

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติสมัยใหม่ด้วยระบบ Auto Pilot อัจฉริยะเพื่อเข้าสู่ Net Zero Emission

2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

3. รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติสมัยใหม่ด้วยระบบ Auto Pilot อัจฉริยะเพื่อเข้าสู่ Net Zero Emission จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

3.1 สถานีปฏิบัติการจำลองระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี โดยมีรายละเอียดประกอบดังนี้

3.1.1 โครงสร้างและตัวถังรถ (chassis platform) จำนวน 1 ชุด

3.1.2 อุปกรณ์ตรวจจับและตัวแสดงผลที่รองรับการใช้งานฟังก์ชันแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

3.1.3 โปรแกรมลิขสิทธิ์สำเร็จรูปสำหรับควบคุมการทำงานอัจฉริยะ จำนวน 1 โปรแกรม

3.1.4 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

3.1.5 รีโมทชุดควบคุมระยะไกล จำนวน 1 ชุด

3.2 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้การจัดการระบบ LIDAR ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดประกอบดังนี้

3.2.1 โต๊ะปฏิบัติงานขนาดไม่น้อยกว่า 2000×1000×900 มิลลิเมตร จำนวน 1 โต๊ะ

3.3 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้การจัดการระบบ RADAR ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี

3.4 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้การจำลองการควบคุมทางไกลของยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดประกอบดังนี้

3.4.1 จอภาพระบบสัมผัส ขนาด 55 นิ้ว จำนวน 1 จอ

3.4.2 โต๊ะปฏิบัติงานขนาดไม่น้อยกว่า 1800×1000×900 มิลลิเมตร จำนวน 1 โต๊ะ

3.4.3 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง

3.5 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมอุปกรณ์ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดประกอบดังนี้

3.5.1 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

3.5.2 ชุดขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วยประสาทเทียมเชื่อมต่อคลื่นสมองสำหรับสั่งการขับเคลื่อนของมอเตอร์ จำนวน 2 ชุด

3.5.3 มีชุดควบคุมระบบประมวลผล จำนวน 2 ชุด

3.5.4 จอแสดงผลสถานะแบบสัมผัส ขนาด 7 นิ้ว จำนวน 1 ชุด

3.6 ชุดปฏิบัติการขับเคลื่อนเพื่อการทดสอบการขับเคลื่อนระบบอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดประกอบดังนี้

- 3.6.1 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบแบตเตอรี่แรงดันสูง จำนวน 1 สถานี
- 3.6.2 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบเบรกยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี
- 3.6.3 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี
- 3.6.4 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 1 สถานี
- 3.6.5 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบบังคับเลี้ยวในรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี
- 3.6.6 ระบบบริหารจัดการศูนย์บริการยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ
- 3.6.7 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ทดสอบระบบการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด
- 3.6.8 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้เครื่องมือวัดทดสอบระบบส่งกำลังจำลองการขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด
- 3.6.9 จอแสดงผลขนาด 19 นิ้วแบบสัมผัส จำนวน 1 จอ
- 3.7 ชุดทดลองการพาความร้อนแบบอิสระและบังคับจำลองกระบวนการของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 3.8 ชุดปฏิบัติการจำลองและเขียนคำสั่งควบคุมรถขับเคลื่อนอัตโนมัติ จำนวน 10 ชุด
- 3.9 เครื่องทดสอบสมรรถนะรถมอเตอร์ไซด์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

##### 4.1 สถานีปฏิบัติการจำลองระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี โดยมีรายละเอียดประกอบดังนี้

- 4.1.1. โครงสร้างและตัวถังรถ (chassis platform) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.1.1.1 มีโปรแกรมเทคโนโลยีการควบคุมระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติด้วยระบบไฟฟ้าที่สามารถรองรับชุดประมวลผล ROS, MATLAB, SIMULINK หรือดีกว่า
  - 4.1.1.2 มีระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Drive-By-Wire) ในการควบคุมขับเคลื่อนแบบไร้คนขับ
  - 4.1.1.3 มีโหมดช่วยจอดรถอัตโนมัติความเร็วต่ำและโหมดช่วยเหลือการสตาร์ท หรือออกตัวสำหรับพื้นที่ลาดชัน
  - 4.1.1.4 มีระบบความปลอดภัย เช่น การลดความเร็วเมื่อเกิดข้อผิดพลาด และ Emergency Stop
  - 4.1.1.5 รองรับการติดต่อสื่อสารและการส่งต่อข้อมูลแบบ CAN protocol interface หรือดีกว่า
  - 4.1.1.6 มีระบบ ACC ช่วยควบคุมความเร็วของรถโดยอัตโนมัติโดยปรับความเร็วให้เหมาะสมกับรถที่ขับข้างหน้า เพื่อรักษาระยะห่างที่ปลอดภัย
  - 4.1.1.7 Autosteer ช่วยในการควบคุมทิศทางของรถบนทางหลวง ระบบสามารถจัดการการเลี้ยวและการเข้าเส้นทางโดยอัตโนมัติ
  - 4.1.1.8 มีระบบนำทางบน Autopilot ช่วยในการเลี้ยว, เปลี่ยนช่องทาง

- 4.1.1.9 ระบบสามารถจำแนกสัญญาณไฟจราจรและป้ายจำกัดความเร็ว, และจัดการเมื่อมีสัญญาณไฟและป้ายจำกัดความเร็ว
- 4.1.1.10 ระยะเวลาในการทำงานต่อเนื่องต่อครั้ง ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
- 4.1.1.11 สามารถเชื่อมต่อกับระบบ IIoT ผ่านโปรโตคอล OPC UA ตามมาตรฐาน IEC62541 ได้ หรือดีกว่า
- 4.1.1.12 ความแม่นยำในการเคลื่อนที่ไม่เกิน  $\pm 50$  มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า
- 4.1.1.13 มีช่องต่อสัญญาณแบบ HDMI, Internet, USB, Power Source(DC 24V หรือ 48V) และ Digital 6 Input/ 6 Output หรือมากกว่านั้น
- 4.1.1.14 สามารถเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ WIFI หรือดีกว่า
- 4.1.1.15 มีสวิตช์ฉุกเฉินซึ่งทำงานตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้
  - 4.1.1.15.1 เมื่อสวิตช์ฉุกเฉินถูกกด ระบบหยุดฉุกเฉินของยานยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติจะทำงาน
  - 4.1.1.15.2 เมื่อสวิตช์ฉุกเฉินถูกกด สัญญาณไฟฉุกเฉินของยานยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติจะทำงาน
- 4.1.1.16 สามารถเคลื่อนที่โดยไม่อาศัยการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์
- 4.1.1.17 ควบคุมได้ 2 กรณี คือ การควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยจอยสติค และการควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านเว็บเบราว์เซอร์
- 4.1.1.18 มีสวิตช์สำหรับเปิด-ปิดการทำงานของยานยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
- 4.1.1.19 มีระบบเข้าแท่นชาร์จอัตโนมัติ
- 4.1.1.20 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.1.1.21 มีอุปกรณ์นำทางและส่งสัญญาณด้วยดาวเทียมแบบ Real time (GNSS) สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบ RTK หรือดีกว่า
- 4.1.1.22 มีอุปกรณ์การเชื่อมต่อการสื่อสารแบบ PCI-CAN หรือดีกว่า
- 4.1.1.23 มีอุปกรณ์ตรวจวัดความเคลื่อนไหวภายใน (IMU) รองรับชุดคำสั่ง ROS หรือดีกว่า
- 4.1.1.24 ผู้ใช้สามารถนั่งบนระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 1 คน
- 4.1.1.25 สามารถรับน้ำหนักในการบรรทุกสูงสุดไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม และลากจูงไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัม
- 4.1.1.26 มีระบบ IMU (Inertial measurement unit) ในตัว
- 4.1.1.27 สามารถตรวจจับวัตถุ หรือสิ่งกีดขวางได้หรือดีกว่า

- 4.1.2 อุปกรณ์ตรวจจับและตัวแสดงผลที่รองรับการใช้งานฟังก์ชันแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.2.1 มีกล้องบันทึกภาพโดยมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1440\*1080 pixel และรองรับการสื่อสาร POE interface หรือดีกว่า
- 4.1.2.2 ระบบตรวจจับความปลอดภัย มี Lidar Scanner จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง ซึ่งมีคุณสมบัติและสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้
- มีองศาการสแกนได้ไม่น้อยกว่า 275 องศา และมีความละเอียดไม่เกิน 0.17 องศา
  - สามารถใช้งานได้กับแหล่งจ่ายไฟ 24 VDC
  - มี Light source เป็นแบบ Pulsed laser diode
  - การตรวจจับสิ่งกีดขวางของเซ็นเซอร์บริเวณด้านหน้ายานยนต์จะมีการกำหนดระยะในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง
- 4.1.3 โปรแกรมลิขสิทธิ์สำเร็จรูปสำหรับควบคุมการทำงานอัจฉริยะ จำนวน 1 โปรแกรม มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้
- 4.1.3.1 สามารถบันทึก และแก้ไขแผนที่ของการใช้งานได้
- 4.1.3.2 สามารถสร้างสิ่งกีดขวางจำลอง เพื่อใช้กำหนดเส้นทางในการทดสอบการขับเคลื่อนอัตโนมัติได้
- 4.1.3.3 สามารถกำหนดพิกัด สำหรับการทำงานได้
- 4.1.3.4 มีการเชื่อมต่อ ในรูปแบบของ OPC Unified Architecture (OPC UA)
- 4.1.3.5 สามารถแสดงสถานะ การทำงานของระบบได้
- 4.1.3.6 สามารถ เพิ่ม-ลด พิกัด ในการทำงาน ได้
- 4.1.3.7 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ด้วยตนเอง
- 4.1.4 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.4.1 เป็นเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวน มาพร้อมฟังก์ชันในการวัดข้อมูล และสามารถส่งข้อมูลได้แบบไร้สาย เมื่อใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีระบบในการแจ้งผลลัพธ์ของการทดสอบให้กับผู้ใช้งาน รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้
- 4.1.4.2 มีย่านการวัดไม่น้อยกว่า 5 ย่านการวัด
- 4.1.4.3 มีช่วงแรงดันในการทดสอบ (Testing Voltage (DC)) ได้แก่ 50 V, 125 V, 250 V, 500 V และ 1000 V หรือ ดีกว่า

- 4.1.4.4 มีการแสดงผลค่าความต้านทานความเป็นฉนวนได้สูงสุดตามช่วงการจ่ายแรงดันทดสอบ (Effective maximum indicated value) อยู่ที่ 100 MΩ (50 V), 250 MΩ (125 V), 500 MΩ (250 V), 2000 MΩ (500 V) และ 4000 MΩ (1000 V) หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.5 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบบกระแสตรง (DC Voltage) และ กระแสสลับ (AC Voltage) ได้สูงสุดที่ 600 V หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.6 มีความสามารถในการตอบสนองผลลัพธ์ของการวัด (Comparator decision response time) ในเวลาเร็วที่สุดไม่น้อยกว่า 0.3 วินาที
- 4.1.4.7 มีความสามารถในการปิดเครื่องเพื่อประหยัดพลังงานโดยอัตโนมัติ (AUTO power save) หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.8 มีความสามารถในการปรับย่านการวัดโดยอัตโนมัติ (AUTO range) หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.9 มีความสามารถในการคงค่าการวัดได้ (Data hold) หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.10 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่าน Bluetooth communication หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.1.4.11 สามารถแสดงผลการวัดค่าทางไฟฟ้าได้ในรูปแบบ Bar graph หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.12 มีไฟหลังหน้าจอ (Back light) หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.1.4.13 มีค่ามาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า (Safety standard category) อยู่ที่ CAT III 600 V หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.14 รองรับมาตรฐาน CE หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.15 มีระดับการป้องกันฝุ่น และ น้ำ ได้ในระดับ IP40 หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.16 รองรับการตกกระแทกจากที่สูงได้ (Drop proof) หรือ ดีกว่า
- 4.1.4.17 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้แบบไร้สาย โดยสามารถใส่ข้อมูลการวัดลงในโปรแกรม Excel หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน (Transport to the Excel file)
- 4.1.4.18 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ตได้แบบไร้สาย โดยสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบรายงานชนิด PDF report, ข้อมูลไฟล์ CSV measurement data และ ข้อมูลภาพชนิด JPG Image data หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.1.4.19 มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
  - 4.1.4.19.1 มีสายวัด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

- 4.1.4.19.2 มีหัววัดชนิดปากคิ๊บ (Alligator clip) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.1.4.19.3 มีหัววัดชนิดปลายแหลม (Test pin) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.1.4.19.4 มีสายคล้องคอ (Neck strap) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.1.4.19.5 มีคู่มือสอนการใช้งาน (Instruction manual) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.1.4.20 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.1.5 รีโมทชุดควบคุมระยะไกล จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.1.5.1 ช่วงระยะส่งสัญญาณคลื่นความถี่ไม่น้อยกว่า 400 MHz
  - 4.1.5.2 ระยะทางการควบคุมของรีโมท ไม่น้อยกว่า 300 เมตร
  - 4.1.5.3 ระยะการควบคุมที่ขยายได้ไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร
  - 4.1.5.4 การควบคุมการเร่งความเร็วและการชะลอตัว 0-1024 การควบคุมแบบทางเดียว (Joystick Control) หรือมากกว่า
  - 4.1.5.5 การควบคุมเบรก 0-1024 ควบคุมแบบทางเดียว (Joystick Control) หรือดีกว่า
  - 4.1.5.6 การควบคุมการบังคับเลี้ยว -1024 ถึง 1024 ควบคุมแบบสองทิศทาง (Joystick Control) หรือดีกว่า
  - 4.1.5.7 ระบบเกียร์ การควบคุมแบบ D,N,R หรือดีกว่า
  - 4.1.5.8 ระบบสามารถรักษาตำแหน่งในเลนของทางหลวงโดยใช้เทคโนโลยีควบคุมรถแบบเลนคิปปิ้ง (lane-keeping system)
  - 4.1.5.9 สามารถใช้งานได้บนทางหลวงที่มีการจราจรที่เรียบ ๆ และอยู่ในเขตที่ได้รับการสนับสนุนจากระบบ GPS และแผนที่ที่ได้รับการอัปเดตล่าสุด
  - 4.1.5.10 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา

#### 4.2 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้การจัดการระบบ LIDAR ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดประกอบดังนี้

- 4.2.1 สามารถเรียนรู้แพลตฟอร์มการฝึกอบรม LIDAR ประกอบด้วย LIDAR 16line- LIDAR, LIDAR แบบโซลิต-สเตต, และ LIDAR แบบเดี่ยว(Single-line lidar)
- 4.2.2 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจุดคลาวด์และการวิเคราะห์หลักการของ LIDAR ทั้ง 3 ประเภทได้
- 4.2.3 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเป้าหมายของ LIDAR ได้

- 4.2.4 มีการติดตั้งสไลด์ไฟฟ้าที่สามารถควบคุมได้ทั้งแกน X และ Y เพื่อจำลองสถานะของ LIDAR ในการทำงานจริงผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ
- 4.2.5 สามารถมองเห็นไดอะแกรมหลักการทำงานของ LIDAR ได้อย่างชัดเจนผ่านแผ่นอะคริลิกใส
- 4.2.6 มีชุดแผงทดสอบ สำหรับวัดค่าการทำงาน
- 4.2.7 มีซอฟต์แวร์จำลองเสมือนจริงแสดงโครงสร้างของแบตเตอรี่
- 4.2.8 มีการแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและอุณหภูมิของแบตเตอรี่
- 4.2.9 มีท่อระบายความร้อนของแบตเตอรี่
- 4.2.10 มีชุด DC-DC สำหรับแปลงไฟฟ้า
- 4.2.11 มีพอร์ตสำหรับชาร์จไฟ
- 4.2.12 มีคู่มือการฝึกอบรมผลิตภัณฑ์, วิดีโอการสอน, ระบบคอร์สการฝึกอบรม LIDAR ผ่านระบบ การตั้งค่าและการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ด้วยระบบ IoT 4G/WIFI ที่สามารถใช้ตั้งค่าข้อบกพร่อง และเก็บข้อมูลสำหรับจุดตรวจวัดของ LIDAR ได้
- 4.2.13 โต๊ะปฏิบัติงานขนาดไม่น้อยกว่า 2000×1000×900 มิลลิเมตร โครงสร้างหลักทำจากเหล็กพ่น สีฝุ่นอุตสาหกรรมหรืออลูมิเนียมโพรไฟล์แบบสี่เหลี่ยมขนาดไม่น้อยกว่า 40 มม. หน้าท็อปโต๊ะ ทำจากไม้หรือเหล็กที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 5 มม.

#### 4.3 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้การจัดการระบบ RADAR ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี มี รายละเอียดประกอบดังนี้

- 4.3.1 เป็นแพลตฟอร์มการฝึกอบรมที่มีเรดาร์อัลตราโซนิกทางเสียง จำนวน 8 ตัว, คอนโทรลเลอร์ สำหรับการชนที่ความเร็วต่ำ, เซนเซอร์เรดาร์อัลตราโซนิกทางมิลลิเมตร และ CAN Analyzer
- 4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลของข้อมูลอุปสรรคที่ถูกสแกนด้วยมิลลิเมตรอัลตราโซนิกเรดาร์ มี รายละเอียดดังนี้
  - 4.3.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับอุปสรรคโดยใช้มิลลิเมตรอัลตราโซนิกเรดาร์
  - 4.3.2.2 สามารถประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับระบบการนำทางหรือ ความปลอดภัยในการขับขี่
- 4.3.3 การวิเคราะห์ระบบพิกัดของอุปสรรคที่ถูกสแกนด้วยมิลลิเมตรอัลตราโซนิกเรดาร์ มี รายละเอียดดังนี้
  - 4.3.3.1 การศึกษาระบบพิกัดของอุปสรรคที่ได้จากการสแกนของมิลลิเมตรอัลตราโซนิก เรดาร์
  - 4.3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเข้าใจโครงสร้างและตำแหน่งของอุปสรรค
- 4.3.4 การประมวลผลข้อมูลของเรดาร์อัลตราโซนิก มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.3.4.1 มีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเรดาร์อัลตราโซนิก
  - 4.3.4.2 มีการประมวลผลข้อมูลเพื่อหาข้อมูลที่ใช้ในระบบการนำทางหรือความปลอดภัยใน การขับขี่

- 4.3.5 สามารถจัดกลุ่มวัตถุ, จำแนกแยกวัตถุ, และสามารถปรับความไวในการตรวจจับวัตถุตามเงื่อนไขสภาพแวดล้อม
- 4.3.6 มีการฝึกอบรมในการติดตั้งและปรับแต่งระบบเรดาร์อัลตราโซนิกและระบบเรดาร์อัลตราโซนิกทางเสียง
- 4.4 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้การจำลองการควบคุมทางไกลของยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดประกอบดังนี้**
- 4.4.1 จอภาพระบบสัมผัส ขนาด 55 นิ้ว จำนวน 1 จอ มีรายละเอียดดังนี้
- 4.4.1.1 จอมีขนาดไม่น้อยกว่า 55 นิ้ว
- 4.4.1.2 เป็นจอแบบ LED หรือดีกว่า ระบบ Touch แบบ built in sensor ระบบ IR Technology หรือดีกว่า
- 4.4.1.3 ความละเอียดของจอแสดงผลไม่น้อยกว่าระดับ 4K ( 3840 x 2160 Pixel)
- 4.4.1.4 รองรับการใช้งานของจอ ต่อเนื่องมากกว่า 16 ชั่วโมง / วัน เป็นอย่างน้อย
- 4.4.1.5 อายุการใช้งาน หลอด BACKLIGHT ไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- 4.4.1.6 กระจกหน้าจอบนแข็งระดับ 7H หน้าจอกระจกมีความหนาไม่น้อยกว่า 4MM
- 4.4.1.7 ความสว่างไม่น้อยกว่า 400 cd/m<sup>2</sup>
- 4.4.1.8 มีระบบปรับความสว่างอัตโนมัติ (Auto Backlight) หรือดีกว่า
- 4.4.1.9 มีระบบปฏิบัติการ Android มีชุดประมวลผลไม่น้อยกว่า QUAD CORE, 3GB RAM, 16GB ROM
- 4.4.1.10 มีช่องสัญญาณเข้า (INPUT) ในการเชื่อมต่อ ดังนี้
- 4.4.1.10.1 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 4.4.1.10.2 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.4.1.10.3 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ DP ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.10.4 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ VGA ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.10.5 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ PC Audio ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.10.6 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ RS232 (Serial Port) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.10.7 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ RJ45 (Network Port) ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.4.1.10.8 รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi
- 4.4.1.11 มีช่องต่อสัญญาณออก (OUTPUT) ในการเชื่อมต่อ ดังนี้
- 4.4.1.11.1 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ HDMI OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.11.2 สามารถเลือกความละเอียดของ HDMI Out เป็น 1920x1080p หรือ 3840x2160p

- 4.4.1.11.3 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ Audio Out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.11.4 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ SPDIF (Optical) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.1.11.5 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ TOUCH USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.4.1.12 รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณ WIFI in ได้ หรือดีกว่า
- 4.4.1.13 รองรับการปล่อยสัญญาณแบบ hot-spot ได้ทั้งคลื่นความถี่ 2.4GHz และ 5GHz.
- 4.4.1.14 ลำโพงในตัวเครื่องจำนวน 2 ตัว ไม่น้อยกว่า 15 W + 15 W
- 4.4.1.15 รองรับกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 220V AC, 50/60HZ
- 4.4.2 โต๊ะปฏิบัติงานขนาดไม่น้อยกว่า 1800×1000×900 มิลลิเมตร จำนวน 1 โต๊ะ
- 4.4.3 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.4.3.1 เป็นเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวน มาพร้อมฟังก์ชันในการวัดข้อมูล และสามารถส่งข้อมูลได้แบบไร้สาย เมื่อใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ทำให้มีความสะดวกในการทำงาน นอกจากนี้ยังมีระบบในการแจ้งผลลัพธ์ของการทดสอบให้กับผู้ใช้งาน รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้
  - 4.4.3.2 มีย่านการวัดไม่น้อยกว่า 5 ย่านการวัด
  - 4.4.3.3 มีช่วงแรงดันในการทดสอบ (Testing Voltage (DC)) ได้แก่ 50 V, 125 V, 250 V, 500 V และ 1000 V หรือ ดีกว่า
  - 4.4.3.4 มีการแสดงผลค่าความต้านทานความเป็นฉนวนได้สูงสุดตามช่วงการจ่ายแรงดันทดสอบ (Effective maximum indicated value) อยู่ที่ 100 MΩ (50 V), 250 MΩ (125 V), 500 MΩ (250 V), 2000 MΩ (500 V) และ 4000 MΩ (1000 V) หรือ ดีกว่า
  - 4.4.3.5 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบบกระแสตรง (DC Voltage) และ กระแสสลับ (AC Voltage) ได้สูงสุดที่ 600 V หรือ ดีกว่า
  - 4.4.3.6 มีความสามารถในการตอบสนองผลลัพธ์ของการวัด (Comparator decision response time) ในเวลาเร็วที่สุดไม่น้อยกว่า 0.3 วินาที
  - 4.4.3.7 มีความสามารถในการปิดเครื่องเพื่อประหยัดพลังงานโดยอัตโนมัติ (AUTO power save) หรือ ดีกว่า
  - 4.4.3.8 มีความสามารถในการปรับย่านการวัดโดยอัตโนมัติ (AUTO range) หรือ ดีกว่า
  - 4.4.3.9 มีความสามารถในการคงค่าการวัดได้ (Data hold) หรือ ดีกว่า
  - 4.4.3.10 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่าน Bluetooth communication หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการทำงาน

- 4.4.3.11 สามารถแสดงผลการวัดค่าทางไฟฟ้าได้ในรูปแบบ Bar graph หรือ ดีกว่า
- 4.4.3.12 มีไฟหลังหน้าจอ (Back light) หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.4.3.13 มีค่ามาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า (Safety standard category) อยู่ที่ CAT III 600 V หรือ ดีกว่า
- 4.4.3.14 รองรับมาตรฐาน CE หรือ ดีกว่า
- 4.4.3.15 มีระดับการป้องกันฝุ่น และ น้ำ ได้ในระดับ IP40 หรือ ดีกว่า
- 4.4.3.16 รองรับการตกกระแทกจากที่สูงได้ (Drop proof) หรือ ดีกว่า
- 4.4.3.17 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้แบบไร้สาย โดยสามารถใส่ข้อมูลการวัดลงในโปรแกรม Excel หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน (Transport to the Excel file)
- 4.4.3.18 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์สมาร์ทโฟน หรือ แทปเล็ตได้แบบไร้สาย โดยสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบรายงานชนิด PDF report, ข้อมูลไฟล์ CSV measurement data และ ข้อมูลภาพชนิด JPG Image data หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.4.3.19 มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
  - 4.4.3.19.1 มีสายวัด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.4.3.19.2 มีหัววัดชนิดปากคีบ (Alligator clip) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.4.3.19.3 มีหัววัดชนิดปลายแหลม (Test pin) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.4.3.19.4 มีสายคล้องคอ (Neck strap) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.4.3.19.5 มีคู่มือสอนการใช้งาน (Instruction manual) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.4.3.20 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา

#### 4.5 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมอุปกรณ์ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดประกอบดังนี้

- 4.5.1 เป็นชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมอุปกรณ์ของยานยนต์ไฟฟ้าอัตโนมัติทำงานโดยใช้การประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์และกล้องต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) และการประมวลผลภาพ (Computer Vision) ซึ่งช่วยให้รถยนต์สามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างอัตโนมัติ
- 4.5.2 ระบบจะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์และกล้องเพื่อสร้างแผนที่

- 4.5.3 ระบบสามารถรู้จักและจำแนกวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏบนทางขับชี
- 4.5.4 ระบบใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบลึก (Deep Neural Networks) เพื่อฝึกให้ระบบรู้จักและตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมอย่างอัตโนมัติ
- 4.5.5 แรงดันไฟในการทำงาน 12 โวลต์
- 4.5.6 มีระบบควบคุมการเลื่อนกระจก
- 4.5.7 มีระบบการล็อคประตู
- 4.5.8 มีเบาะนั่งผู้โดยสารแบบเห็นโครงสร้าง
- 4.5.9 มีไฟท้ายด้านขวาและด้านซ้าย
- 4.5.10 มีจุดต่อสำหรับวัดทดสอบสัญญาณทางไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5 จุด
- 4.5.11 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.5.11.1 เป็นเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวน มาพร้อมฟังก์ชันในการวัดข้อมูล และสามารถส่งข้อมูลได้แบบไร้สาย เมื่อใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีระบบในการแจ้งผลลัพธ์ของการทดสอบให้กับผู้ใช้งาน รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้
  - 4.5.11.2 มีย่านการวัดไม่น้อยกว่า 5 ย่านการวัด
  - 4.5.11.3 มีช่วงแรงดันในการทดสอบ (Testing Voltage (DC)) ได้แก่ 50 V, 125 V, 250 V, 500 V และ 1000 V หรือ ดีกว่า
  - 4.5.11.4 มีการแสดงผลค่าความต้านทานความเป็นฉนวนได้สูงสุดตามช่วงการจ่ายแรงดันทดสอบ (Effective maximum indicated value) อยู่ที่ 100 M $\Omega$  (50 V), 250 M $\Omega$  (125 V), 500 M $\Omega$  (250 V), 2000 M $\Omega$  (500 V) และ 4000 M $\Omega$  (1000 V) หรือ ดีกว่า
  - 4.5.11.5 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบบกระแสตรง (DC Voltage) และ กระแสสลับ (AC Voltage) ได้สูงสุดที่ 600 V หรือ ดีกว่า
  - 4.5.11.6 มีความสามารถในการตอบสนองผลลัพธ์ของการวัด (Comparator decision response time) ในเวลาเร็วที่สุดไม่น้อยกว่า 0.3 วินาที
  - 4.5.11.7 มีความสามารถในการปิดเครื่องเพื่อประหยัดพลังงานโดยอัตโนมัติ (AUTO power save) หรือ ดีกว่า
  - 4.5.11.8 มีความสามารถในการปรับย่านการวัดโดยอัตโนมัติ (AUTO range) หรือ ดีกว่า
  - 4.5.11.9 มีความสามารถในการคงค่าการวัดได้ (Data hold) หรือ ดีกว่า
  - 4.5.11.10 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่าน Bluetooth communication หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
  - 4.5.11.11 สามารถแสดงผลการวัดค่าทางไฟฟ้าได้ในรูปแบบ Bar graph หรือ ดีกว่า

- 4.5.11.12 มาพร้อมกับไฟหลังหน้าจอ (Back light) หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.5.11.13 มีค่ามาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า (Safety standard category) อยู่ที่ CAT III 600 V หรือ ดีกว่า
- 4.5.11.14 รองรับมาตรฐาน CE หรือ ดีกว่า
- 4.5.11.15 มีระดับการป้องกันฝุ่น และ น้ำ ได้ในระดับ IP40 หรือ ดีกว่า
- 4.5.11.16 รองรับการตกกระแทกจากที่สูงได้ (Drop proof) หรือ ดีกว่า
- 4.5.11.17 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้แบบไร้สาย โดยสามารถใส่ข้อมูลการวัดลงในโปรแกรม Excel หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน (Transport to the Excel file)
- 4.5.11.18 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์สมาร์ทโฟน หรือ แทปเล็ตได้แบบไร้สาย โดยสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบรายงานชนิด PDF report, ข้อมูลไฟล์ CSV measurement data และ ข้อมูลภาพชนิด JPG Image data หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.5.11.19 มีอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้
  - 4.5.11.19.1 มีสายวัด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.5.11.19.2 มีหัววัดชนิดปากคีบ (Alligator clip) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.5.11.19.3 มีหัววัดชนิดปลายแหลม (Test pin) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.5.11.19.4 มีสายคล้องคอ (Neck strap) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.5.11.19.5 มีคู่มือสอนการใช้งาน (Instruction manual) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.5.11.20 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.5.12 ชุดขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วยประสาทเทียมเชื่อมต่อคลื่นสมองสำหรับสั่งการขับเคลื่อนของมอเตอร์ จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.5.12.1 เป็นชุดปฏิบัติการที่สามารถ Import file เพื่อวิเคราะห์ผลการคำนวณเข้ากับระบบปฏิบัติการ MATLAB ได้
  - 4.5.12.2 ชุดดังกล่าวสามารถแก้ไขข้อมูลรวมถึงสามารถสร้างการบังคับโดยคลื่นสมองในการสั่งงานรถจำลองขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 2 ล้อ หรือ 4 ล้อ ให้สามารถเดินหน้าถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา จากการเขียนโค้ดของผู้ปฏิบัติการได้โดยผู้เสนอราคาจะต้องแนบภาพการทดสอบมายังวันยื่นเอกสารประกวดราคา

- 4.5.12.3 สามารถศึกษาคลื่นไฟฟ้าของสมองมนุษย์ได้
- 4.5.12.4 เรียนรู้การจำแนกข้อมูลผ่านโครงข่ายประสาทเทียม
- 4.5.12.5 สามารถใช้คลื่นสมองของผู้ใช้งานนำมาเทรนหรือเลนนิ่งให้กับระบบเพื่อสามารถบังคับการขับเคลื่อนผ่านคลื่นสมองได้
- 4.5.12.6 สามารถควบคุมการขับเคลื่อนอย่างอิสระโดยใช้ประสาทเทียมในการอ่านคลื่นสมองเพื่อการขับเคลื่อนโดยไม่มีการเหยียบคันเร่งหรือปุ่มกดใดๆของผู้ใช้แต่จะเป็นการบังคับโดยคลื่นสมองของผู้ใช้งานเท่านั้น
- 4.5.12.7 ระบบมีชุดสร้างโค้ดดังแบบ ROS, Arduino, Jetson หรืออย่างใดอย่างหนึ่งใช้งานร่วมกับ MATLAB
- 4.5.12.8 มีระบบกล้องตรวจจับบันทึกผลแบบ camera recorder ติดตั้งมากับชุดและสามารถแสดงผลผ่านแพลตฟอร์มรองรับและแสดงผลแบบเรียลไทม์มีรายละเอียดดังนี้
  1. เป็นระบบปฏิบัติการ Hass io
  2. รองรับระบบปฏิบัติการ iOS, Android, windows, Mac สำหรับการเขียนโค้ดโปรแกรม
  3. สามารถควบคุมสั่งงานผ่าน Application บน iOS, Android และ Web browser ได้
  4. รองรับคำสั่งเสียง google assistant หรือ Alexa
  5. สามารถดูประวัติการทำงานของอุปกรณ์ประกอบการใช้งานได้
  6. สามารถอัปเดตสถานะออนไลน์แบบเรียลไทม์
  7. มีระบบการแจ้งเตือนผ่าน Application
  8. สามารถตั้งระบบแจ้งเตือนผ่าน application ได้ เช่น เปิดประตูทิ้งไว้, เปิดไฟทิ้งไว้เมื่อไม่มีคนอยู่, แจ้งเตือนเมื่อตรวจจับมีควันไฟ
  9. สามารถมอนิเตอร์ดูค่าปริมาณการใช้ไฟได้ เช่น Voltage, Current, Energy, Frequency, Power, และ Power Factor
  10. มี Logbook สถานะต่างๆ ของอุปกรณ์
  11. มี History การทำงานของอุปกรณ์
  12. รองรับการสื่อสารข้าม Platform IoT
  13. รองรับ NFC tags และ QR codes
  14. รองรับการสื่อสาร Zigbee

## 15. รองรับ Presence Detection ดังนี้

- 15.1 Apple iCloud
- 15.2 Bluetooth LE Tracker
- 15.3 Bluetooth Tracker
- 15.4 Locative
- 15.5 Presence-based lights
- 15.6 Xiaomi miio
- 15.7 Xiaomi Router
- 15.8 Zone
- 15.9 Own Tracks
- 15.10 Person
- 15.11 Google Maps
- 15.12 Device Tracker

## 16. รองรับ Binary sensor

- 16.1 Hikvision
- 16.2 Yale smart living
- 16.3 Z-Wave
- 16.4 Zigbee Home Automation
- 16.5 Xiaomi Binary sensor
- 16.6 Tuya
- 16.7 Ring
- 16.8 Risco
- 16.9 MQTT Binary sensor

## 17. สามารถแก้ไขค่าการตรวจจับผ่านระบบ Cloud สำหรับการเขียนโปรแกรมแบบเรียลไทม์

## 18. สามารถอัปเดตซอฟต์แวร์ผ่านทาง OTA

## 19. รองรับชุด Monitor sensors ตั้งแต่ 2 แบรนต์ ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ ฝุ่น PM 2.5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

## 20. ชุดควบคุมระบบประมวลผล จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 20.1 มีชิพประมวลผลชนิด Intel NUC Kit with Intel Celeron Processors 5105  
ความเร็วประมวลผล up to 2.0 หรือสูงกว่า
- 20.2 รองรับระบบปฏิบัติการ windows 10 และ 11 และ Linux ได้
- 20.3 ระบบบันทึกข้อมูลแบบ M.2 SSD
- 20.4 รองรับไฟกระแสตรงที่ 19VDC หรือดีกว่า
- 20.5 ระบบแกนหลักรวม Total Cores: 4
- 20.6 ระบบประมวลผลแรมที่ไม่น้อยกว่า DDR4-2933 SO-DIMM
- 20.7 มี I/O USB PORT รวม ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 21. จอแสดงผลสถานะแบบสัมผัส ขนาด 7 นิ้ว จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - 21.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว 16:9 TFT หรือดีกว่า
  - 21.2 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 700x400 หรือดีกว่า
  - 21.3 เป็นจอแสดงผลแบบ LED Backlight
  - 21.4 ค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 200 cd/m<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 21.5 จอภาพสามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง
  - 21.6 ระบบประมวลผลไม่น้อยกว่า 32-Bit 400 MHz RISC หรือดีกว่า
  - 21.7 มีหน่วยความจำแบบ 128M FLASH+64M SD RAM หรือดีกว่า
  - 21.8 สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมผ่านทาง USB SLAVE/Serial port หรือดีกว่า
  - 21.9 ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 VDC หรือดีกว่า
  - 21.10 เป็นชุดแสดงผลที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างสมบูรณ์
  - 21.11 สามารถรองรับระบบปฏิบัติการควบคุมโครงข่ายระบบได้พร้อมมีตัวอย่างการทำงานดังนี้
    - 21.11.1 Power Industry
    - 21.11.2 Transportation
    - 21.11.3 Packaging Industry
    - 21.11.4 E&C Industry
    - 21.11.5 Textile Industry
    - 21.11.6 Medical Industry
    - 21.11.7 ระบบดังกล่าวเป็นตัวอย่างการจำลองพร้อมภาพจำลองเคลื่อนไหว

- 4.5.12.9 สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดจากประสาทส่วนสมองของมนุษย์และเส้นทางไฟฟ้าของสมองด้าน สมองส่วนหน้า สมองกลีบข้าง สมองกลีบขมับ สมองกลีบท้ายทอยของผู้ใช้งาน เพื่อเรียนรู้ส่วนเส้นทางไฟฟ้า
- 4.5.12.10 มีอุปกรณ์อ่านค่าวัดค่าทางไฟฟ้าของคลื่นสมองจำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- สามารถแสดงผลคลื่นทางไฟฟ้าของสมองโดยแสดงผลการอ่านค่าได้ดังนี้ คลื่นแกมมา คลื่นเบต้า คลื่นอัลฟา คลื่นธีต้า คลื่นเดลต้า เป็นต้น
- 4.5.12.11 มีระบบส่งสัญญาณบลูทูธแบบซีเรียลโมดูลหรือสูงกว่า
- 4.5.12.12 มีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสตรงหรือกระแสสลับขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 40A
- 4.5.12.13 มีมอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสตรงหรือกระแสสลับขนาดไม่น้อยกว่า 24 V ไม่น้อยกว่า 2 ชุดขับเคลื่อน
- 4.5.12.14 มีระบบปฏิบัติการเรียนรู้เพื่อสร้างโค้ดติดตั้งด้านประสาทเทียมสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์
- 4.5.12.15 สามารถเก็บข้อมูลค่าของคลื่นสมองแบบ Raw data ได้
- 4.5.12.16 สามารถแสดงผลคลื่นทางไฟฟ้าสมองของผู้ใช้ผ่านคอมพิวเตอร์ได้แบบเรียลไทม์ในกระบวนการคิดในการสั่งงานเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาเดินหน้าถอยหลัง
- 4.5.12.17 สามารถนำค่าที่ได้ใช้งานทางสถิติของ Input และ Output ไม่น้อยกว่า 1000 ชุดฐานข้อมูลและแสดงผลค่าทางสถิติผ่านโปรแกรม Excell ได้พร้อมแนบเอกสารมายังวันยื่นซอง
- 4.5.12.18 รองรับการประมวลผลและแปลงผลเป็นเลขฐานทางดิจิทัลได้
- 4.5.12.19 ผู้ใช้สามารถเทรนนิ่งระบบแล้วทำการหันหลังเพื่อเรียกระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าดังกล่าวมาหาผู้ใช้ได้
- 4.5.12.20 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.5.12.21 ผู้เสนอราคาจะต้องอบรมให้กับผู้ใช้ให้มีความสามารถในการเขียนคำสั่งและอ่านค่าสัญญาณทางไฟฟ้าผ่านคลื่นสมองเพื่อกำหนดการเขียนโค้ดติดตั้งไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

#### 4.6 ชุดปฏิบัติการขับเคลื่อนเพื่อการทดสอบการขับเคลื่อนระบบอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดประกอบดังนี้

#### 4.6.1 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบแบตเตอรี่แรงดันสูง จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดดังนี้

- 4.6.1.1 เป็นชุดฝึกอบรมแบตเตอรี่แรงดันสูงของรถยนต์ไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบปฏิบัติการ เรียนรู้และซ่อมบำรุงเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูงพร้อมจุดเชื่อมต่อชุดคำสั่งควบคุมจำลอง สถานการณ์ผ่าน IOS 20 สถานการณ์ ประกอบด้วย แบตเตอรี่ลิเทียม แสดงการเชื่อมต่อความสัมพันธ์การควบคุมและตำแหน่งการติดตั้งระหว่างส่วนประกอบหลักของชุดแบตเตอรี่กำลัง แสดงโครงสร้างโดยรวมของแบตเตอรี่กำลังแต่ละจุดเซลล์ โดยมีการเดินสายไฟให้มีความปลอดภัยและมีฉนวนป้องกันไฟฟ้าแรงสูง
- 4.6.1.2 โครงสร้างชุดแบตเตอรี่ประกอบด้วย โมดูลแบตเตอรี่ไฟฟ้า กล่องแบตเตอรี่ ระบบการจัดการแบตเตอรี่และเซลล์แบตเตอรี่ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในระบบ สายไฟ และอุปกรณ์อื่นๆ
- 4.6.1.3 รูปแบบองค์ประกอบของแบตเตอรี่กำลัง ใช้การออกแบบแบบแยกส่วนแบตเตอรี่กำลังของรถยนต์ดั้งเดิมติดตั้งและยึดไว้ที่ฐานแบตเตอรี่กำลัง วงจรสัญญาณไฟฟ้าแรงดันต่ำและสายไฟเอาต์พุตแรงดันสูง โดยสายไฟแรงดันสูงมีการติดมาร์คจุดเตือนความปลอดภัย
- 4.6.1.4 ใช้สายเชื่อมต่อติดตั้งเดิมของระบบแบตเตอรี่กำลัง เชื่อมต่อผ่านชุดสายไฟของรถยนต์ติดตั้งปลั๊ก วัตถุประสงค์คู่ขนานกับปลั๊กเดิมลดการสูญเสียสายระหว่างการตรวจวัดสัญญาณ ปลั๊กแบบขนาน มีหมายเลขพินกำกับไว้ตรงกับหมายเลขพินในไดอะแกรมวงจรดั้งเดิม เพื่อตอบสนองความต้องการของการตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าต่ำในกระบวนการฝึกอบรม สัญญาณที่เกี่ยวข้องของชุดควบคุมแต่ละชุดเชื่อมต่อกับตัวควบคุมบนบอร์ดผ่านชุดสายไฟของรถเดิมเพื่อให้วินิจฉัย ข้อมูลและฟังก์ชันการอ่านข้อมูลในกระบวนการฝึกและการสอน
- 4.6.1.5 ชุดแผงใช้แผ่นฉนวนป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1,000V มีจุดวัดขนาด 4 มม.สำหรับรองรับ การวัดด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทนไฟและทนต่อความชื้น มีการพิมพ์สติ๊กเกอร์ด้วย แผนภาพไดอะแกรมวงจรสีและแผนผังของหลักการทำงาน สามารถเปรียบเทียบแผนผังของรถยนต์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์จริง สามารถเข้าใจและวิเคราะห์หลักการทำงานของระบบแบตเตอรี่ กำลังของรถยนต์ไฟฟ้า
- 4.6.1.6 ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นชิ้นส่วนรถยนต์จริงหรือชิ้นส่วนรถยนต์คุณภาพสูง ชิ้นส่วนทั้งหมด เช่น โมดูล แบตเตอรี่ไฟฟ้า กล่องแบตเตอรี่กำลัง ระบบการจัดการแบตเตอรี่และเซลล์แบตเตอรี่และ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในระบบมีป้ายชื่ออะคริลิกชื่อจุด, สายไฟทั้งหมดมีป้ายหมายเลข ซีเรียล, และการเดินสายไฟเรียบร้อยและสะดวกสำหรับการเรียนรู้และการบำรุงรักษา
- 4.6.1.7 ตัวโครงสร้างชุดฝึกทำด้วยอะลูมิเนียมโพรไฟล์หรือเหล็กเคลือบสีกันสนิมแบบมีขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสไม่น้อยกว่า 30x30 มม.หรือมากกว่า มีความแข็งแรงทนต่อ น้ำ น้ำมันและสนิม และมีล้อ จำนวน 4 ล้อ สะดวกในการเคลื่อนย้าย

- 4.6.1.8 ขนาดแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่กำลังไม่น้อยกว่า 350 V
- 4.6.1.9 มีแผงพาเนลไดอะแกรมวงจรขนาดชุดแผงจุดวัดของชุดฝึกไม่น้อยกว่า 1000 x1000 มม. (กว้างxสูง)
- 4.6.1.10 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.6.1.11 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.6.2 สถานีปฏิบัติเรียนรู้ระบบเบรกยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.2.1 สามารถเรียนรู้ตำแหน่งส่วนประกอบของระบบเบรกผ่านไดอะแกรมที่สามารถเชื่อมต่อกับชุดระบบปฏิบัติการเรียนรู้และซ่อมบำรุงเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูงพร้อมจุดเชื่อมต่อชุดคำสั่งควบคุม จำลองสถานการณ์ผ่าน IOS 20 สถานการณ์ โดยมีจุดวัดตำแหน่งสำคัญ โดยวิธีการ Line tab for station junction เพื่อวิเคราะห์แรงดันไฟฟ้าและสัญญาณทางไฟฟ้า
  - 4.6.2.2 มีจุดวัดสัญญาณระบบขับเคลื่อนมอเตอร์และระบบเบรก FR,FL,RR,RL พร้อมระบุสัญลักษณ์ชี้ ตำแหน่ง
  - 4.6.2.3 ชุดแผงใช้แผ่นฉนวนป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000V มีจุดวัดขนาด 4 มม. สำหรับรองรับการวัดด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทนไฟและทนต่อความชื้น มีการพิมพ์สติ๊กเกอร์ทับด้วยแผนภาพ ไดอะแกรมวงจรสีและแผนผังของหลักการทำงานเทียบผังระบบเบรกของยานยนต์จริง สามารถเข้าใจและวิเคราะห์หลักการทำงานของระบบเบรกรถยนต์ไฟฟ้า
  - 4.6.2.4 ตัวโครงสร้างชุดฝึกทำด้วยอะลูมิเนียมโพรไฟล์หรือเหล็กเคลือบสีกันสนิมแบบมีขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่น้อยกว่า 30x30 มม.หรือมากกว่า มีความแข็งแรงทนต่อ น้ำ น้ำมัน และสนิม และมีล้อจำนวน 4 ล้อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
  - 4.6.2.5 มีแผงพาเนลไดอะแกรมวงจรขนาดชุดฝึกไม่น้อยกว่า 700x600 มม. (กว้างxสูง)
  - 4.6.2.6 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
  - 4.6.2.7 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.6.3 สถานีปฏิบัติเรียนรู้ระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.3.1 เป็นชุดฝึกที่เรียนรู้เกี่ยวกับไดอะแกรมระบบเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วย จุดวัดระบบทำความร้อนไฟฟ้าแบบ PTC
  - 4.6.3.2 สามารถเรียนรู้และเข้าใจหลักการของ อีวาโปเรเตอร์ คอนเดนเซอร์ แอ็กแฟนชั่นวาล์ว ถังกักเก็บ ของเหลว พัดลม เซนเซอร์อุณหภูมิที่อีวาโปเรเตอร์ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน เซนเซอร์อุณหภูมิที่ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน เซนเซอร์อุณหภูมิ สวิตช์ความดัน ท่ออากาศ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

- 4.6.3.3 สามารถเรียนรู้ตำแหน่งส่วนประกอบของระบบปรับอากาศผ่านไดอะแกรมที่สามารถเชื่อมต่อกับชุด ระบบปฏิบัติการเรียนรู้และซ่อมบำรุงเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูงพร้อมจุดเชื่อมต่อชุดคำสั่งควบคุม จำลองสถานการณ์ผ่าน IOS 20 สถานการณ์ โดยมีจุดวัดตำแหน่งสำคัญ มีจุดวัดสัญญาณเซ็นเซอร์อุณหภูมิด้วยวิธีการ Line tab for station junction พร้อมป้ายเตือนความปลอดภัย
- 4.6.3.4 ชุดแผงใช้แผ่นฉนวนป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1,000V มีจุดวัดขนาด 4 มม.สำหรับรองรับการ วัดด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทนไฟและทนต่อความชื้น มีการพิมพ์สติ๊กเกอร์ทับด้วยแผนภาพ ไดอะแกรมวงจรสีและแผนผังของหลักการทำงาน สามารถเปรียบเทียบแผนผังของรถยนต์ ไฟฟ้ากับอุปกรณ์จริง
- 4.6.3.5 ตัวโครงสร้างชุดฝึกทำด้วยอะลูมิเนียมโปรไฟล์หรือเหล็กเคลือบสีกันสนิมแบบมีขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่น้อยกว่า 30x30 มม.หรือมากกว่า มีความแข็งแรงทนต่อ น้ำ น้ำมัน และสนิม และมีล้อจำนวน 4 ล้อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 4.6.3.6 มีแผงพาเนลไดอะแกรมวงจรขนาดชุดฝึกไม่น้อยกว่า 700 มม.x 600 มม. (กว้างxสูง)
- 4.6.3.7 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.6.3.8 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.6.4 สถานีปฏิบัติเรียนรู้ระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.4.1 เป็นชุดฝึกระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังประกอบด้วย จุดวัด ขนาด 4 มม. ของชุดควบคุมมอเตอร์ปรับเปลี่ยนความถี่ AC, โมดูลการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า, โมดูลแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นต้น
- 4.6.4.2 รูปแบบการออกแบบประกอบด้วย วงจรสัญญาณไฟฟ้าแรงดันต่ำและสายไฟเอาท์พุทแรงดันสูง โดยสายไฟแรงดันสูงมีการติดมาร์คจุดเตือนความปลอดภัย
- 4.6.4.3 สามารถเรียนรู้ตำแหน่งส่วนประกอบของระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังผ่านไดอะแกรมที่สามารถเชื่อมต่อกับชุดระบบปฏิบัติการเรียนรู้และซ่อมบำรุงเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูงพร้อมจุดเชื่อมต่อชุดคำสั่งควบคุมจำลองสถานการณ์ผ่าน IOS 20 สถานการณ์ โดยมีจุดวัดตำแหน่งสำคัญ โดยวิธีการ Line tab for station junction เพื่อวิเคราะห์แรงดันไฟฟ้าและสัญญาณทางไฟฟ้า
- 4.6.4.4 ชุดแผงใช้แผ่นฉนวนป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000V มีจุดวัดขนาด 4 มม.สำหรับรองรับการ วัดด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทนไฟและทนต่อความชื้น มีการพิมพ์สติ๊กเกอร์ทับด้วยแผนภาพ ไดอะแกรมวงจรสีและแผนผังของหลักการทำงาน สามารถเปรียบเทียบแผนผังของรถยนต์ไฟฟ้ากับ อุปกรณ์จริง

- 4.6.4.5 ตัวโครงสร้างชุดฝึกทำด้วยอะลูมิเนียมโปรไฟล์หรือเหล็กเคลือบสีกันสนิมแบบมีขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่น้อยกว่า 30x30 มม.หรือมากกว่า มีความแข็งแรงทนต่อ น้ำ น้ำมัน และสนิม และมีล้อยจำนวน 4 ล้อ สะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 4.6.4.6 มีแผงพาเนลไดอะแกรมวงจรขนาดชุดฝึกไม่น้อยกว่า 700 x 600 มม. (กว้างxสูง)
- 4.6.4.7 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.6.5 สถานีปฏิบัติเรียนรู้ระบบบังคับลิฟต์ในรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.5.1 ชุดฝึกมีส่วนประกอบแผนภาพของระบบพวงมาลัยอิเล็กทรอนิกส์ มีจุดวัดระบบ EPS ของรถยนต์ดั้งเดิมซึ่งประกอบด้วยเซ็นเซอร์ (เซ็นเซอร์มุมแรงบิด) ตัวควบคุม (ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ EPS) แอคชูเอเตอร์ (มอเตอร์ EPS) พวงมาลัยและชิ้นส่วนทางแมคคานิค
- 4.6.5.2 สามารถเรียนรู้ตำแหน่งส่วนประกอบของระบบบังคับลิฟต์ผ่านไดอะแกรมที่สามารถเชื่อมต่อกับชุด ระบบปฏิบัติการเรียนรู้และซ่อมบำรุงเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูงพร้อมจุดเชื่อมต่อชุดคำสั่งควบคุม จำลองสถานการณ์ผ่าน IOS 20 สถานการณ์ โดยมีจุดวัดตำแหน่งสำคัญ โดยวิธีการ Line tab for station junction เพื่อวิเคราะห์แรงดันไฟฟ้า และสัญญาณทางไฟฟ้า
- 4.6.5.3 ชุดแผงใช้แผ่นฉนวนป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1,000V มีจุดวัดขนาด 4 มม.สำหรับรองรับการ วัดด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทนไฟและทนต่อความชื้น มีการพิมพ์สติ๊กเกอร์ทับด้วยแผนภาพ ไดอะแกรมวงจรสีและแผนผังของหลักการทำงาน นักเรียนสามารถเปรียบเทียบแผนผังของรถยนต์ ไฟฟ้ากับอุปกรณ์จริง
- 4.6.5.4 มีแผงพาเนลไดอะแกรมวงจรขนาดไม่น้อยกว่า 700 x 400 มม. (ยาวxกว้าง)
- 4.6.5.5 ตัวโครงสร้างชุดฝึกทำด้วยอะลูมิเนียมโปรไฟล์หรือเหล็กกล่องเคลือบสีกันสนิมแบบมีขนาดสี่เหลี่ยม ไม่น้อยกว่า 30x30 มม.หรือมากกว่า มีความแข็งแรงทนต่อ น้ำ น้ำมัน และสนิม และมีล้อยจำนวน 4 ล้อ สะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 4.6.5.6 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.6.6 ระบบบริหารจัดการศูนย์บริการยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.6.1 เป็นระบบบริหารจัดการศูนย์บริการยานยนต์ไฟฟ้าและข้อมูลปัญหาอาการเสีย สำหรับเก็บข้อมูลงาน ซ่อมบำรุงรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ช่วยให้กระบวนการทำงานในการจัดการระบบให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น เพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน ความถูกต้อง การค้นหาตรวจสอบข้อมูลได้ ถูกต้องแม่นยำ
- 4.6.6.2 ระบบจัดเก็บข้อมูลปัญหาอาการเสียและวิธีแก้ไข มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.6.2.1 สามารถเพิ่ม แก้ไข ลบ ข้อมูล ปัญหาอาการเสีย คำแนะนำตรวจสอบและ วิธีแก้ไข

- 4.6.6.3 ระบบจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.3.1 สามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เพิ่ม แก้ไข ลบ ข้อมูล
  - 4.6.6.3.2 สามารถจัดการข้อมูลส่วนตัว ชื่อ-สกุล ผู้ใช้งาน หรือ Password
- 4.6.6.4 ระบบจัดการข้อมูลสต็อกรายการอะไหล่สำหรับเปลี่ยนอะไหล่ตามอายุการใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.4.1 สามารถจัดการแยกประเภทรายการอะไหล่
  - 4.6.6.4.2 สามารถจัดการข้อมูลรายการอะไหล่ เลข SKU และ Bar Code
  - 4.6.6.4.3 สามารถแสดงสถานะอายุการใช้งานของอะไหล่ต่างๆ เป็นจำนวนวัน หรือเวลา
  - 4.6.6.4.4 สามารถแสดงรายการแยกตามประเภท และ สามารถ Export File ออกเป็น CSV หรือ Excel เพื่อนำไปใช้งานต่อในระบบอื่นๆ
- 4.6.6.5 ระบบการรับเข้าอะไหล่ยานยนต์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.5.1 สามารถจัดการสร้างเอกสารใบรับเข้าอะไหล่
  - 4.6.6.5.2 สามารถแสดงรายการหรือประวัตินำเข้าของแต่ละรอบการนำเข้า
- 4.6.6.6 ระบบการเบิกอะไหล่ยานยนต์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.6.1 สามารถจัดการสร้างเอกสารใบเบิกอะไหล่
  - 4.6.6.6.2 สามารถแสดงรายการหรือประวัติเบิกออกของแต่ละรอบการเบิก
- 4.6.6.7 ระบบทำรายการบริการซ่อมบำรุง มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.7.1 สามารถกำหนดประเภทรายการซ่อมบำรุงได้ เพิ่ม แก้ไข ลบ ข้อมูล
  - 4.6.6.7.2 สามารถระบุรายการอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุงทั้งหมดได้
  - 4.6.6.7.3 สามารถระบุ วันเวลาที่เริ่มทำการซ่อมบำรุง และ วันเวลาที่เสร็จได้
  - 4.6.6.7.4 สามารถแสดงสถานะ รายการแจ้งซ่อม
  - 4.6.6.7.5 สามารถแสดงสถานะ สถานะขั้นตอนการกำลังทำการซ่อมบำรุง
  - 4.6.6.7.6 สามารถแสดงสถานะ ทำการซ่อมบำรุงเสร็จแล้ว
  - 4.6.6.7.7 สามารถแสดงสถานะ ยกเลิก รายการแจ้งซ่อม
- 4.6.6.8 ระบบรายงานประวัติการทำรายการ มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.8.1 สามารถจัดเก็บข้อมูล และ รูปภาพยานยนต์ไฟฟ้าได้
  - 4.6.6.8.2 สามารถแสดงรายการประวัติการซ่อมแต่ละรอบได้ สามารถกรอกข้อมูลปัญหา อาการเสีย วิธีแก้ปัญหา พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลรูปภาพก่อนซ่อม และ หลังซ่อม ผู้ทำรายการซ่อม รวมถึงค่าใช้จ่ายได้
- 4.6.6.9 การรายงานสรุป Movement Code ใช้ดูและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.6.9.1 สามารถแสดงจำนวนรายการ ในรูปแบบกราฟแท่ง (Bar charts) หรือ กราฟวงกลม (Pie charts) และ เปอร์เซนต์ความเคลื่อนไหว

- 4.6.6.9.2 Fast Move ถ้าจำนวนทำรายการซ่อมบำรุง (Pick) มากกว่าค่าเฉลี่ยจำนวนทำรายการ ทั้งหมด
- 4.6.6.9.3 Normal Move ถ้าจำนวนทำรายการซ่อมบำรุง มากกว่า 50% ของค่าเฉลี่ยจำนวนทำรายการ ทั้งหมด
- 4.6.6.9.4 Slow Move ถ้าจำนวนทำรายการซ่อมบำรุง น้อยกว่า 50% แต่มากกว่า 10% ของ ค่าเฉลี่ยจำนวนทำรายการ ทั้งหมด
- 4.6.6.10 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.6.7 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ทดสอบระบบการทำงานยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.6.7.1 เป็นระบบเรียนรู้สถานการณ์และวิเคราะห์ปัญหาที่สามารถเชื่อมต่อเรียนรู้กับชุดปฏิบัติการ ยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะได้ จุดเชื่อมต่อชุดคำสั่งควบคุมจำลองสถานการณ์ผ่าน IOS 20 สถานการณ์
  - 4.6.7.2 มีระบบรองรับการเชื่อมต่อกับสถานีแบตเตอรี่แรงดันสูงได้
  - 4.6.7.3 มีการผ่าตัดด้านฝากระโปรงหน้าและมีระบบไฟแสดงผลพร้อมป้าย Tag ตำแหน่งสายไฟฟ้าแรงดันสูง ระบบขับเคลื่อน ระบบอินเวอร์เตอร์ด้วยวิธีการเลเซอร์พร้อมมีไฟแสดงตรงป้ายตำแหน่งแต่ละจุด ดังกล่าว พร้อมข้อต่อที่สามารถเชื่อมไปยังจุดวัดสัญญาณของชุดฝึกพร้อมดังนี้
    - 4.6.7.3.1 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบแบตเตอรี่แรงดันสูง
    - 4.6.7.3.2 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบเบรกยานยนต์ไฟฟ้า
    - 4.6.7.3.3 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบปรับอากาศในยานยนต์ไฟฟ้า
    - 4.6.7.3.4 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
    - 4.6.7.3.5 สถานีปฏิบัติการเรียนรู้ระบบบังคับเลี้ยวในรถยนต์ไฟฟ้า
  - 4.6.7.4 มีระบบที่เป็นชุดฝึกที่นำระบบเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันประกอบด้วย ระบบทำความร้อนไฟฟ้าแบบ PTC ระบบการประเมินผิดปกติอัจฉริยะเหมาะสำหรับการ บำรุงรักษาและการฝึก การสอนยานยนต์ไฟฟ้าตามหลักการโครงสร้างของระบบทำความเย็น เครื่องปรับอากาศและระบบทำความร้อนไฟฟ้า
  - 4.6.7.5 สามารถเรียนรู้ระบบปรับอากาศใช้อุปกรณ์ประกอบด้วย อีวาโปเรเตอร์ คอนเดนเซอร์ เอ็กแพนชั่นวาล์ว ถังกักเก็บของเหลว พัดลม เซนเซอร์อุณหภูมิที่อีวาโปเรเตอร์ ตัวแลกเปลี่ยน ความร้อน เซนเซอร์อุณหภูมิที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน เซนเซอร์อุณหภูมิสวิทช์ความดัน ท่ออากาศ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าต่ำ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

- 4.6.7.6 ชุดฝึกรอกแบบตามรูปแบบการฝึกระบบปรับอากาศซึ่งใช้อุปกรณ์ดั้งเดิมของรถยนต์ เช่น คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า คอนเดนเซอร์ เครื่องปรับอากาศ ท่อสารทำความเย็น PTC สายไฟฟ้าแรงดันสูง และป้ายเตือนความปลอดภัย
- 4.6.7.7 ใช้สายเชื่อมต่อรถดั้งเดิมของระบบปรับอากาศไฟฟ้าเชื่อมต่อผ่านชุดสายไฟของรถยนต์ ติดตั้งปลั๊ก วัดสัญญาณคู่ขนานกับปลั๊กเดิมลดการสูญเสียสายระหว่างการตรวจจับสัญญาณ ปลั๊กแบบขนาน มีหมายเลขพินกำกับไว้ตรงกับหมายเลขพินในไดอะแกรมวงจรดั้งเดิม เพื่อตอบสนองความต้องการของการตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าต่ำในกระบวนการฝึกรอกสัญญาณที่เกี่ยวข้อง ของชุดควบคุมแต่ละชุดเชื่อมต่อกับตัวควบคุมบนบอร์ดผ่านชุดสายไฟของรถเดิมเพื่อให้วินิจฉัย ข้อมูลและฟังก์ชันการอ่านข้อมูลในกระบวนการฝึกและการสอน
- 4.6.7.8 ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นชิ้นส่วนรถยนต์จริงหรือชิ้นส่วนรถยนต์คุณภาพสูง ชิ้นส่วนทั้งหมด เช่น คอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า คอนเดนเซอร์ เครื่องปรับอากาศ ท่อทำความเย็น PTC ท่อความร้อน ท่ออากาศ ตัวควบคุมเครื่องปรับอากาศและส่วนอื่น ๆ มีการระบุชื่อที่สายไฟ มีป้ายหมายเลข ซีเรียลและเก็บสายไฟเรียบร้อย สะดวกในการเรียนรู้และบำรุงรักษา
- 4.6.7.9 มีระบบเบรก ABS จากโรงงานผู้ผลิต ส่วนประกอบของระบบเบรกผลิตขึ้นโดยใช้ระบบขับเคลื่อน มอเตอร์ของรถยนต์ดั้งเดิมและระบบเบรก ABS ของรถที่นำเสนอ
- 4.6.7.10 ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์และระบบเบรก ABS ใช้ระบบการขับเคลื่อนจริงมีอุปกรณ์ประกอบไปด้วย ล้อจำลองทั้งด้านหน้าและด้านหลังตรงตามรุ่นของยานยนต์ที่นำเสนอ
- 4.6.7.11 มีระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังประกอบด้วย ชุดควบคุมมอเตอร์ปรับเปลี่ยนความถี่ AC, โมดูลการ ชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า, โมดูลแปลงสัญญาณไฟฟ้า พร้อมป้ายไฟแสดงตำแหน่ง
- 4.6.7.12 ใช้สายเชื่อมต่อรถดั้งเดิมของระบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เชื่อมต่อผ่านชุดสายไฟของรถยนต์ ติดตั้งปลั๊กวัดสัญญาณคู่ขนานกับปลั๊กเดิมลดการสูญเสียสายระหว่างการตรวจวัดสัญญาณ ปลั๊กแบบขนานมีหมายเลขพินกำกับไว้ตรงกับหมายเลขพินในไดอะแกรมวงจรดั้งเดิม เพื่อตอบสนองความต้องการของการตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าต่ำในกระบวนการฝึกรอกสัญญาณที่เกี่ยวข้องของชุดควบคุมแต่ละชุดเชื่อมต่อกับตัวควบคุมบนบอร์ดผ่านชุดสายไฟของ รถเดิมเพื่อให้วินิจฉัยข้อมูลและฟังก์ชันการอ่านข้อมูลในกระบวนการฝึกและการสอน
- 4.6.7.13 ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นชิ้นส่วนรถยนต์จริงหรือชิ้นส่วนรถยนต์คุณภาพสูง ชิ้นส่วนทั้งหมด เช่น เป็นกล่องควบคุมไฟฟ้าแรงดันสูงของรถยนต์ / ตัวควบคุมหลัก, พอร์ตชาร์จ AC / DC, ปั๊มน้ำระบายความร้อนตัวควบคุมหลักแรงดันสูง, ถังเก็บและชิ้นส่วนอื่น ๆ มีป้ายอะคริลิก, สายไฟทั้งหมดมีป้ายหมายเลขซีเรียล, และการเดินสายไฟเรียบร้อยและสะดวกสำหรับการเรียนรู้ และการบำรุงรักษา
- 4.6.7.14 ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์แรงดันสูงต้องเป็นอุปกรณ์ตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอของตัวรถยี่ห้อนั้น ไม่เป็นการทำขึ้นมาเพิ่มเติมแต่อย่างใด

- 4.6.7.15 มีระบบล้อรองรับการขับเคลื่อนตรงตามรุ่นที่นำเสนอขนาดล้อและยางชนิดล้ออัลลอยด์ ขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว 235/45
- 4.6.7.16 มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูงแบบอัตโนมัติ ไฟสัญญาณเลี้ยว แบบ LED ติดตั้งมากับ ชุดฝึกตรงตามรุ่นยี่ห้อยานยนต์ที่นำเสนอ
- 4.6.7.17 มีที่เก็บสัมภาระขนาดไม่น้อยกว่า 200 ลิตร และช่องเก็บของด้านหน้าไม่น้อยกว่า 40 ลิตร
- 4.6.7.18 ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์และระบบส่งกำลังของรถยนต์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 4.6.7.18.1 ระบบมอเตอร์ส่งกำลัง (Electric Motor) ขนาดไม่น้อยกว่า 150 กิโลวัตต์
  - 4.6.7.18.2 มีแรงม้าไม่น้อยกว่า 200 แรงม้า และแรงบิดสูงสุดไม่น้อยกว่า 400 นิวตันเมตร
  - 4.6.7.18.3 ใช้มอเตอร์แบบ Synchronous Motor กระแสสลับ ขับเคลื่อนแบบล้อหลัง หรือสี่ล้อ หรือดีกว่า
  - 4.6.7.18.4 สามารถวิ่งได้ไกลสุดตามมาตรฐาน WLTP ไม่น้อยกว่า 400 กิโลเมตร
  - 4.6.7.18.5 ให้ความเร็วในการขับเคลื่อนสูงสุดไม่น้อยกว่า 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
  - 4.6.7.18.6 อัตราเร่ง 0-100กม./ชม. ที่ 7 วินาทีหรือน้อยกว่า
- 4.6.7.19 รองรับระบบแบตเตอรี่ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 4.6.7.19.1 แบตเตอรี่เป็นแบบลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery) ระบายความร้อนด้วยน้ำ หรือดีกว่า
  - 4.6.7.19.2 ความจุของแบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 50 กิโลวัตต์
  - 4.6.7.19.3 มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 350V
- 4.6.7.20 ระบบเบรกและความปลอดภัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 4.6.7.20.1 ชุดเบรกแบบดิสเบรกทั้ง 4 ล้อ และมีระบบป้องกันล้อล็อก (ABS) พร้อมระบบกระจาย แรงเบรก พร้อมปีกนกหน้าหลังคู่มีดลี้ด
  - 4.6.7.20.2 ระบบพวงมาลัยแบบควบคุมด้วยไฟฟ้า (EPS)
  - 4.6.7.20.3 มีถุงลมนิรภัยคู่หน้า SRS (Supplemental Restraint System)
  - 4.6.7.20.4 มีระบบเสริมแรงเบรกด้วยอิเล็กทรอนิกส์ EBA (Electronic Brake Assist)
  - 4.6.7.20.5 มีระบบควบคุมการทรงตัว Auto lane change
  - 4.6.7.20.6 มีระบบป้องกันล้อหมุนฟรีและควบคุมการลื่นไถล
  - 4.6.7.20.7 มีระบบตรวจสอบความผิดปกติของลมยาง TPMS (Tire Pressure Monitor System)
  - 4.6.7.20.8 มีระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ (Cruise Control)
  - 4.6.7.20.9 ระบบเบรกมือไฟฟ้า EPB (Electronic Parking Brake)
  - 4.6.7.20.10 มีกล้องมองหลัง และสัญญาณเตือนระยะขณะถอยหลัง และกล้องอัจฉริยะ ไม่น้อยกว่า 4 จุด

- 4.6.7.20.11 เซมิคอนดักเตอร์หน้าแบบตั้งรังกลับพร้อมแผ่นแรงอัดโนมิต
- 4.6.7.20.12 อุปกรณ์ภายนอก ภายในและสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 4.6.7.20.13 ไฟหน้าแบบ LED พร้อมไฟส่องสว่างสำหรับการขับขี่เวลากลางวัน (Daytime Running Lights)
- 4.6.7.20.14 ไฟท้ายแบบ LED
- 4.6.7.20.15 กระจกมองข้างพับและปรับไฟฟ้า พร้อมไฟเลี้ยวในตัว
- 4.6.7.20.16 ระบบเกียร์แบบไฟฟ้า พร้อมระบบช่วยชาร์จพลังงานกลับสู่แบตเตอรี่ในขณะที่ชะลอรถ
- 4.6.7.20.17 หน้าจอแสดงผลอัจฉริยะแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว สามารถสั่งงานระบบเกียร์ ขับเคลื่อนได้ผ่านจอ ได้แบบมัลติฟังก์ชันพร้อมสั่งงานระบบปรับอากาศได้ผ่านจอ
- 4.6.7.20.18 ระบบกุญแจอัจฉริยะแบบการ์ดคีย์และกล่องบันทึกผลเมื่อมีผู้ต้องสงสัยเข้ามาบริเวณใกล้รถโดยมีกล่องรอบคันไม่น้อยกว่า 5 ตัว เพื่อบันทึกผล
- 4.6.7.20.19 มีระบบเสียงลำโพงไม่น้อยกว่า 4 ตัว เพื่อเรียนรู้วิเคราะห์ปัญหาด้านระบบสัญญาณเสียง
- 4.6.7.21 มีพอร์ตประจุสามารถชาร์จได้ทั้งระบบ AC และ DC ได้
- 4.6.7.22 มีพอร์ตระบบ Quick Charge จาก 0-15 นาที สามารถวิ่งได้ไกลไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร ตรงตามรุ่นที่นำเสนอ
- 4.6.7.23 มีระบบพอร์ตชาร์จ Type 2 AC 11.5 kW / CCS Combo DC Fast Charging 170 kW ตรงตามรุ่นที่นำเสนอ
- 4.6.7.24 โครงสร้างตัวถังผลิตจากวัสดุประเภทอลูมิเนียม spot ได้รับมาตรฐานไม่น้อยกว่าระดับ 5 ดาว ด้านความปลอดภัยด้านมาตรฐานยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา
- 4.6.7.25 มีระบบป้องกันแบบ Impact Protection
- 4.6.7.26 มีระบบกุญแจแบบคีย์การ์ด
- 4.6.7.27 มีมิติตัวรถขนาดตัวรถภายนอก ยาว x กว้าง x สูง (มม.) ไม่น้อยกว่า 4,720 x 1,850 x 1,441
- 4.6.7.28 มีระบบรองรับการอัปเดตอย่างต่อเนื่องผ่านซอฟต์แวร์ over-the-air โดยอัตโนมัติ ตรงตามรุ่น
- 4.6.7.29 มีระบบรองรับการเชื่อมต่อการสื่อสารสถานการณ์ไม่น้อยกว่า 20 จุดอาการเสีย มีรายละเอียด ดังนี้
  - 4.6.7.29.1 ควบคุมการทำงานของโครงสร้างสถานการณ์แบบไร้สายผ่านการเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้

- 4.6.7.29.2 สามารถสื่อสารผ่านมาตรฐาน TCP/IP ได้โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Google Safari Microsoft edge เป็นต้น
- 4.6.7.29.3 สนับสนุนระบบ DHCP
- 4.6.7.29.4 สนับสนุนรหัสผ่านเพื่อความปลอดภัยของเครื่องจำลองของเครื่องสร้างสถานการณ์
- 4.6.7.29.5 รองรับการทำงานบนมือถือหรือแทปเล็ต Android หรือ IOS
- 4.6.7.29.6 รองรับการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ บนระบบปฏิบัติการ Windows/Linux/Mac
- 4.6.7.29.7 สามารถเชื่อมต่อร่วมกับอุปกรณ์ สมาร์ทโฟน IOS, Android, computer, smarty, กระจกอันัจฉริยะได้เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนผ่านสัญญาณ WIFI
- 4.6.7.29.8 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.6.7.30 ระบบดังกล่าวเป็นระบบที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยหากประกอบแบตเตอรี่แล้ว ยานยนต์และระบบขับเคลื่อนสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยวิธีปกติและสามารถทดสอบอัตราการเร่ง ได้ไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงบนท้องถนน ไม่ได้เป็นการปรับแต่งโหลดจำลองแต่อย่างใด
- 4.6.7.31 มีการผ่าช่วงประตูด้านคนขับและผู้โดยสารพร้อมไฟแสดงสถานะปิดด้วยยอคลิคไส ขนาดไม่น้อยกว่า 3 มม. ทั้ง 4 บาน
- 4.6.7.32 รูปแบบการฝึกมีระบบการประเมินข้อผิดพลาดเหมาะสำหรับการเรียนการสอนของหลักการ และการซ่อมบำรุงรักษารถยนต์ไฟฟ้า โดยวิทยากรผู้ทำการอบรมชุดฝึกดังกล่าวจะต้องได้รับ มาตรฐานพร้อมมีเอกสารรับรองผู้ผ่านการสอบมาตรฐาน Thai meister Germany ด้าน electrical engineering, Pyrotechnics Air condition, chassis, braking systems, Motor management & mechanics, Diagnostic system , Data transmission technology หรือเทียบเท่า พร้อมแนบเอกสารรับรองอย่างชัดเจนแนบมายังวันยื่นซองเพื่อประกอบการพิจารณา เพื่อให้ได้มาตรฐานการอบรมอย่างสมบูรณ์แบบตามมาตรฐาน
- 4.6.8 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้เครื่องมือวัดทดสอบระบบส่งกำลังจำลองการขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
  - 4.6.8.1 ชุดปฏิบัติเรียนรู้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
    - 4.6.8.1.1 ชุดฝึกระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นชุดที่ออกแบบสำหรับการใช้ในการศึกษาและทำความเข้าใจการทำงาน เพื่อให้เหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบพร้อมกับโปรแกรมควบคุมสำหรับใช้ปรับจูน กำลัง ความเร็ว และทิศทาง

ตลอดจนการศึกษาการเบรกมอเตอร์ด้วยการผลิตไฟฟ้า (Re-Gen) มีมาตรฐานวัด  
และการสื่อสารแบบมาตรฐานฟ แบบ CAN BUS

- 4.6.8.1.2 ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Brushless มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.8.1.2.1 กำลังสูงสุด ไม่น้อยกว่า 20 kW
- 4.6.8.1.2.2 แรงบิดสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 นิวตัน-เมตร ที่กระแส 250A
- 4.6.8.1.3 แบตเตอรี่ มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.8.1.3.1 ประเภทแบตเตอรี่ Lithium-Ion ฟอสเฟส หรือดีกว่า
- 4.6.8.1.3.2 ความจุแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 1.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- 4.6.8.1.4 การชาร์จไฟ ชนิดเต้ารับ-เต้าเสียบ โดยชุดแปลงไฟ จาก 220VAC เป็น 72VDC
- 4.6.8.1.5 ระบบความปลอดภัย มีฟิวส์ป้องกัน และมีฝาครอบล้อ
- 4.6.8.1.6 มีชุดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ หรือดีกว่า

- ชุดคำสั่ง 1000 : Hardware version
- ชุดคำสั่ง 1001 : Software version
- ชุดคำสั่ง 1002 : Work mode
- ชุดคำสั่ง 1003 : Startup mode
- ชุดคำสั่ง 1004 : encoder pulses per cycle
- ชุดคำสั่ง 1005 : Exchange AB Signal
- ชุดคำสั่ง 1006 : Exchange Phase Line
- ชุดคำสั่ง 1007 : Motor Pole pairs
- ชุดคำสั่ง 1008 : Motor Rated Power (KW)
- ชุดคำสั่ง 1009 : Motor Rated Voltage (V)
- ชุดคำสั่ง 100A : Motor Rated Current (A)
- ชุดคำสั่ง 100B : Motor Rated Speed (rpm)
- ชุดคำสั่ง 100C : Motor Rated Slip
- ชุดคำสั่ง 100E : Encoder Filter Depth
- ชุดคำสั่ง 1014 : Gear Ratio
- ชุดคำสั่ง 1015 : Tire Diameter (cm)

- ชูตคำสั่ง 1016 : Speed Pulse Gain
- ชูตคำสั่ง 1017 : CAN Speed Gain
- ชูตคำสั่ง 101B : Enable 12V Acc Power Supply
- ชูตคำสั่ง 101C : Use Acc Switch Signal
- ชูตคำสั่ง 101D : Acc Alarm Voltage(mv)
- ชูตคำสั่ง 101E : Acc Max Voltage (mv)
- ชูตคำสั่ง 101F : Acc Min Voltage (mv)
- ชูตคำสั่ง 1023 : Battery Rated Voltage (V)
- ชูตคำสั่ง 1024 : Battery Rated Capacity (AH)
- ชูตคำสั่ง 1025 : Batt Low Protect Voltage (V)
- ชูตคำสั่ง 1026 : Enable Soft Batt Low Protect
- ชูตคำสั่ง 1027 : Soft Batt Low Voltage (V)
- ชูตคำสั่ง 1028 : Batt Low Protc Time (x0.1 ms)
- ชูตคำสั่ง 1029 : Batt High Protect Voltage (V)
- ชูตคำสั่ง 102A : Bus Voltage Gain
- ชูตคำสั่ง 102D : Gear Shift Min Speed (rpm)
- ชูตคำสั่ง 102E : IU (A)
- ชูตคำสั่ง 102F : IU Gain
- ชูตคำสั่ง 1030 : IU Offset (mA)
- ชูตคำสั่ง 1031 : IV (A)
- ชูตคำสั่ง 1032 : IV Gain
- ชูตคำสั่ง 1033 : IV Offset (mA)
- ชูตคำสั่ง 1034 : IW (A)
- ชูตคำสั่ง 1035 : IW Gain
- ชูตคำสั่ง 1036 : IW Offset (mA)

- ชุดคำสั่ง 103D : Driver Overheat Temp
- ชุดคำสั่ง 103E : Driver Shutdown Temp
- ชุดคำสั่ง 103F : Driver Overheat Hysteresis
- ชุดคำสั่ง 1040 : Motor Overheat Temp
- ชุดคำสั่ง 1041 : Motor Shutdown Temp
- ชุดคำสั่ง 1042 : Motor Overheat Hysteresis
- ชุดคำสั่ง 1043 : Enable Overheat Curr Limit
- ชุดคำสั่ง 1044 : Overheat Curr Limit Val (%)
- ชุดคำสั่ง 1045 : Driver PWM Frequency (KHz)
- ชุดคำสั่ง 1046 : Driver Max Output Current (A)
- ชุดคำสั่ง 1047 : Current Kp
- ชุดคำสั่ง 1048 : Current Ki
- ชุดคำสั่ง 1049 : Test Current Freq (x0.1Hz)
- ชุดคำสั่ง 104A : Slip Filter Deepth
- ชุดคำสั่ง 104B : Curr Limit Recovery Time (x0.1ms)
- ชุดคำสั่ง 104C : Magnet Weak Deepth
- ชุดคำสั่ง 104D : Energy Recycle Deepth
- ชุดคำสั่ง 104F : Curr Limit Min Speed (rpm)
- ชุดคำสั่ง 1050 : Current Ref Mode
- ชุดคำสั่ง 1051 : Current Ref Filter Deepth
- ชุดคำสั่ง 1054 : Speed Kp
- ชุดคำสั่ง 1055 : Speed Ki
- ชุดคำสั่ง 1056 : Energy Recycle Kp
- ชุดคำสั่ง 1057 : Speed Ref Filter Deepth
- ชุดคำสั่ง 1058 : Speed Fdb Filter Deepth

- ชุดคำสั่ง 1059 : Use Pure Speed Mode
- ชุดคำสั่ง 105A : Pure Speed Mode Idle Speed (rpm)
- ชุดคำสั่ง 1060 : First Acc Time (x0.1 ms)
- ชุดคำสั่ง 1061 : Second Acc Time (x0.1 ms)
- ชุดคำสั่ง 1062 : Reverse Acc Time (x0.1 ms)
- ชุดคำสั่ง 1063 : Current Down Time (x0.1 ms)
- ชุดคำสั่ง 1064 : Rel Acc Curr Down Time (x0.1 ms)
- ชุดคำสั่ง 1069 : Is Default Eco Mode
- ชุดคำสั่ง 106A : Mode Shift Time (x0.1 ms)
- ชุดคำสั่ง 106B : Reverse Max Speed (rpm)
- ชุดคำสั่ง 106F : Eco Mode Max Speed (rpm)
- ชุดคำสั่ง 1070 : Eco Mode Max Current (A)
- ชุดคำสั่ง 1071 : Eco Mode Rated Current (A)
- ชุดคำสั่ง 1072 : Eco Mode Min Current (A)
- ชุดคำสั่ง 1074 : Eco Mode Speed Filter Deepth
- ชุดคำสั่ง 1078 : Crazy Mode Max Speed (rpm)
- ชุดคำสั่ง 1079 : Crazy Mode Max Current (A)
- ชุดคำสั่ง 107A : Crazy Mode Rated Current (A)
- ชุดคำสั่ง 107B : Crazy Mode Min Current (A)
- ชุดคำสั่ง 1080 : Enable Release Acc Brake
- ชุดคำสั่ง 1081 : Rel Acc Brake Time (s)
- ชุดคำสั่ง 1082 : Enable Brake Energy Recycle
- ชุดคำสั่ง 1083 : Recycle Current Limit (%)
- ชุดคำสั่ง 1086 : Max Recycle Voltage (V)
- ชุดคำสั่ง 1087 : Recycle Curr Up Time (x0.1 ms)

- ชุดคำสั่ง 1088 : Recycle Enter Speed (rpm)
  - ชุดคำสั่ง 1089 : Recycle Exit Speed (rpm)
  - ชุดคำสั่ง 108E : Enable Slope Assist
  - ชุดคำสั่ง 108F : Slope Max Sliding Speed (rpm)
  - ชุดคำสั่ง 1090 : Steep Slope Hold Time (s)
  - ชุดคำสั่ง 1091 : Max Sliding Distance (x0.1 round)
  - ชุดคำสั่ง 1092 : Slope Current Up Time
  - ชุดคำสั่ง 1093 : Slope Speed Filter Depth
  - ชุดคำสั่ง 1094 : Slope Compensate Gain
  - ชุดคำสั่ง 1095 : Slope Lock Pulses
  - ชุดคำสั่ง 1096 : Slope Compensate Speed (rpm)
  - ชุดคำสั่ง 109B : Enable CAN Communication
  - ชุดคำสั่ง 109C : Rotor Resistance ( $m\Omega$ )
  - ชุดคำสั่ง 109D : CAN Protocol
  - ชุดคำสั่ง 10A1 : COM Baud rate
- 4.6.8.1.7 อุปกรณ์และชุดควบคุมจะต้องติดตั้งบนโครงที่แข็งแรง รองรับภาระหมุนที่ความเร็วสูงได้ดี
- 4.6.8.1.8 มีชุดควบคุมการทำงานแบบทชสกรีน สำหรับไว้ปรับจูน แสดงมาตรวัด เขียนและปรับโปรแกรม เก็บ และบันทึกโปรแกรมที่ตั้งไว้ตามใบงาน
- 4.6.8.1.9 จอแสดงผลขนาด 19 นิ้วแบบสัมผัส จำนวน 1 จอ มีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.8.1.9.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว
  - 4.6.8.1.9.2 เป็นจอแสดงผลแบบ LED หรือ LCD และเป็นแบบทชสกรีน
  - 4.6.8.1.9.3 สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมผ่านทาง USB หรือดีกว่า
- 4.6.8.1.10 ใช้แรงดันไฟฟ้า 220V หรือดีกว่า
- 4.6.8.1.11 สามารถรับระบบปฏิบัติการควบคุมโครงข่ายระบบได้พร้อมมีตัวอย่างการทำงานดังนี้
- 1) Power Industry
  - 2) Transportation
  - 3) Packaging Industry

- 4) E&C Industry
- 5) Textile Industry
- 6) Medical Industry
- 7) ระบบดังกล่าวเป็นตัวอย่างการจำลองพร้อมภาพจำลองเคลื่อนไหว
- 4.6.8.1.12 ระบบจำลองสถานการณ์ ไม่น้อยกว่า 10 จุดเชื่อมต่อร่วมจอแสดงผลแบบสัมผัส
  - 4.6.8.1.12.1 เป็นระบบที่จำลองงานผ่านแอปพลิเคชัน Android หรือ iOS
  - 4.6.8.1.12.2 เป็นระบบที่สามารถจำลองสถานการณ์ได้แบบไร้สาย ไม่น้อยกว่า 10 จุด สามารถเชื่อมต่อกับจอแสดงผลของชุดฝึกได้
  - 4.6.8.1.12.3 มีระบบล็คสัญญาณควบคุมความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ สั่งงานผ่านแท็บเล็ตไร้สาย
  - 4.6.8.1.12.4 มีระบบกฎแฉ้อจรรย์ยะสมารท์คีย์หากกฎแฉ้ออยู่ในระยะใกล้ระบบจะตัดการทำงานของ แผงควบคุมได้แบบอัตโนมัติ
- 4.6.8.1.13 มีใบงานสำหรับใช้ในการสอนและภาคปฏิบัติ
- 4.6.8.1.14 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา
- 4.6.8.1.15 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 4.7 ชุดทดสอบการพาความร้อนแบบอิสระและบังคับจำลองกระบวนการของยานยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 4.7.1 เป็นชุดทดสอบการพาความร้อนที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001:2015 และหากเป็นผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยต้องแสดงใบประกอบกิจการโรงงาน (รง.4) ของผู้ผลิตแนบมาด้วย และผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตพร้อมแนบเอกสารมายังวันยื่นซอง
- 4.7.2 ท่อลมมีพื้นที่หน้าตัดขนาดไม่น้อยกว่า 120 x 120 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร
- 4.7.3 แผ่นให้ความร้อนมีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 320 วัตต์
- 4.7.4 พื้นผิวให้ความร้อนทำจากอลูมิเนียม มีแบบและขนาดพื้นที่ผิวต่าง ๆ ดังนี้
  - 4.7.4.1 แบบแผ่นแบน ขนาดไม่น้อยกว่า 100 ตารางเซนติเมตร
  - 4.7.4.2 แบบทรงกระบอก ขนาดรวมไม่น้อยกว่า 600 ตารางเซนติเมตร
  - 4.7.4.3 แบบครีป ขนาดรวมไม่น้อยกว่า 1600 ตารางเซนติเมตร
  - 4.7.4.4 มีพัดลมแบบไหลตามแนวแกนสามารถควบคุมหรือปรับความเร็วของพัดลมได้
  - 4.7.4.5 มีอุปกรณ์วัดความเร็วลมแบบดิจิตอลชนิด จำนวน 1 อัน

- 4.7.4.6 มีหัววัดอุณหภูมิ ตำแหน่งต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้
- 4.7.4.7 มีหัววัดอุณหภูมิติดตั้งตรงตำแหน่งทางเข้าท่อลม จำนวน 1 หัว และทางออกท่อลม จำนวน 1 หัว
- 4.7.4.8 มีหัววัดอุณหภูมิสำหรับวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นให้ความร้อน จำนวนไม่น้อยกว่า 3 หัว
- 4.7.5 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิแบบตัวเลข จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.7.5.1 อุปกรณ์หลักติดตั้งบนโครงเหล็กพ่นสี หรือสแตนเลสบางส่วน
  - 4.7.5.2 ใช้ไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์
- 4.7.6 ต้องแนบแคตตาล็อก ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคครบมาพร้อมการเสนอราคา
- 4.7.7 มีคู่มือวิธีการใช้และทดลอง 1 ชุด ในรูปแบบเอกสารและเป็นไฟล์ใน USB ในวันตรวจรับพัสดุ

#### 4.8 ชุดปฏิบัติการจำลองและเขียนคำสั่งควบคุมรถขับเคลื่อนอัตโนมัติ จำนวน 10 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 4.8.1 มีหน่วยประมวลผล (Processor) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 cores) และเป็นสถาปัตยกรรมแบบ CUDA
- 4.8.2 มีหน่วยความจำ ชนิด LPDDR4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB/64bit
- 4.8.3 มีหน่วยความจำทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1600MHz
- 4.8.4 มีหน่วยความจำ eMMC 5.1 ไม่น้อยกว่า 16GB
- 4.8.5 รองรับการถอดรหัสวิดีโอโดยเทียบเท่าหรือดีกว่า 500MP/sec(1x 4K @ 60 (HEVC), 2x 4K @ 30 (HEVC), 4x 1080p @ 60 (HEVC), 8x 1080p @ 30 (HEVC), 9x 720p @ 60 (HEVC))
- 4.8.6 รองรับการเชื่อมต่อกล้องแบบ MIPI CSI-2 D-PHY 1.1 (1.5 Gb/s per pair)
- 4.8.7 รองรับการเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ตที่เทียบเท่าหรือดีกว่า Gigabit Ethernet, M.2 Key E
- 4.8.8 มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า HDMI 2.0 and eDP 1.4
- 4.8.9 มีความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ USB ไม่น้อยกว่า 5 พอร์ต 3x USB 3.0, USB 2.0 Micro-B
- 4.8.10 มีพอร์ตรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์จากภายนอก GPIO หรือ I2C หรือ I2S หรือ SPI หรือ UART
- 4.8.11 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Python หรือ ภาษา C หรือ C++
- 4.8.12 สามารถรองรับระบบชาลนูลาด ROS

- 4.8.13 มีระบบกล้องประมวลผล depth camera และ LiDAR สำหรับเรียนรู้จากการประมวลผลและการเลนนิ่งโดยผู้ใช้
- 4.8.14 มีจอสำหรับแสดงผลข้อมูลขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
- 4.8.15 สามารถตรวจจับสี วัตถุ และตรวจจับสิ่งกีดขวางได้
- 4.8.16 มีระบบตรวจจับ AR Tag recognition
- 4.8.17 รองรับการควบคุมด้วยระบบรีโมทคอนโทรลแบบไร้สาย joystick และ สมาร์ทโฟน
- 4.8.18 รองรับแอปพลิเคชันการ Mapping ได้
- 4.8.19 มีระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 4.8.20 มีล้อรองรับการขับเคลื่อนแบบยางหุ้มหรือล้อแบบ Omni ไม่น้อยกว่า 4 ล้อ
- 4.8.21 โครงสร้างทำจากอลูมิเนียมผ่านการอะโนไดซ์
- 4.8.22 มีระบบจ่ายแรงดันไฟฟ้าชนิดลิเทียมแบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 12V 5000mAh
- 4.8.23 ประยุกต์การใช้งานด้านปัญญาประดิษฐ์ในงานหุ่นยนต์ โดรน ด้านเกษตร เป็นอย่างน้อย
- 4.8.24 ระบบดังกล่าวเป็นระบบที่ถูกประกอบและพร้อมสำหรับใช้งานในวันที่คณะกรรมการตรวจรับสามารถทำงานสาธิตระบบให้กับทางคณะกรรมการตรวจรับได้
- 4.8.25 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นในวันเสนอราคา

#### 4.9 เครื่องทดสอบสมรรถนะมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดประกอบดังนี้

- 4.9.1 สามารถวัดกำลังได้ไม่น้อยกว่า 100 HP/TORQUE 200 N.M หรือมากกว่า
- 4.9.2 น้ำหนักสูงสุด (Maximum axle weight) ไม่น้อยกว่า 100 kg
- 4.9.3 ความเร็วการทดสอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 250 cc
- 4.9.4 สามารถจับรอบความเร็วจากสัญญาณจุดระเบิดได้
- 4.9.5 สามารถแสดงผลค่ากราฟ HP แรงบิด กระแส แรงดันไฟฟ้า และปรับจูนกล่องประมวลผลขับเคลื่อนของมอเตอร์ฮับล้อได้
- 4.9.6 มีระบบปรับโหลดทดสอบเสมือนบนถนนได้
- 4.9.7 สามารถทดสอบการขับเคลื่อนระยะเวลาความเร่งที่ 200 เมตร และ 400 เมตรได้
- 4.9.8 ใช้ไฟฟ้า 220V เฟสเดียว หรือ 380V หรือดีกว่า
- 4.9.9 สามารถแสดงผลในรูปแบบเอกสารกราฟที่ได้จากการวัดค่า
- 4.9.10 มีระบบปฏิบัติการที่ใช้รวมกับการทำงานเป็นระบบ Window 7 หรือ Window 10 มีรายละเอียดดังนี้
  - 1) มีระบบแสดงผลสถานะ Online ของระบบเมื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
  - 2) มีระบบแสดงผลค่าความผิดพลาดค่า Error เมื่อเกิดเหตุขัดข้องของระบบ
  - 3) สามารถเลือกย่านวัด RPM ได้หรือมากกว่า
  - 4) สามารถตั้งชื่อลูกค้า Customer ได้
  - 5) มีระบบแสดงผลการทำงาน Runtime and mileage Count

- 6) มีเกจแสดงผลรอบ RPM แบบเข็มและตัวเลข x1000 ไม่น้อยกว่า 12000 รอบ
- 7) มีเกจแสดงอัตราการผสม A/F Mixer ไม่น้อยกว่า 18 หน่วย
- 8) มีกราฟแสดงผลแบบเรียลไทม์สามารถแสดงผลค่า กำลังและแรงบิด ได้พร้อมกัน
- 9) มีจอหน้าต่างแสดงผลกำลัง HP แรงบิด แบบตัวเลขดิจิทัล
- 10) มีเกจแสดงผลความเร็วของโรลเลอร์ไม่น้อยกว่า 240 km/h
- 11) สามารถแสดงค่ากราฟหลังจบการทดสอบและปรี้นค่าได้ผ่านเครื่องพิมพ์

4.9.11 มีอุปกรณ์ Hall voltage battery จำนวน 1 ชุด

4.9.12 มีระบบช่วยหยุดรถติดตั้งมาจากผู้ผลิต

4.9.13 มีอุปกรณ์ A/F meter จำนวน 1 ชุด

4.9.14 สามารถทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าพร้อมแสดงผลค่ากระแสได้อย่างถูกต้อง

4.9.15 เป็นผลิตภัณฑ์ผลิตขึ้นภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2008, DIN, ANSI อย่างใดอย่างหนึ่งหรือ ISO9001:2015 พร้อมมีเอกสารรับรองแนบมาพร้อมกับการยื่นซองเพื่อให้ทางคณะกรรมการพิจารณาและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ราชการ

4.9.16 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรืออังกฤษไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.9.17 มีแบบแปลนการติดตั้งแนบมาพร้อมกับการยื่นซอง

4.9.18 มีระบบประมวลผลสำหรับแสดงค่าที่วัดได้

4.9.19 ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้และแนบเอกสารแบบการติดตั้งมาพร้อมกับการยื่นซอง

4.9.20 ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตพร้อมระบุสถานศึกษาที่ส่งมอบในเอกสารแต่งตั้งพร้อมแนบเอกสารมาในวันเสนอราคา

## 5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1 มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่อง

5.2 มีการจัดอบรมให้กับทางมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 2 วัน โดยแนบตารางอบรมชัดเจน ในวันที่ยื่นเสนอราคา โดยทางบริษัท ต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการอบรม

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน

8. ระยะเวลาประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ อาคาร 6 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ลงชื่อ\_\_\_\_\_ประธานกรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย จันทรเพ็ง)  
 อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ\_\_\_\_\_กรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ แย้มแฟง)  
 หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ\_\_\_\_\_กรรมการและเลขานุการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง)  
 อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ\_\_\_\_\_กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีย์)  
 คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์