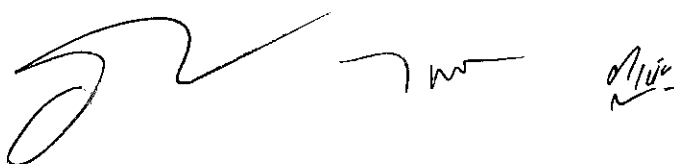
2.3.12 มีฟังก์ชันเครื่องมือในการวัด Spot:6; Line:1; Rectangle/Circle:4 หรือดีกว่า

2.3.13 มีหน้าจอสแสดงผลแบบ Touch Screen ขนาดไม่น้อยกว่า 3.5 นิ้ว

2.3.14 มีโหมดของ Image : Thermal, Visible light, Picture in Picture & Image Fusion

2.3.15 รองรับการบันทึกวิดีโอ MP4 video recording เป็นอย่างน้อย

2.3.16 รองรับ File Format JPEG, visible light photo, IRS



2.3.17 รองรับการใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานแบบแบตเตอรี่

2.3.18 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ -20 °C ถึง 50 °C หรือดีกว่า

2.3.19 อุปกรณ์ประกอบ

2.3.19.1 คู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

2.3.19.2 กล่องสำหรับใส่กล่อง จำนวน 1 ใบ

2.3.19.3 สาย USB จำนวน 1 เส้น

2.4 เครื่องวินิจฉัยความผิดปกติของยานยนต์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้  
เครื่องมือสำหรับวินิจฉัยหรือตรวจสอบระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อวินิจฉัย  
ความผิดปกติของยานยนต์

2.4.1 มีหน่วยประมวลผลแบบ Octa Core 2.2 GHz หรือดีกว่า

2.4.2 มีระบบปฏิบัติการ Android

2.4.3 สามารถรองรับหน่วยความจำภายนอกโดยมี Micro SD Card Slot จำนวน 1 ช่อง

2.4.4 มีหน้าจอแสดงผลแบบ FHD (1920\*1200) หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว

2.4.5 มีกล้องถ่ายภาพขนาด 8 Megapixel แบบ Auto-Focus หรือดีกว่า

2.4.6 รองรับการชาร์จรถไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้

2.4.7 รองรับมาตรฐานการสื่อสาร CAN (High, Low), CAN-FD, ISO-13400 หรือ ISO-11898 เป็นอย่างน้อย

2.4.8 อุปกรณ์ประกอบ

- AC/DC Adapter จำนวน 1 ชุด

- สายเชื่อมต่อแบบ USB จำนวน 1 เส้น

- กระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์ (Carrying) จำนวน 1 ใบ

- อุปกรณ์สำหรับชาร์จ (Charging Cradle) จำนวน 1 ชิ้น

รายการที่ 5 ชุดเครื่องมือสำหรับซ่อมบำรุงและปฏิบัติงาน จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือช่างสำหรับการถอดประกอบยานยนต์ไฟฟ้าและการซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า  
ประกอบด้วย

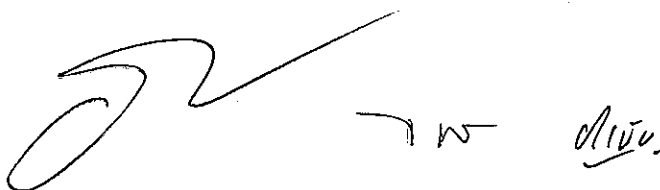
2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

2.1 ชุดเครื่องมือช่างสำหรับถอดประกอบ จำนวน 3 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 Ratchet Wrench ขนาด 1/2" 45T จำนวน 1 ชิ้น



- 2.1.2 Hexagonal Socket 1/2" มีเบอร์ 10, 11, 12, 13, 14, 15 เป็นอย่างน้อย จำนวน 1 ชุด
- 2.1.3 1/2" Extension bar : 250mm จำนวน 1 ชิ้น
- 2.1.4 1/2" Universal joint จำนวน 1 ชิ้น
- 2.1.5 1/4" Ratchet wrench,45T จำนวน 1 ชิ้น
- 2.1.6 300g Machinist hammer จำนวน 1 ชิ้น
- 2.3 ชุดอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการตัดต่อสายไฟ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - 2.3.1 คีมตัด จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.2 Removal Tool Blue L จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.3 Removal Tool Blue S จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.4 ตัวเชื่อมปลั๊ก จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.5 คีมตัดแบบปากนกแก้ว จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.6 ชุดเชื่อมพิน จำนวน 1 ชุด
  - 2.3.7 คีมสำหรับย้ำหางปลาไร้เลย จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.8 คีมปลอกสายไฟ จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.9 คีมปลอกสายไฟขนาด 2.5/4/6 mm จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.10 คีมย้ำหางปลาแบบกลม 1.25-14 จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.11 คีมย้ำพินแบบหางปลา จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.12 คีมย้ำพินแบบท้ายมียางกันน้ำ
  - 2.3.13 คีมย้ำท้ายหางปลา จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.14 คีมย้ำ Tap จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.15 คีมย้ำ 30-14Awg จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.16 คีมย้ำท้ายกลม จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.17 คีมย้ำหางปลาแบบกลม 8-38 จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.18 คีมย้ำพินกลม 12-16 จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.19 คีมย้ำพินกลม 16-20 จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.20 คีมย้ำพินกลม 20-26 จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.21 Multi angle vise จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.22 คีมย้ำ Pin DT/DTM/DTP แบบปีก จำนวน 1 ชิ้น
  - 2.3.23 เครื่องตัดเทปแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง



2.4 ตู้เก็บเครื่องมือพร้อมเครื่องมือมาตรฐานสำหรับซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ตู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ตู้เครื่องมือช่างมีชั้นสำหรับเก็บเครื่องมือ จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชั้น แบบมีล้อ

2.4.2 ตู้เครื่องมือทำจากวัสดุที่แข็งแรง

2.4.3 อุปกรณ์เครื่องมือเหมาะสำหรับการซ่อมบำรุงรถยนต์ไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน VDE ประกอบไปด้วย

2.4.3.1 ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวน ขนาด 1/2 นิ้ว เบอร์ 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19 มม. เป็นอย่างน้อย จำนวนเบอร์ละ 1 ชั้น

2.4.3.2 ลูกบ็อกซ์ปิดหุ้มฉนวน ขนาด 1/2 นิ้ว เบอร์ 4x120, 5x120, 6x120 มม. จำนวนเบอร์ละ 1 ชั้น

2.4.3.3 ด้ามขันหุ้มฉนวน ขนาด 1/2 นิ้ว ยาว 250 มม. จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.4 ประแจตัวที่หุ้มฉนวน ขนาด 1/2 นิ้ว ยาว 200 มม. จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.5 ประแจปากตายหุ้มฉนวน ขนาด 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, มม. เป็นอย่างน้อย จำนวนขนาดละ 1 ชั้น

2.4.3.6 คีมปากเฉียงด้ามหุ้มฉนวน จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.7 คีมหุ้มฉนวน จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.8 ไขควงหุ้มฉนวน PH0 จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.9 ไขควงหุ้มฉนวน PH1 จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.10 ไขควงหุ้มฉนวน PH2 จำนวน 1 ชั้น

2.4.3.11 ไขควงหุ้มฉนวน PH3 จำนวน 1 ชั้น

2.5 เครื่องย้าสายไฟไร้สายแบบไฮดรอลิก จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 เครื่องย้าสายไฟแบบไร้สายรองรับแรงดันไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 18 V

2.5.2 แบตเตอรี่สำหรับการใช้งานร่วมกับตัวเครื่องมีขนาดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า 18V และ 5A หรือมากกว่า จำนวน 2 ก้อน

2.5.3 มีสายเชฟตีสำหรับล็อกเครื่องมือ

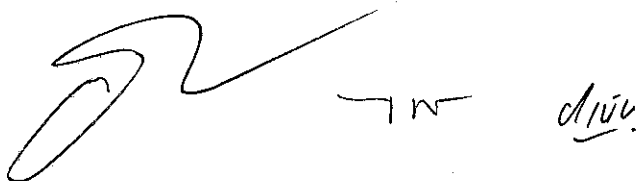
2.5.4 มีชุดใบมีดพร้อมขากรรไกรตัดสายไฟ

2.5.5 มีแท่นชาร์จสำหรับแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชั้น

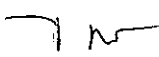
2.5.6 มีไดรฟ์ DIN22 AL 50 จำนวน 1 ชั้น

2.5.7 มีไดรฟ์ DIN22 AL 95/120 จำนวน 1 ชั้น

2.5.8 มีไดรฟ์ DIN22 AL 185 จำนวน 1 ชั้น

Handwritten signature and initials in black ink, located at the bottom of the page.

- 2.6 แชนด์ลิฟท์ไฟฟ้า จำนวน 1 คัน โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.6.1 สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 1.5 ตัน
  - 2.6.2 สามารถยกแชนด์ลิฟท์สูงสุด 1,500 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- 2.7 เครื่องเชื่อมสำหรับเซลล์แบตเตอรี่แบบเลเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 2.7.1 เป็นเครื่องเชื่อมสำหรับเซลล์แบตเตอรี่
  - 2.7.2 รองรับการเชื่อมแบบ Spot, Butt, Overlap, Seal เป็นอย่างน้อย
  - 2.7.3 รองรับการเชื่อมแผ่นอลูมิเนียม ขนาด 2.5 มิลลิเมตร หรือแผ่นทองแดง ขนาด 1.5 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
  - 2.7.4 เป็นเครื่องเชื่อมแบบ Three-Axis Linkage หรือดีกว่า
  - 2.7.5 มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2000W
  - 2.7.6 มีระบบระบายความร้อนของเครื่อง (Cooling)
  - 2.7.7 สามารถใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้
  - 2.7.8 อุปกรณ์ประกอบ
    - 2.7.8.1 แม่สและแป้นพิมพ์ จำนวน 1 ชุด
    - 2.7.8.2 สายเชื่อมต่อการสื่อสาร จำนวน 1 ชุด
    - 2.7.8.3 Protective lens จำนวน 4 ชิ้น
    - 2.7.8.4 Welding tool for soft pack batteries จำนวน 1 ชิ้น
- 2.8 เครื่องควบคุมอุณหภูมิหัวแร้งสำหรับบัดกรี มีช่วงอุณหภูมิใช้งาน 200 ถึง 450°C จำนวน 1 เครื่อง
- 2.9 ถุงมือป้องกันแรงดันไฟฟ้า รองรับมาตรฐาน ASTM จำนวน 10 คู่
- 2.10 ถังดับเพลิงเคมี สูตรน้ำ จำนวน 6 ถัง
- 2.10.1 มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 10 ปอนด์
  - 2.10.2 รองรับมาตรฐานประสิทธิภาพในการดับไฟ Class A, B, C, D เป็นอย่างน้อย
- 2.11 อุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงานยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย
- 2.11.1 ทางปลา 2 ชั้น เบอร์ 25 จำนวน 50 ชิ้น
  - 2.11.2 ทางปลา 2 ชั้น เบอร์ 35 จำนวน 50 ชิ้น
  - 2.11.3 ทางปลา 2 ชั้น เบอร์ 50 จำนวน 50 ชิ้น
  - 2.11.4 ทางปลา 2 ชั้น เบอร์ 70 จำนวน 50 ชิ้น
  - 2.11.5 High Voltage Power Bolt (HVPT) Connector 2 Positions เบอร์ 50 จำนวน 5 ชิ้น



2.11.6 High Voltage Shielded Cable 1500V 200A หรือมากกว่า ขนาด 50mm<sup>2</sup> มีความยาว 10 เมตร จำนวน 1 เส้น

2.12 หน้าจอแสดงผลสำหรับการเรียนการสอน จำนวน 3 ชุด โดยมีรายละเอียดต่อชุดดังนี้

2.12.1 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 75 นิ้ว หรือมากกว่า

2.12.2 มีค่าความละเอียดของหน้าจอขนาด 3,840 x 2160 หรือดีกว่า

2.12.3 มีอัตรา Refresh Rate 50Hz หรือมากกว่า

2.12.4 รองรับมาตรฐานการแสดงผล HDR10+ หรือ HDR

2.12.5 รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth

2.12.6 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.12.7 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.12.8 มีขาตั้งสำหรับติดตั้งหน้าจอแสดงผลทำจากวัสดุที่แข็งแรง จำนวน 1 ชุด

2.13 เครื่องฉายภาพสำหรับบริการทางด้านชุมชน จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.13.1 เป็นอุปกรณ์ฉายภาพที่มีค่าความละเอียด 1280 x 800 WXGA หรือดีกว่า

2.13.2 มีค่าความสว่าง 5,000 (ANSI Lumens) หรือมากกว่า

2.13.3 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.13.4 มีช่องสัญญาณ Audio Out จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.13.5 สามารถใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยได้

2.13.6 สาย HDMI to HDMI ความยาว 5 เมตร จำนวน 1 เส้น

2.13.7 มี HDMI Dongle จำนวน 1 ชิ้น

รายการที่ 6 ชุดตัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับถอดประกอบ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

เป็นชุดสำหรับถอดประกอบยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อตัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าโดยที่สามารถเรียนรู้ขั้นตอนการถอดประกอบ และศึกษาขั้นตอนการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ของยานยนต์ไฟฟ้า

2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

2.1 ชุดควบคุมการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

2.1.1 มีหน่วยประมวลผล Infineon Aurix หรือดีกว่า

2.1.2 สามารถรองรับการสื่อสารแบบ CAN Buses และมีค่า Clock Speed ไม่น้อยกว่า 300MHz หรือมากกว่า

2.1.3 รองรับมาตรฐานการป้องกัน IP67 หรือดีกว่า

2.1.4 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ -40 ถึง 100°C หรือดีกว่า



- 2.1.5 สามารถใช้งานร่วมกับแรงดันไฟฟ้าอยู่ในระหว่างช่วง 8 – 16V หรือมากกว่า
- 2.1.6 มีซอฟต์แวร์สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์การควบคุมที่ใช้งานร่วมกับชุดควบคุมการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า
- 2.1.7 มีช่องสัญญาณสำหรับอนาล็อกอินพุต จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า
- 2.1.8 มีช่องสัญญาณสำหรับดิจิทัลอินพุต จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า
- 2.2 ชุดอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
  - 2.2.1 มี Supply Voltage สูงสุด 400V หรือมากกว่า
  - 2.2.2 มี Output Voltage สูงสุด 3x260 V หรือมากกว่า
  - 2.2.3 สามารถรองรับ Continuous power สูงสุด ไม่น้อยกว่า 75 kVA หรือมากกว่า
  - 2.2.4 มีค่า Peak current สูงสุด ไม่น้อยกว่า 400 A หรือดีกว่า
  - 2.2.5 มีค่า Clock frequency อยู่ในช่วง 8-16 kHz หรือดีกว่า
  - 2.2.6 มี DC link capacity 320  $\mu$ F หรือดีกว่า
  - 2.2.7 ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตรองรับแรงดันไฟฟ้า  $\pm 10V$  และกระแสไฟฟ้า 0.005A หรือดีกว่า
  - 2.2.8 สามารถรองรับการสื่อสารแบบ CAN หรือ RS232
  - 2.2.9 รองรับมาตรฐาน IP 65 หรือดีกว่า
  - 2.2.10 มีค่า Overvoltage 400V และ 700V DC  $\pm 10\%$  หรือดีกว่า
  - 2.2.11 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ -30 ถึง +85 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 2.3 ชุดหน่วยการจัดการแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - 2.3.1 ชุดหน่วยโมดูลแบตเตอรี่ จำนวน 9 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
    - 2.3.1.1 รองรับเซลล์แบตเตอรี่ 4-14 เซลล์ หรือมากกว่า
    - 2.3.1.2 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า 0.5 ถึง 4.3 โวลต์ หรือดีกว่า และมีค่าความแม่นยำ (Accuracy)  $\pm 2$  mV หรือดีกว่า
    - 2.3.1.3 มีขาเข้า NTC ไม่น้อยกว่า 4 channels หรือมากกว่า
    - 2.3.1.4 มีการสื่อสาร Interface แบบ Isolated CAN BUS เป็นอย่างน้อย
  - 2.3.2 ชุดหน่วยควบคุมแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
    - 2.3.2.1 สามารถวัดกระแสด้วย R-shunt และ SOC calculation
    - 2.3.2.2 รองรับแรงดันไม่น้อยกว่า 900 โวลต์ หรือมากกว่า สำหรับ pack, load plus, and load minus และมีช่องแรงดัน ไม่น้อยกว่า 3 channels หรือมากกว่า
    - 2.3.2.3 มีการควบคุมคอนแทกเตอร์ (Contactor Control) ไม่น้อยกว่า 8 channels หรือมากกว่า
    - 2.3.2.4 มีการควบคุมการชาร์จ (Charging Control) CCS2 AC Mode J1772 หรือดีกว่า





2.3.2.5 มีโหมดการทำงาน Standalone, VCU control, HMI control เป็นอย่างน้อย

2.3.2.6 มีการสื่อสาร Interface แบบ Isolated CAN BUS to BMU, VCU, and charging system (OBC, DC/DC), RS232 interface to HMI เป็นอย่างน้อย

2.4 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด

2.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้าชนิด Axial flux Permanent Magnet Synchronous

2.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อนมีระบบการระบายความร้อนด้วย น้ำ และ อากาศ หรือดีกว่า

2.4.2 รองรับมาตรฐาน IP21 หรือดีกว่า

2.4.3 มี Motor Connection Type แบบ U/V/W หรือ 2x U/V/W

2.4.4 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 600V หรือมากกว่า (สำหรับ Peak Power)

2.4.5 สามารถรองรับกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Power S2 2min) 124kW ที่ 5500 RPM หรือดีกว่า

2.4.6 สามารถรองรับกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Continuous) 70kW หรือมากกว่า

2.4.5 สามารถรองรับแรงบิดสูงสุด (Peak) 200Nm หรือมากกว่า

2.4.6 สามารถรองรับแรงบิดต่อเนื่อง (Continuous) 130Nm หรือมากกว่า

2.4.7 มีค่า Rotation speed (RPM) สูงสุดไม่น้อยกว่า 6000RPM หรือมากกว่า

2.4.8 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 50 ถึง 800V หรือมากกว่า

2.4.9 มีเซ็นเซอร์สำหรับระบุตำแหน่งแบบ Resolver หรือ Encoder

2.4.10 สามารถรองรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องสูงสุด 180Arms หรือมากกว่า

2.4.11 มีเซ็นเซอร์สำหรับการวัดอุณหภูมิที่ Stator Winding

2.5 เซลล์แบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 90 เซลล์

2.5.1 เซลล์แบตเตอรี่มีค่าแรงดันไฟฟ้า 3.2V หรือมากกว่า และ 22Ah หรือมากกว่า

2.5.2 เซลล์แบตเตอรี่ประเภท LiFePO4 หรือ Li-ion แบบ Prismatic หรือ NMC หรือดีกว่า

รายการที่ 7 ชุดดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับถอดประกอบทางด้านการศึกษา จำนวน 1 ชุด

โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

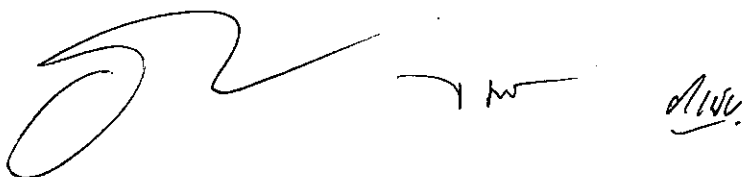
เป็นชุดสำหรับถอดประกอบยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการศึกษา หรือดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้า และศึกษาขั้นตอนการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ของยานยนต์ไฟฟ้า

2. รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค

2.1 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าทางด้านอินพุตไม่น้อยกว่า 270 VDC หรือมากกว่า

2.1.2 มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 40kW หรือมากกว่า



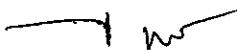
- 2.1.3 สามารถรองรับแรงบิดสูงสุด 170Nm หรือมากกว่า
- 2.1.4 มีอัตราความเร็วรอบ (Peak Speed) ของมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 6,000 RPM หรือมากกว่า
- 2.1.5 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิสูงสุด 60 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า
- 2.1.6 มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
- 2.1.7 มีอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าได้
- 2.2 ชุดควบคุมการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - 2.2.1 มีหน่วยประมวลผลจำนวนแกนไม่น้อยกว่า 2 Cores
  - 2.2.2 มีสัญญาณนาฬิกา (Clock Speed) 300MHz หรือมากกว่า
  - 2.2.3 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิสูงสุด 100 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า
  - 2.2.4 รองรับ Operating Voltage สูงสุด 16V
  - 2.2.5 รองรับการสื่อสารมาตรฐาน CAN BUS
  - 2.2.6 รองรับมาตรฐานการป้องกัน IP67 หรือดีกว่า
- 2.3 ชุดแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - 2.3.1 เป็นชุดแบตเตอรี่แพ็ค ชนิด LiFePO4 หรือ Li-ion แบบ Prismatic หรือ NMC หรือดีกว่า
  - 2.3.2 มีแรงดันไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 280V DC หรือมากกว่า
  - 2.3.3 มีค่า Battery Capacity ไม่น้อยกว่า 10kWh หรือมากกว่า
  - 2.3.4 มี Battery Management System (BMS) มาพร้อมกับแบตเตอรี่

รายละเอียดอื่น ๆ

- มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลา ไม่น้อยกว่า 1 ปี นับตั้งแต่มีการตรวจรับครุภัณฑ์
- ภายหลังจากการส่งมอบและตรวจรับสินค้าแล้ว ผู้ขายต้องอบรมการใช้งานให้กับผู้ใช้งานจนสามารถใช้งานได้อย่างครอบคลุมและถูกต้อง ภายในระยะเวลา 30 วัน โดยผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด
- กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ไม่เกินกว่า 120 วัน



ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ภาคภูมิ ศรีธรรมริน)



กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไทร คกระนันท์)



กรรมการ  
(นายภูวนัย ปาลกะเชนทร์)