

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Terms of Reference : TOR)
ครุภัณฑ์ชุดฝึกทักษะเชิงปฏิบัติการด้านแบตเตอรี่และสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์อนาคต
แขวงวิชาชีพพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

ระบบห่วงโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าจัดเป็นกลุ่มเป้าหมายในอุตสาหกรรมดิจิทัล ซึ่งถือเป็นแนวโน้มสำคัญของอุตสาหกรรมโลก จากผลกระทบด้านพลังงานและการผันผวนของต้นทุนด้านพลังงานในปัจจุบัน อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและนวัตกรรม การพัฒนาเทคโนโลยีด้านดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ และพลังงาน หากประเทศไทยจะรักษาความเป็นผู้นำด้านการผลิตและการส่งออก อุตสาหกรรมยานยนต์ในภูมิภาค จำเป็นต้องปรับเปลี่ยน เตรียมพร้อม และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมฯ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับ 4 ประเทศในอาเซียน ที่ตั้งเป้าหมายจะพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าให้เป็นอันดับ 1 ของ ASEAN (ASEAN EV HUB) และจะก้าวไปสู่ลำดับ 2 ของโลก รองจากประเทศจีน เนื่องจากอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ลงทุนได้ง่าย ใช้เงินลงทุนน้อย อุปกรณ์ซับซ้อนน้อยกว่า การผลิตรถยนต์แต่ละรุ่นสามารถผลิตได้ด้วยจำนวนน้อย และมีความเป็นไปได้ที่แต่ละประเทศจะสามารถผลิตยานยนต์ไฟฟ้าร้อยละ 100 ภายใน 5 - 10 ปี

การเตรียมความพร้อมของอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากรัฐบาลจะต้องกำหนดวิสัยทัศน์ และเป้าหมายให้ชัดเจนแล้ว ยังต้องมีการส่งเสริมการใช้งาน xEV ในรูปแบบต่างๆ การสร้างระบบนิเวศน์ให้มีความพร้อมต่อการใช้งาน อาทิ การพัฒนาผู้ประกอบการไทย การพัฒนากำลังคน การพัฒนามาตรฐาน/ข้อบังคับ/กฎระเบียบ/กฎหมาย การสร้าง/เตรียมความพร้อมด้านการใช้งาน (การสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ) เป็นต้น ซึ่งคณะอนุกรรมการยานยนต์ไฟฟ้า ในคณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร มีมติเห็นชอบในหลักการของสมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่” และให้นำข้อมูลผนวกเป็นเนื้อหาสำคัญในรายงานผลการศึกษานโยบายยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ในเดือนกันยายน 2563 สิ่งสำคัญอีกประการ คือ การเตรียมความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เป็นไปตามทิศทางการพัฒนาในอนาคต มุ่งสู่การพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Vehicles) หรือ ยานยนต์ไร้คนขับ (Driverless Vehicles) การเชื่อมต่อระหว่างยานพาหนะ (Connected Vehicles) การปรับให้เป็นระบบไฟฟ้า (Electrification) และยานยนต์แห่งการแบ่งปัน (Shared Vehicles) โดย การใช้วิทยาการดิจิทัล ต่าง ๆ อาทิ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ซึ่งมีเป้าหมายในการทำให้คนมีความสะดวกสบาย และมีความปลอดภัยในการดำเนินชีวิต โดยการสร้างนวัตกรรมรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ OE2D (Self-Driving Car)

นอกจากนี้ ยุทธศาสตร์ชาติและแผนแม่บทที่ 11 เป้าหมายของแผนย่อยด้านแรงงาน มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิต มีทักษะอาชีพสูง ตระหนักในความสำคัญที่จะพัฒนาตนเองให้เต็มศักยภาพ สามารถปรับตัว



และเรียนรู้สิ่งใหม่ตามพลวัตของโครงสร้างอาชีพ และความต้องการของตลาดแรงงานเพิ่มขึ้น ยิ่งต่ำกว่าค่าเป้าหมายและอยู่ในสถานการณ์วิกฤตในการบรรลุเป้าหมาย และสะท้อนให้เห็นถึงสถานการณ์พัฒนาที่แย่งร้อยละ 211.35 ดังนั้น โครงการนี้ จะนำไปสู่การส่งเสริมการใช้งาน xEV ในรูปแบบต่างๆ การสร้างระบบนิเวศน์ให้มีความพร้อมต่อการใช้งาน อาทิ การพัฒนาผู้ประกอบการไทย การพัฒนากำลังคน ซึ่งจะมีเนื้อหาการฝึกอบรมมุ่งเน้นไปใน 4 ประเด็นดังนี้ 1) การปรับให้เป็นระบบไฟฟ้า (Electrification) 2) การเชื่อมต่อ (Connectivity) 3) การขับเคลื่อนไร้คนขับ (Autonomous driving) และ 4) การคมนาคมขนส่งร่วม (Shared mobility) ทั้งนี้ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายในการผลักดันผู้ประกอบการเดิมสามารถปรับตัวไปสู่การผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและมีการลงทุนเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญภายในประเทศ และสร้างกำลังคนที่มีสมรรถนะสูง คุรุภัณฑ์ชุดเรียนรู้เชิงปฏิบัติการยานยนต์อนาคตแบบไร้คนขับ จะเป็นส่วนหนึ่งของกลไกในการส่งเสริมและพัฒนาากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคการผลิตเป้าหมาย และความสามารถสร้างงานอนาคตของประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีด้านการเรียนการสอนที่ทันสมัยผ่านกลไกการทำงานของห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมเพื่ออุตสาหกรรมเป้าหมายอนาคต

2.2 จัดหาเครื่องมือและครุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการทำงานของห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมเพื่ออุตสาหกรรมเป้าหมายอนาคต

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

เป็นไปตามระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

4. รายละเอียดทางเทคนิค

คุรุภัณฑ์ชุดฝึกทักษะเชิงปฏิบัติการด้านแบตเตอรี่และสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์อนาคต แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.1 ชุดฝึกทักษะการทดสอบแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์อนาคต (Battery testing skills training kit for future vehicles) จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะ

เป็นเครื่องฝึกที่มีจุดประสงค์หลักเพื่อการสอนด้านโครงสร้างของแบตเตอรี่ ได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับวัสดุแบตเตอรี่ (Battery material theory) สัญฐานวิทยาเกี่ยวกับโครงสร้างแบตเตอรี่ (Structural morphology) รวมไปถึงการทดสอบเพื่อหาค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานของแบตเตอรี่ คุณสมบัติของแบตเตอรี่ และความปลอดภัยของแบตเตอรี่ มาพร้อมกับแบบเรียนและการฝึกภาคปฏิบัติที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และเกิดความเชี่ยวชาญทางด้านโครงสร้าง และคุณลักษณะของแบตเตอรี่ รายละเอียดอื่น ๆ ของชุดฝึก





คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

4.1.1 ชุดฝึกมีการออกแบบให้มีคุณสมบัติเพื่อการใช้งานพื้นฐาน ดังนี้

4.1.1.1 ชุดฝึกสามารถรองรับระบบไฟฟ้า (Power supply) ในแบบ Single-phase แรงดัน 220 VAC/110 VAC, ความถี่ 40 ถึง 60 Hz หรือ ดีกว่า

4.1.1.2 ชุดฝึกมีหน้าจอแสดงผลอย่างน้อย 2 หน้าจอ (Dual-screen) ที่สามารถทำหน้าที่เป็นหน้าจอคำสั่ง (Operating Screen) และ หน้าจอแนะนำ/แสดงตัวอย่าง (Teaching Demonstration Screen) เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

4.1.1.3 หน้าจอคำสั่งมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว เป็นหน้าจอชนิด TFT LCD touch screen ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1080*720 หรือ ดีกว่า

4.1.1.4 หน้าจอแนะนำ/แสดงตัวอย่างมีขนาดไม่น้อยกว่า 32 นิ้ว เป็นหน้าจอชนิด TFT LCD screen ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1080*720 หรือ ดีกว่า

4.1.1.5 ชุดฝึกสามารถแสดงสถานะการทำงานของชุดฝึกได้ด้วยแสงไฟ (Color Status indicator) ที่สามารถแสดงสถานะการทำงานของชุดฝึกด้วยแสงไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 สี ที่แตกต่างกัน หรือ ดีกว่า

4.1.1.6 ชุดฝึกสามารถแจ้งการทำงานที่เกิดขึ้นกับหน่วยการทำงานแต่ละหน่วยภายในชุดฝึกได้ (Functional Unit Alarm Indicators) หรือ ดีกว่า

4.1.1.7 ชุดฝึกมีรูปแบบในการเชื่อมต่อสื่อสารกับระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Communication method) ได้แก่ WIFI, USB Interface และ Ethernet Interface หรือ ดีกว่า

4.1.1.8 ชุดฝึกสามารถรองรับการอัปเดต และการเพิ่มเติมส่วนขยายได้ เพื่อการสะดวกต่อการพัฒนาการเรียนรู้ และการแก้ไขความผิดปกติในระบบที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

4.1.1.9 ชุดฝึกมีการกำหนดพื้นที่การทำงาน (Clear Zoning Design) ได้แก่ พื้นที่ในการแสดงผล (Display Area), พื้นที่ในการฝึกอบรม (Training Area), พื้นที่ควบคุม (Control Area) และ พื้นที่จัดเก็บอุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง (Storage Area) หรือ ดีกว่า

4.1.1.10 ส่วนของแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply) และบริเวณจุดวางแบตเตอรี่ จะต้องมีการครอบด้วยวัสดุป้องกันแบบใส หรือ ดีกว่า เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการสัมผัสโดยผู้ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการฝึก

4.1.1.11 ชุดฝึกจะต้องมีระบบหยุดการทำงานฉุกเฉินด้วยปุ่มกด (Emergency Stop Button) หรือ ดีกว่า เพื่อตัดระบบไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อมีเหตุการณ์ฉุกเฉิน

4.1.1.12 ชุดฝึกจะต้องมีระบบป้องกันไฟรั่ว (Leakage Protection Switch) ที่สามารถตัดไฟได้โดยอัตโนมัติ หรือ ดีกว่า เพื่อป้องกันสถานการณ์ฉุกเฉิน และ ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับผู้ใช้งาน

4.1.1.13 อุปกรณ์การเรียนรู้อื่น ๆ ที่ใช้ร่วมกับหัวข้อการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกจะต้องมาพร้อมอุปกรณ์จัดเก็บแบบพกพาได้ (Portable Carrying Case) หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกเรียบร้อยในการจัดเก็บอุปกรณ์





4.1.1.14 ชุดฝึกต้องออกแบบให้สามารถจัดเก็บอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ได้ในตัว เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บ และการนำอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ มาใช้งาน ประกอบด้วยช่องใส่อุปกรณ์แบบลิ้นชักชั้นเก็บของ หรือ ดีกว่า

4.1.1.15 ชุดฝึกมีอุปกรณ์รองรับแบบ Universal Caster หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง เคลื่อนย้าย ปรับตำแหน่ง

4.1.1.16 ชุดฝึกมีรูปแบบในการส่งข้อมูลชนิด RS485, RS232 และ HDMI หรือ ดีกว่า

4.1.1.17 ชุดฝึกมีรูปแบบในการทดสอบเบื้องต้น ได้แก่ ทดสอบความต้านทาน (Resistance Test), ทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Test), การวินิจฉัย OBD (OBD Diagnostics), ทดสอบการเชื่อมต่อสายสำหรับ BMS (Routing Inspection (BMS)) และ ทดสอบการรั่วไหล (Leakage Test) หรือ ดีกว่า

4.1.1.18 ชุดฝึกมีหน่วยความจำในตัวขนาดไม่น้อยกว่า 8G และสามารถรองรับการถ่ายโอนข้อมูลการทดสอบได้ผ่าน USB disk หรือ ดีกว่า

4.1.1.19 ชุดฝึกมีค่าความต้านทานแรงดันไฟฟ้า (Withstanding Voltage): ในรูปแบบ Input-shell อยู่ที่ 1500 VDC 1 min หรือ ดีกว่า

4.1.1.20 ชุดฝึกมีรูปแบบในการป้องกัน ได้แก่ การป้องกันตัวเครื่องหลัก (Main Tester Protection), การป้องกันการเชื่อมต่อกลับขั้ว (Polarity Reversed Connection) และ การป้องกันความผิดปกติของระบบไฟฟ้า (Abnormal Protection: Power Cord Power-off) หรือ ดีกว่า

4.1.1.21 ชุดฝึกมีรูปแบบในการแจ้งสัญญาณเตือน (Alarm Prompt) ได้แก่ LCD Display, Buzzer Warning, Pop-up Window Prompt และ Fault alarm Light Flash หรือ ดีกว่า

4.1.2 ชุดฝึกมีคุณสมบัติทางเทคนิคแบ่งตามหัวข้อการอบรม (Functional Modules) ดังนี้

4.1.2.1 หัวข้อการอบรมเรื่องการประกอบ และ ถอด แบตเตอรี่ (Battery Assm/Disasm Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.1.1 มีเซลล์แบตเตอรี่สำหรับการอบรม ชนิด LFP แบบ Square Cell ขนาดแรงดัน Nominal Voltage ไม่น้อยกว่า 3.2 V พร้อมรูปแบบการป้องกันชนิด External Insulation Protection หรือ ดีกว่า

4.1.2.1.2 เซลล์แบตเตอรี่ที่ใช้ในการอบรมมีจำนวนไม่น้อยกว่า 30 เซลล์ โดยเซลล์แบตเตอรี่ต้องมีบาร์โค้ด หรือ คิวอาร์ เลเซอร์โค้ดกำกับ และ มาพร้อมอุปกรณ์จัดเรียงแบตเตอรี่แบบโมดูล (Module Placement with limiters)

4.1.2.1.3 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connector bars) พร้อมการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร หรือ ดีกว่า เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานแบตเตอรี่และชุดฝึก

4.1.2.1.4 มีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ (BMS Control Mainboard) แบบ 24s หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.2.1.5 มีอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล (Data Acquisition PCB) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

4.1.2.1.6 มีสายเชื่อมต่อสำหรับเก็บข้อมูล (Data Sampling Harness) และสายสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Communication Harness) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.2.1.7 ในการอบรมการประกอบเซลล์แบตเตอรี่ จะต้องมียุทธศาสตร์จำลองแบตเตอรี่ที่มีความสามารถในการปิดกั้นอากาศได้ หรือ ดีกว่า เพื่อรองรับการทดสอบการรั่ว (Airtightness Testing)

4.1.2.1.8 เมื่อผู้ใช้งานทำการแยกแบตเตอรี่ออกจากแพค (Cell Disassembly) เซลล์แบตเตอรี่จะต้องมีกล่องเก็บชนิดกันกระแทกได้ หรือ ดีกว่า

4.1.2.1.9 มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบการระบายความร้อนแบตเตอรี่ด้วยอากาศ และการระบายความร้อนด้วยของเหลว (Air-cooling and Liquid-cooling Battery Training) และการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบการป้องกันแรงดันสูง (High-voltage Interlock Training) หรือ ดีกว่า

4.1.2.2 หัวข้อการอบรมเรื่องสายเชื่อมต่อแบตเตอรี่ (Cable Making Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.2.1 การอบรมต้องมีการให้ความรู้เรื่องการประกอบสายสัญญาณ (Harness Fabrication Process) การระบุตำแหน่ง/ความหมาย ของสาย (Harness Pin Definition), การให้ความรู้เรื่องเทคนิคการผลิต และวัสดุที่ใช้ทำสายสัญญาณ (Processing Techniques and Materials) หรือ ดีกว่า

4.1.2.3 หัวข้อการอบรมเรื่องการทดสอบคุณภาพของเซลล์แบตเตอรี่ (Cell Performance Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.3.1 มียุทธศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับการอบรม ได้แก่ เครื่องอ่านบาร์โค้ด เครื่องวัดความต้านทาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด พร้อมระบบแสดงสถานะการทำงานด้วยแสงไฟ (Status Indicator Lights) หรือ ดีกว่า

4.1.2.3.2 การวัดความต้านทานมีย่านในการวัดอยู่ที่ 0 ถึง 100 mΩ หรือ ดีกว่า และมีค่าความละเอียดในการแสดงผล (Resolution) อยู่ที่ 0.001 mΩ หรือ ดีกว่า

4.1.2.3.3 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ 0 ถึง 17 V หรือ ดีกว่า

4.1.2.3.4 มีระบบการวิเคราะห์เชิงสถิติของการวัดค่าความต้านทานภายใน (Internal Resistance Statistical Analysis) และ สามารถแสดงผลค่าสูงสุด (Maximum Value), ค่าต่ำสุด (Minimum Value) หรือ ดีกว่า

4.1.2.4 หัวข้อการอบรมเรื่องการทดสอบการเชื่อมต่อสายสำหรับ BMS (Routine Inspection (BMS) Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.4.1 มียุทธศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับการอบรม ได้แก่ สายเชื่อมต่อ (Dedicated Harness) อุปกรณ์ตรวจสอบแบตเตอรี่ (Intelligent Battery Inspection Module) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด พร้อมระบบแสดงสถานะการทำงานด้วยแสงไฟ (Status Indicator Lights) หรือ ดีกว่า

4.1.2.4.2 มีช่องสัญญาณในการเชื่อมต่อเซลล์แบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ และ ช่องสัญญาณในการวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ ที่มีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ -40 °C ถึง +100 °C และความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิที่ $\pm 2\%$ หรือ ดีกว่า

4.1.2.4.3 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ 0 ถึง 5.000 V ความละเอียดในการแสดงผลที่ 1 mV และความแม่นยำที่ <5mV หรือ ดีกว่า

4.1.2.4.4 รองรับการจัดเรียงแบตเตอรี่ทั้งในรูปแบบ ขั้วบวก และ ขั้วลบ (Positive and Negative Cell Sequence) พร้อมฟังก์ชันในการแจ้งเตือนแรงดันไม่สม่ำเสมอ (Voltage Difference Warning Function)

4.1.2.5 หัวข้อการอบรมเรื่องการทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Testing Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.5.1 ค่าในการทดสอบความเป็นฉนวนจะถูกแสดงพร้อมกันที่เครื่องทดสอบ และ ที่หน้าจอควบคุมหลัก โดยมีระบบแจ้งเตือนการทำงานของเครื่องมือวัดเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน หรือ ดีกว่า

4.1.2.5.2 มีย่านการทดสอบตั้งแต่ 500V ถึง 5000V โดยสามารถแสดงค่าความต้านทานสูงสุดที่ 1 TΩ หรือ ดีกว่า

4.1.2.6 หัวข้อการอบรมเรื่องการทดสอบการรั่วไหล (Leakage Testing Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.6.1 มีอุปกรณ์ในการทดสอบการรั่วไหลไม่น้อยกว่า 1 ชุด ที่รองรับการจดจำชิ้นงาน การทดสอบจากการอ่านด้วยเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Support Quick Recognition of Workpiece Numbers with Barcode Scanner) พร้อมแหล่งจ่ายอากาศแบบ Built-in air pump ช่วงแรงดัน 0-30 kPa หรือ ดีกว่า

4.1.2.6.2 สามารถแสดงค่าที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ ได้แก่ เลขแบตเตอรี่แพค (Pack id), ปริมาตร (Volume), แรงดันที่กำหนด (Target Pressure), แรงดันสูงสุด (Max Pressure) แรงดันต่ำสุด (Min Pressure) การรั่วไหล (Leakage) และ เวลาในการทดสอบ (Test Time) หรือ ดีกว่า

4.1.2.6.3 แสดงผลได้ในรูปแบบสองหน้าจอ (Dual Display) โดยสามารถแสดงค่าแรงดันในเชิงตัวเลข และ เชิงเส้นได้ขณะทำการทดสอบ (Real-time Display) นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการทดสอบได้ในรูปแบบภาพ (Dynamic Graphical Prompts for Testing Results) รวมไปถึงการเก็บภาพผลการทดสอบได้โดยอัตโนมัติ (Automatically Takes Screenshots) หรือ ดีกว่า

4.1.2.7 หัวข้อการอบรมเรื่องการวินิจฉัย OBD (OBD Diagnostic Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.2.7.1 มีอุปกรณ์ส่งสัญญาณจำลอง (Signal Simulation Transmitter) พร้อมสายเชื่อมต่อ (Signal Acquisition Wire) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด ที่มีความสามารถในการจำลองสัญญาณผิดปกติ (Fault Output) ได้แก่ ความผิดปกติด้านความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้า (Voltage Difference Fault) อุณหภูมิผิดปกติ (Temperature Error) ระบบความเป็นฉนวนผิดปกติ (Insulation Fault), วงจรแรงดันสูง (High Voltage Circuit) หรือ ดีกว่า

4.1.2.8 ชุดฝึกมาพร้อมกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ร่วมกัน ดังนี้

4.1.2.8.1 แบบเรียนพื้นฐาน (Textbook) แบบฝึกหัด (Worksheet) และคู่มือการใช้งาน ชุดฝึกที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านแบตเตอรี่ และการทดสอบ เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด มอบให้ในวันตรวจรับพัสดุ

คุณสมบัติอื่นๆ

- (1) ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันที่ยื่นข้อเสนอ
- (2) ผู้เสนอราคาต้องมีการรับประกันหลังการขายอย่างน้อย 1 ปี มีการบริการหลังการขายสินค้า เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสำหรับงานด้านแบตเตอรี่ ได้แก่ ข้อมูลทางเทคนิค และ การ Up Firmware
- (3) มีการสาธิตวิธีการใช้งานในการทำงานของเครื่อง ให้กับผู้ใช้งาน ณ สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ โดยผู้เสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดทุกกรณี

4.2 ชุดฝึกทักษะความรู้ทางด้านการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ไฟฟ้าแบบอัจฉริยะครบวงจร

(Complete set of training skills and knowledge in the maintenance of intelligent electric batteries) จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะ

ชุดฝึกทักษะการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์อนาคต เป็นชุดฝึกเพื่อเพิ่มทักษะความรู้เชิงปฏิบัติการด้านการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และยานยนต์พลังงานสะอาด รวมถึงยานยนต์ในกลุ่มยานยนต์อนาคต

คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

4.2.1 ชุดฝึกมีการออกแบบให้มีคุณสมบัติเพื่อการใช้งานพื้นฐาน ดังนี้

4.2.1.1 ชุดฝึกสามารถรองรับระบบไฟฟ้า (Power supply) แรงดัน 110/220VAC ในแบบ Single-phase three-wire ความถี่ 40 ถึง 60 Hz หรือ ดีกว่า

4.2.1.2 ชุดฝึกมีหน้าจอแสดงผลอย่างน้อย 2 หน้าจอ (Dual-screen) ที่สามารถทำหน้าที่เป็นหน้าจอคำสั่ง (Operating Screen) และ หน้าจอแนะนำ/แสดงตัวอย่าง (Teaching Demonstration Screen) เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

4.2.1.3 ในส่วนหน้าจอคำสั่งมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว เป็นหน้าจอชนิด TFT LCD touch screen หรือ ดีกว่า

4.2.1.4 ในส่วนหน้าจอแนะนำ/แสดงตัวอย่างมีขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว เป็นหน้าจอชนิด TFT LCD screen หรือ ดีกว่า





4.2.1.5 ชุดฝึกสามารถแสดงสถานะการทำงานของชุดฝึกได้ด้วยแสงไฟ (Color Status indicator) ที่สามารถแสดงสถานะการทำงานของชุดฝึกด้วยแสงไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 สี ที่แตกต่างกัน หรือ ดีกว่า

4.2.1.6 ชุดฝึกสามารถแจ้งการทำงานที่เกิดขึ้นกับหน่วยการทำงานแต่ละหน่วยภายในชุดฝึกได้ (Functional Unit Alarm Indicators) หรือ ดีกว่า

4.2.1.7 ชุดฝึกจะต้องมีระบบหยุดการทำงานฉุกเฉินด้วยปุ่มกด (Emergency Stop Button) หรือ ดีกว่า เพื่อตัดระบบไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อมีเหตุการณ์ฉุกเฉิน

4.2.1.8 ชุดฝึกมีรูปแบบในการเชื่อมต่อสื่อสารกับระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Communication method) ได้แก่ WIFI, USB Interface และ Ethernet Interface หรือ ดีกว่า

4.2.1.9 ชุดฝึกสามารถรองรับการอัพเดท และการเพิ่มเติมส่วนขยายได้ เพื่อการสะดวกต่อการพัฒนาการเรียนรู้ และการแก้ไขความผิดปกติในระบบที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

4.2.1.10 ฐานของชุดฝึกมีอุปกรณ์รองรับแบบ Universal Caster หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง เคลื่อนย้าย ปรับตำแหน่ง

4.2.1.11 ชุดฝึกจะต้องมาพร้อมอุปกรณ์จัดเก็บแบบพกพาได้ชนิดรถเข็น (Mobile Tool Cart) หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกเรียบร้อยในการจัดเก็บอุปกรณ์, เซลล์แบตเตอรี่ชาร์จ และ เครื่องมือช่าง เป็นต้น

4.2.1.12 ชุดฝึกจะต้องมีระบบป้องกันไฟรั่ว (Leakage Protection Switch) ที่สามารถตัดไฟได้โดยอัตโนมัติ หรือ ดีกว่า เพื่อป้องกันสถานการณ์ฉุกเฉิน และ ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับผู้ใช้งาน

4.2.1.13 ส่วนของแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply) และ บริเวณจุดวางแบตเตอรี่ จะต้องมีการครอบด้วยวัสดุป้องกันแบบใส หรือ ดีกว่า เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการสัมผัสโดยผู้ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการฝึก

4.2.1.14 ชุดฝึกมีรูปแบบในการสื่อสารเพื่อส่งผ่านข้อมูล (Data Comm) ชนิด, USB และ Wireless หรือ ดีกว่า

4.2.1.15 ชุดฝึกมีค่าความต้านทานแรงดันไฟฟ้า (Withstanding Voltage): ในรูปแบบ Input-shell อยู่ที่ 2200 VDC 1 min และ Output-shell อยู่ที่ 500 VDC 1 min หรือ ดีกว่า

4.2.1.16 มีรูปแบบในการทำความเย็นเพื่อระบายความร้อนของชุดฝึก (Cooling Mode) ชนิด Forced-air Cooling หรือ ดีกว่า

4.2.2 ชุดฝึกมีองค์ประกอบทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก (Training Units) ดังนี้

4.2.2.1 แบตเตอรี่สำหรับการฝึก (Battery Cell Unit) มีคุณสมบัติ ดังนี้

(1) มีเซลล์แบตเตอรี่สำหรับการอบรม ชนิด LFP แบบ Square Cell ขนาดแรงดัน Nominal Voltage ไม่น้อยกว่า 3.2 V มีรูปแบบในการเชื่อมต่อชนิด 1P24S หรือ ดีกว่า

(2) เซลล์แบตเตอรี่ที่ใช้ในการอบรมมีจำนวนไม่น้อยกว่า 24 เซลล์ โดยเซลล์แบตเตอรี่ต้องมีบาร์โค้ด หรือ คิวอาร์ เลเซอร์โค้ดกำกับ และ มาพร้อมอุปกรณ์จัดเรียงแบตเตอรี่แบบโมดูล (Module Placement with limiters)

(3) มีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของแบตเตอรี่ (BMS Control Mainboard) แบบ 24s หรือ ดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

(4) มีอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล (Data Acquisition PCB) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

(5) มีสายเชื่อมต่อสำหรับเก็บข้อมูล (Data Sampling Harness) และ สายสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Communication Harness) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

(6) เมื่อผู้ใช้งานทำการแยกแบตเตอรี่ออกจากแพค (Cell Disassembly) เซลล์แบตเตอรี่จะต้องมีกล่องเก็บชนิดกันกระแทกได้ หรือ ดีกว่า

(7) มีหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับระบบการป้องกันแรงดันสูง (High-voltage Interlock Training) และ การเรียนรู้ระบบการระบายความร้อนแบตเตอรี่ด้วยอากาศ และ การระบาย ความร้อน ด้วยของเหลว (Air-cooling and Liquid-cooling Battery Training) หรือ ดีกว่า

4.2.2.2 อุปกรณ์ฝึกอบรมเกี่ยวกับการอัดประจุแบตเตอรี่ (Charge Training Unit)

มีรายละเอียด ดังนี้

(1) มีย่านการวัดแรงดันที่ 0 ถึง 100 V ที่ค่าความแม่นยำในการวัด 0.1% หรือดีกว่า

(2) มีย่านการวัดกระแสที่ 0 ถึง 30 A ที่ค่าความแม่นยำในการวัด 0.5% หรือ ดีกว่า

(3) มีย่านในการวัดค่ากำลังไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 2000 W ที่สามารถปรับค่ากระแสไฟฟ้าได้ละเอียดสุดในระดับ 0.1 A หรือ ดีกว่า

(4) มีรูปแบบในการอัดประจุ (Charging Modes) ได้แก่ โหมดแรงดัน/กระแสคงที่ (Constant Voltage Constant Current (CVCC)), โหมดแรงดันคงที่ กระแสลด (Constant Voltage Reduction Current (CVRC)) และ โหมดกำลังไฟฟ้าคงที่ (Constant Power) หรือ ดีกว่า พร้อมระบบการป้องกันในระหว่างการอัดประจุ (Charging Protection Conditions) ได้แก่ Current Threshold, Overvoltage Protection, Cell Overvoltage Protection, Temperature Protection, Cell Voltage Differential Protection, Charging Time Protection, Charging Capacity AH Protection และ SOC Testing Protection หรือ ดีกว่า

(5) มีการแสดงสถานะการทำงานของระบบ (Work Status Checking) ได้แก่ Total Voltage, Charging Current, Charging ah, SOC, Charging Power, Cell Voltage, Cell Voltage Difference, Temperature, Bar Graph, Curve Graph และ Operation Log หรือ ดีกว่า พร้อมไฟแสดงสถานะการอัดประจุ (Charging Unit Status Indicator Lights)





4.2.2.3 อุปกรณ์ฝึกอบรมเกี่ยวกับการคายประจุแบตเตอรี่ (Discharge Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

- (1) มีย่านการวัดแรงดันที่ 0 ถึง 100 V ที่ค่าความแม่นยำในการวัด 0.1% หรือดีกว่า
- (2) มีย่านการวัดกระแสที่ 0 ถึง 30 A ที่ค่าความแม่นยำในการวัด 0.5% หรือ ดีกว่า
- (3) มีย่านในการวัดค่ากำลังไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 2000 W ที่สามารถปรับค่ากระแสไฟฟ้าได้ละเอียดสุดในระดับ 0.1 A หรือ ดีกว่า
- (4) มีรูปแบบในการคายประจุ (Discharge Modes) ได้แก่ โหมดกระแส คงที่ (Constant Current (CC)), โหมดแรงดันคงที่ กระแสลด (Constant Voltage Reduction Current (CVRC)) และ โหมดกำลังไฟฟ้าคงที่ (Constant Power) หรือ ดีกว่า พร้อมระบบการป้องกันในระหว่างการคายประจุ (Discharge Protection Conditions) ได้แก่ Current Threshold, Under-voltage Protection, Cell Low Voltage Protection, Temperature Protection, Cell Voltage Differential Protection, Discharge Time Protection และ Discharge Capacity AH Protection หรือ ดีกว่า
- (5) มีการแสดงสถานะการทำงานของระบบ (Work Status Checking) ได้แก่ Total Voltage, Discharge Current, Discharge ah, Discharge Power, Cell Voltage, Cell Voltage Difference, Temperature, Bar Graph, Curve Graph และ Operation Log หรือ ดีกว่า พร้อมไฟแสดงสถานะการคายประจุ (Discharge Unit Status Indicator Lights)

4.2.2.4 อุปกรณ์ฝึกอบรมเกี่ยวกับการปรับสมดุลแบตเตอรี่ (Equalization Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

- (1) รองรับช่องสัญญาณในการทดสอบ (Testing Channel) ไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ
- (2) สามารถทำการทดสอบการอัด และ คายประจุได้ ที่ช่วงแรงดันทดสอบ 0 ถึง 5.000 V ที่ค่าความแม่นยำ 5 mV, ช่วงกระแสทดสอบ 0.1 ถึง 5.000 A ที่ค่าความแม่นยำ 0.1% โดยสามารถปรับระดับกระแสทดสอบได้ที่ 10 mA หรือ ดีกว่า
- (3) ช่องสัญญาณแต่ละช่องทำงานได้อย่างอิสระ โดยสามารถทำการอัด และคายประจุ พร้อมกันได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ
- (4) สามารถกำหนดค่าแรงดัน และ ความจุในการทดสอบได้ (Target Voltages and Target AH) หรือ ดีกว่า
- (5) มีกลไกในการป้องกันเครื่องทดสอบชนิด Balancing Fuse Mechanism หรือ ดีกว่า

4.2.2.5 หัวข้อการอบรมเรื่องคุณลักษณะของแบตเตอรี่ลิเทียม (Lithium Battery Characteristics Training) มีรายละเอียด ดังนี้

- (1) รองรับการจัดค่าเพื่อเก็บข้อมูลของการทดสอบแบตเตอรี่ได้สูงสุด 99 กลุ่ม
- เพื่อการวิจัยแบตเตอรี่ในอนาคต





4.2.2.6 หัวข้อการอบรมเรื่องการทำสายเชื่อมต่อ (Harness Making Training) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) อุปกรณ์สายเชื่อมต่อไม่น้อยกว่า 1 ชุด ประกอบด้วย ชุดสายวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage Acquisition Harness), ชุดสายวัดอุณหภูมิ (Temperature Acquisition Harness) หรือ ดีกว่า

4.2.2.7 หัวข้อการอบรมเรื่องวงจร MSD แรงดันสูง (High Voltage Circuit MSD Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) มีอุปกรณ์ MSD จำนวนไม่น้อยกว่า 15 ชุด ประกอบด้วย MSD ชนิด 15A, 30A และ 50A หรือ ดีกว่า พร้อมอุปกรณ์ตรวจวินิจฉัยวงจร MSD พร้อมการฝึกอบรมเพื่อจำลองการเกิด Circuit Interruption ที่มีสาเหตุมาจากการ Overload (Simulation Training)

4.2.2.8 หัวข้อการอบรมเรื่องอุปกรณ์ Relay (Relay Training Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) มีอุปกรณ์เก็บสัญญาณ (Signal Collector), รีเลย์ชนิด Positive และ Negative จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด พร้อมการฝึกอบรมเพื่อจำลองการเกิด High-voltage Circuit Relay Faults (Simulation Training)

4.2.2.9 หัวข้อการอบรมเรื่องการจัดลองความผิดปกติของแบตเตอรี่ (Fault Simulation Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) สามารถตั้งค่าให้เซลล์แบตเตอรี่มีความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าได้ รวมไปถึงสามารถจำลองให้แบตเตอรี่เกิดสภาวะ Undervoltage Faults หรือ ดีกว่า

4.2.2.10 หัวข้อการอบรมเรื่องการจัดการแบตเตอรี่ใช้แล้ว (Used Battery Recycling Training) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) เรียนรู้เกี่ยวกับการส่งคืนแบตเตอรี่เก่าไปยังโรงงาน, การฟื้นฟูพลังงานสำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้ผิดวิธี หรือ ดีกว่า

4.2.2.11 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อสื่อสารของชุดฝึก (Communication Unit) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) รองรับการสื่อสารแบบ CAN Communication, RS485 หรือ ดีกว่า เพื่อความสามารถในการสื่อสาร และ เก็บข้อมูลของแพคเกจแบตเตอรี่แต่ละรูปแบบ

(2) รองรับอุปกรณ์อ่านบาร์โค้ด เพื่อการระบุข้อมูล และการจับคู่ข้อมูล หรือ ดีกว่า

4.2.2.12 ชุดฝึกมาพร้อมกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ร่วมกัน ดังนี้

(1) แบบเรียนพื้นฐาน (Textbook) เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

(2) แบบฝึกหัด (Worksheet) ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านการซ่อมบำรุง และการจัดการแบตเตอรี่ เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

(3) คู่มือการใช้งานชุดฝึก เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

4.2.2.13 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิต หรือจากตัวแทนจำหน่าย ภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย โดยมีเอกสารหรือหลักฐานยืนยันประกอบในวันยื่นข้อเสนอ

4.2.2.14 ผู้เสนอราคาต้องมีการรับประกันหลังการขายอย่างน้อย 1 ปี มีการบริการหลังการขายสินค้าเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสำหรับงานด้านแบตเตอรี่ ได้แก่ ข้อมูลทางเทคนิค และการ Up Firmware

4.2.2.15 ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่างๆ ที่กล่าวถึง ข้างต้น และอบรมแนะนำผู้ใช้งานให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

4.3 ชุดฝึกทักษะการวิเคราะห์ระบบการประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์อนาคต (Skill training set for analyzing electrical charging systems for future vehicles)

คุณลักษณะ

ชุดฝึกทักษะการวิเคราะห์ระบบการประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์อนาคต เป็นชุดฝึกเพื่อเพิ่มทักษะความรู้เชิงปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์ระบบการประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และยานยนต์พลังงานสะอาด รวมถึงยานยนต์ในกลุ่มยานยนต์อนาคต

คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

ชุดฝึกทักษะการวิเคราะห์ระบบการประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์อนาคต ประกอบด้วย

4.3.1 ชุดการเรียนรู้การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC Charging Board)

4.3.1.1 เป็นชุดการเรียนรู้การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC Charging Board) ที่อ้างอิงจากมาตรฐานยุโรป (European Standard) หรือเทียบเท่า

4.3.1.2 ชุดหัวชาร์จ DC Charging Interface อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.1.3 สายไฟ DC Charging Harness อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.1.4 บอร์ดควบคุม Control Mother Board อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.1.5 มาตรวัดพลังงานไฟฟ้า Energy Meter อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.1.6 สามารถตั้งค่าการจำลองข้อผิดพลาดของระบบชาร์จได้

4.3.1.7 สามารถแสดงสถานะการทำงานของชุดฝึกด้วยไฟสีต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย

4.3.1.8 มีแผนผังวงจร Circuit Schematic อยู่บนแผงฝึกแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมต่อและการควบคุมระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ

4.3.1.9 มีปุ่มหยุดฉุกเฉิน Emergency Stop เพื่อความปลอดภัย

4.3.1.10 มีแถบไฟแบบ LED เพื่อแสดงทิศทางการกระแสไฟฟ้าในการชาร์จ เมื่อระบบทำงาน

4.3.1.11 จอแสดงผลของชุดฝึก มีรายละเอียดดังนี้

(1) หน่วยควบคุมมีหน้าจอแสดงผล Touch Screen ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว

(2) หน่วยทดลองรถยนต์มีหน้าจอแสดงผล ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว

(3) แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าในการชาร์จ Charging Voltage

(4) แสดงค่าอัตราการบริโภคไฟฟ้า Consumption Amount Of Electricity

(5) แสดงค่าความผิดพลาดการชาร์จ Fault Code Of Charging Pile

(6) แสดงสถานการณ์การชาร์จ Charging Status

(7) แสดงค่ากระแสการชาร์จ Charging Current

(8) แสดงค่าอุณหภูมิหัวชาร์จ Gun head Temperature

(9) แสดงค่าระยะเวลาการชาร์จ Charging Time

(10) แสดงค่ากำลังไฟในการชาร์จ Charging Power

4.3.1.12 มีฟังก์ชันการตั้งค่าความผิดพลาด (Fault setting) อย่างน้อย 6 จุด โดยมี charging gun circuit, pulse electronic lock circuit, card reader grounding circuit, indicator light communication circuit, meter communication circuit, internal circuit of the charging system เป็นอย่างน้อย โดยเป็นระบบควบคุมการตั้งค่าแบบไร้สาย ผ่าน WiFi หรือดีกว่า

4.3.1.13 มีโหนดจำลองการชาร์จโดยใช้ High-power aluminum shell resistor จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด เป็นแบบขนาด 2A และ 4A เป็นอย่างน้อย

4.3.1.14 ใช้ระบบประมวลผล CPU i5-4th Gen หรือดีกว่า, RAM ไม่น้อยกว่า 8GB, SSD ไม่น้อยกว่า 128 GB หรือดีกว่า

4.3.1.15 มีการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือสูงกว่า

4.3.1.16 สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ของ BMS และ SOC ได้

4.3.1.17 มี mainboard interface ที่รองรับ meter communication, card swiping communication, PC communication, insulation detection circuit, emergency stop detection, gun seat temperature detection, gun lock control detection เป็นอย่างน้อย

4.3.1.18 หัวชาร์จเป็นชนิด DC CCS หรือชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในประเทศไทย

4.3.1.19 มีการแสดงทั้งภาพตัวอย่างและมีวิดีโอสาธิตเป็นอย่างน้อย

4.3.1.20 ระบบสื่อการเรียนรู้ (Teaching Software) มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

(1) ครอบคลุมหัวข้อ Fault diagnosis, High-voltage safety operation , Operation step , Structural principle อาทิเช่น

(1.1) Single-phase circuit breaker

(1.2) AC-DC rectifier transfer

(1.3) Contractor

(1.4) Diverter

(1.5) Electricity meter

(1.6) Switch power supply

(1.7) Charging pile main board

(1.8) Swipe card system

(1.9) DC charging port

(1.10) Charging software display system

(1.11) Vehicle end data display screen เป็นอย่างน้อย

(2) สามารถแสดง 3D หรือ animation ของส่วนประกอบ DC Charging ได้

(3) มีแบบฝึกหัดท้ายบท ทั้งแบบ multiple choice และ fill-in-the-blank

4.3.1.21 สามารถเลือกโหมดการชาร์จได้ดังนี้

(1) โหมดการชาร์จแบบอัตโนมัติ Automatic Charging

(2) โหมดการชาร์จด้วยการกำหนดกำลังไฟฟ้า Charging By Power

(3) โหมดการชาร์จด้วยการกำหนดเวลา Charging By Time

(4) โหมดการชาร์จด้วยการกำหนดจำนวนหน่วย Charging By Amount

4.3.1.22 สามารถแสดงข้อผิดพลาดด้วยไฟสีแดงที่หัวชาร์จ และรายละเอียดข้อผิดพลาด

บนหน้าจอแสดงผล

4.3.1.23 โครงสร้างของชุดฝึก มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 650 x ยาว 1550 x สูง 1,700

มิลลิเมตร มีความแข็งแรงทนทาน ผลิตจากวัสดุอลูมิเนียมโปรไฟล์ หรือเหล็กเคลือบสีกันสนิมมีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายได้สะดวก

4.3.1.24 ชุดฝึกมาพร้อม อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้า (Clamp Meter) มีรายละเอียดดังนี้

(1) มีช่วงการวัดค่า ดังนี้

(1.1) สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าชนิด AC current ได้ไม่น้อยกว่า 40A / 600A

(1.2) สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าชนิด DC current ได้ไม่น้อยกว่า 40A / 600A

(1.3) สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าชนิด AC voltage ได้ไม่น้อยกว่า 4V / 40V /

400V / 600V

(1.4) สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าชนิด DC voltage ได้ไม่น้อยกว่า 400mV /

4V / 40V / 400V / 600V

(1.5) สามารถวัดค่าความต้านทาน Resistance ได้ไม่น้อยกว่า 400Ω / 4KΩ

/ 40KΩ / 400KΩ / 4MΩ / 40MΩ

(1.6) สามารถวัดค่าความจุไฟฟ้า Capacitance ได้ไม่น้อยกว่า 4nF / 40nF /

400nF / 4μF / 40μF / 100μF

(1.7) สามารถวัดค่าความถี่ Frequency ได้ไม่น้อยกว่า 10Hz – 10MHz

(2) มีฟังก์ชันการใช้งาน ดังนี้

(2.1) จอแสดงผลค่า Maximum display ไม่น้อยกว่า 3990

(2.2) มีระบบเลือกช่วงการวัดอัตโนมัติ Automatic range

(2.3) ความกว้างปากคีบ Opening size ไม่น้อยกว่า 26 มิลลิเมตร

(2.4) มีระบบทดสอบไดโอด Diode test

(2.5) มีระบบประหยัดพลังงาน Automatic shutdown

(2.6) สามารถเปิด/ปิดเสียง On/Off Beep

- (2.7) มีฟังก์ชันค้างค่าวัดได้ Number Hold
- (2.8) มีฟังก์ชันแสดงค่าสูงสุดที่วัดได้ Maximum value
- (3) ใช้แบตเตอรี่ชนิดแรงดันไฟฟ้าขนาด 9V
- (4) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 35x16mm
- (5) อุปกรณ์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้
 - (5.1) แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
 - (5.2) หัวโพรบสำหรับวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
 - (5.3) กระเป๋าใส่เครื่องมือวัดพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- (6) ตัวเครื่องต้องเป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ ชุดการเรียนรู้การชาร์จรถยนต์

ไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC Charging Board) เพื่อการทำงานที่สอดคล้องกับใบงานหรือคู่มือการใช้งานของชุดฝึก

4.3.1.25 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งต้องมีเอกสารแนบมาแสดงในวันยื่นข้อเสนอ เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและคำปรึกษาภายหลังการขาย

4.3.2 ชุดการเรียนรู้การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (AC Charging Board)

4.3.2.1 เป็นชุดการเรียนรู้การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (AC Charging Board) ที่อ้างอิงจากมาตรฐานยุโรป (European Standard) เป็นระบบชาร์จอย่างน้อย 7KW หรือดีกว่า

4.3.2.2 ชุดหัวชาร์จ AC Charging Interface อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.2.3 สายไฟ AC Charging Harness อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.2.4 บอร์ดควบคุม Control Main Board อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.2.5 มาตรวัดพลังงานไฟฟ้า Electric Energy Meter อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด

4.3.2.6 มีแผนผังวงจร Circuit Schematic อยู่บนแผงฝึกแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมต่อและการควบคุมระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ

4.3.2.7 มีปุ่มหยุดฉุกเฉิน Emergency Stop เพื่อความปลอดภัย

4.3.2.8 มีแถบไฟแบบ LED เพื่อแสดงทิศทางของกระแสไฟฟ้าในการชาร์จ เมื่อระบบทำงาน

4.3.2.9 ชุดจอแสดงผลของชุดฝึก มีรายละเอียดดังนี้

- (1) ขนินหน้าจอสัมผัส Touch Screen ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว
- (2) แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าขาออก Output Voltage
- (3) แสดงค่ากระแสไฟฟ้าขาออก Output Current
- (4) แสดงค่าอุณหภูมิการชาร์จ Charging Temperature
- (5) แสดงค่าระยะเวลาการชาร์จ Charging Time
- (6) แสดงค่ากำลังไฟในการชาร์จ Charging Power
- (7) แสดงค่าอัตราการบริโภคไฟฟ้า Consumption Amount Of Electricity
- (8) แสดงค่าความผิดพลาดการชาร์จ Fault Code

4.3.2.10 เมนบอร์ดมีโมดูลต่าง ๆ ดังนี้

- (1) Meter Communication Interface
- (2) Credit Card Billing Communication Interface
- (3) PC Communication Interface
- (4) AC Voltage Fast Measurement Module
- (5) Emergency Stop Detection Interface
- (6) Temperature Detection Interface
- (7) CP signal interface

4.3.2.11 ใช้ระบบประมวลผล CPU i5-4th Gen หรือดีกว่า, RAM ไม่น้อยกว่า 8GB, SSD ไม่น้อยกว่า 128GB หรือดีกว่า

4.3.2.12 มีการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือสูงกว่า

4.3.2.13 มี Load Simulation ด้วย Resistor ไม่น้อยกว่า 4 ตัว รองรับทั้ง 3.5A และ 7A เป็นอย่างน้อย

4.3.2.14 มีฟังก์ชันการตั้งค่าความผิดพลาด (Fault setting) อย่างน้อย 8 จุด โดยเป็นระบบควบคุมการตั้งค่าแบบไร้สายผ่าน WiFi หรือดีกว่า

4.3.2.15 มี Surge protector เป็นอุปกรณ์พื้นฐาน

4.3.2.16 หัวชาร์จเป็นชนิด AC Type2 หรือชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในประเทศไทย

4.3.2.17 มีการแสดงทั้งภาพตัวอย่างและมีวิดีโอสาธิตเป็นอย่างน้อย

4.3.2.18 ระบบสื่อการเรียนรู้ (Teaching Software) มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

- (1) ครอบคลุมหัวข้อ Overall structure, Operation steps, Structural principles, Circuit measurement เป็นอย่างน้อย
- (2) สามารถแสดง 3D หรือ animation ของส่วนประกอบ AC Charging ได้ รวมถึงสามารถทำ Vehicle Rotation Simulation ได้
- (3) มีแบบฝึกหัดท้ายบท ทั้งแบบ multiple choice และ fill-in-the-blank

4.3.2.19 โครงสร้างของชุดฝึก มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 650 x ยาว 1500 x สูง 1,700 มิลลิเมตร มีความแข็งแรง ทนทาน รองรับน้ำหนักได้ดี ผลิตจากวัสดุอลูมิเนียมโปรไฟล์ หรือเหล็กเคลือบสีกันสนิม มีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายได้สะดวก

4.3.2.20 ชุดฝึกมาพร้อม เครื่องออสซิลโลสโคปแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- (1) เป็นอุปกรณ์วัดค่าสัญญาณไฟฟ้า Oscilloscope แบบพกพา มีแบตเตอรี่ในตัว
- (2) สามารถแสดงสถานะ Waveform ได้แบบอัตโนมัติ
- (3) มีฟังก์ชันคัดลอกหน้าจอ Screen copy function
- (4) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 5.5 นิ้ว
- (5) ความละเอียดหน้าจอ Resolution ไม่น้อยกว่า 320 x 240

- หรือดีกว่า
- (6) มีช่องต่อ USB interface
 - (7) มีระยะเวลา Rise time มีค่า 3.5 ns หรือดีกว่า
 - (8) ค่าความไวแนวตั้ง Vertical sensitivity มีค่าอยู่ในช่วง 5 mV – 50 V/div
 - (9) ช่วงเวลา Time base range มีค่าอยู่ในช่วง 5 ns/div – 50 s/div หรือดีกว่า
 - (10) การตั้งค่า Storage method settings
 - (10.1) รูปแบบ Waveform
 - (10.2) รูปแบบ Bitmap
 - (11) รูปแบบการทริกเกอร์ Trigger method มีรายละเอียดดังนี้
 - (11.1) รูปแบบ Edge
 - (11.2) รูปแบบ Pulse width
 - (11.3) รูปแบบ Video
 - (11.4) รูปแบบ Alternating
 - (12) ช่วงการวัดค่าของมัลติมิเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้
 - (12.1) แรงดันไฟฟ้า DC voltage สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 600 mV / 6 V / 60 V / 600 V / 1000 V และมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (12.2) แรงดันไฟฟ้า AC voltage (45 Hz~400 Hz) สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 600 mV / 6V / 60 V / 600 V / 700 V และมีค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้
 - (12.2.1) ที่ความถี่ <200 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.2\%+5)$
 - (12.2.2) ที่ความถี่ ≥ 200 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.5\%+5)$
 - (12.3) กระแสไฟฟ้า DC current สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 6 mA / 60 mA / 600 mA และมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (12.4) กระแสไฟฟ้า AC current (45Hz~400Hz) สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 6 mA / 60 mA / 600 mA และมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (12.5) ความต้านทาน Resistance สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
 - (12.5.1) ความต้านทานที่ 6 k Ω / 60 k Ω / 600 k Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (12.5.2) ความต้านทานที่ 600 Ω / 6 M Ω / 60 M Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.5\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (12.6) ประจุไฟฟ้า Capacitance สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้




๓๕๘

(1.2.6.1) ประจุไฟฟ้าที่ 6nF / 6mF มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm$ (5%+10) หรือดีกว่า

(12.6.2) ประจุไฟฟ้าที่ 60 nF / 600 nF / 6 μ F / 60 μ F / 600 μ F มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm$ (4%+5) หรือดีกว่า

(12.7) สามารถแสดงค่าสูงสุด Maximum display ได้ไม่น้อยกว่า 5990

(12.8) สามารถเลือกช่วงการวัดค่าได้แบบอัตโนมัติ Automatic range

(12.9) แบตเตอรี่ชนิด Lithium ขนาดไม่น้อยกว่า 7.4V 4000mAh

(12.10) อุปกรณ์แปลงไฟ DC adapter มีรายละเอียดดังนี้

(12.10.1) กระแสไฟฟ้าขาเข้า 100~240V 50/60Hz

(12.10.2) กระแสไฟฟ้าขาออก 9V 4A

(12.11) อุปกรณ์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

(12.11.1) หัวโพรบวัดค่าชนิด 1:1 หรือ 1:10 สามารถเปลี่ยนหัวได้ (1:1/1:10 switchable)

(12.11.2) ชุดแปลงกระแสแรงดันไฟฟ้า Current voltage converter จำนวน 2 ชุด

(12.11.3) สายไฟ Power cord

(12.11.4) อุปกรณ์แปลงไฟ DC adapter

(12.12) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดการเรียนรู้การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (AC Charging Board) เพื่อการใช้งานให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

(13) ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งต้องมีเอกสารแนบมาแสดงในวันยื่นข้อเสนอ เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและคำปรึกษาภายหลังการขาย

4.3.3 ชุดเครื่องมือตรวจวัด / ทดสอบความปลอดภัยหัวชาร์จรถไฟฟ้าแบบกระแสตรงและกระแสสลับสำหรับงานซ่อมบำรุง มีรายละเอียดดังนี้

4.3.3.1 เครื่องวิเคราะห์สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรงและสลับ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

(1) มีหัวต่อ Intel ของ DC-CCS เป็นแบบ COMBO2 Inlet และแบบ AC เป็นแบบ Type 2 Inlet.

(2) สามารถจำลองเป็นยานยนต์ไฟ แบบ DC (Simulation of conductive DC EV) ตามมาตรฐาน DIN 70121 ,ISO 15118 ได้เป็นอย่างน้อยเพื่อทดสอบการอัดประจุของสถานีอัดประจุได้ โดยมี DC load และ DC power supply ติดตั้งภายในเครื่อง EV Simulator แล้ว

(3) สามารถจำลองเป็นยานยนต์ไฟฟ้า แบบ AC (Simulation of conductive AC EV) เพื่อทดสอบค่าแรงดันและค่ากระแสที่สถานีอัดประจุสามารถรองรับการอัดประจุได้ โดยไม่ต้องมีการจ่ายกระแสจริง

(4) สามารถทดสอบการจำลองความผิดพลาดสำหรับการอัดประจุแบบ DC-CCS (Fault Injection for DC-CCS test ,Feature "F"):

(4.1) ทดสอบการจำลอง หากไม่มีการต่อสายดินระหว่างสถานีอัดประจุและยานยนต์ไฟฟ้า (PE cut as fault execution)

(4.2) ทดสอบการจำลอง เชื่อมสัญญาณสื่อสารลงสายดิน (CP short as fault execution)

(4.3) ทดสอบการจำลอง เชื่อมสัญญาณสื่อสารลงสายดินผ่านตัวต้านทาน 120 โอห์ม (CP short 120 (Ohm) as fault execution)

(4.4) ทดสอบการจำลองความต้านทานระหว่าง DC(+,-) /PE ของสถานีอัดประจุได้มากกว่า 3 สถานะ คือ 475kOhm ,95kOhm และ 47kOhm

(5) สามารถทดสอบการจำลองความผิดพลาดสำหรับการอัดประจุแบบ AC (Fault Injection for AC test ,Feature "F"):

(5.1) ทดสอบการจำลอง หากไม่มีการต่อสายดินให้กับสถานีอัดประจุ (PE cut as fault execution)

(5.2) ทดสอบการจำลอง เชื่อมสัญญาณสื่อสารลงสายดิน (CP short as fault execution)

(6) คุณสมบัติการวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage measurement) จะต้องมียาละเอียดดังนี้

(6.1) มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 0 - 1000 V หรือดีกว่า

(6.2) มีความละเอียดของการวัดแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 1 V หรือดีกว่า

(6.3) มีความแม่นยำในการวัดแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 1 V + 0.5 % ของค่าที่วัด หรือดีกว่า

(7) คุณสมบัติการวัดกระแสไฟฟ้า (Current measurement) จะต้องมียาละเอียดดังนี้

(7.1) มีย่านการวัดกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 0 - 200 A หรือดีกว่า

(7.2) มีความละเอียดของการวัดกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 100 mA หรือดีกว่า

(7.3) มีความแม่นยำในการวัดกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 0.5 A หรือดีกว่า

(8) คุณสมบัติการจำลองเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (EV simulation) จะต้องมียาละเอียดดังนี้

(8.1) รองรับแรงดันไฟฟ้าของการอัดประจุเท่ากับ 300 V หรือดีกว่า





- (8.2) รองรับกระแสไฟฟ้าของการอัดประจุเท่ากับ 6 A หรือดีกว่า
- (8.3) ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 25 วินาที
- (9) รองรับสภาวะแวดล้อมการทำงาน 0 – 40 องศา หรือดีกว่า
- (10) มีระดับการป้องกันน้ำและฝุ่นในขณะปิดฝา ไม่น้อยกว่า IP66
- (11) สามารถนำข้อมูลจากเครื่องมือมาจัดทำรายงานผลการทดสอบด้วย Software และใช้ในการปรับปรุง Firmware ของเครื่องมือได้
- (12) มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบ Touch screen อยู่ในชุดกระเป๋าทดสอบนี้
- (13) การเชื่อมต่อ (Interface) กับคอมพิวเตอร์จะต้องมีพอร์ตเชื่อมต่อ USB
- (14) มีการออกแบบอุปกรณ์เป็นแบบโมดูลเพื่อการอัปเดตและซ่อมแซมที่สะดวก รวดเร็ว เมื่อเวลาที่เครื่องมีปัญหาเกิดความเสียหาย
- (15) มีฟังก์ชันการวัดอุณหภูมิภายในเครื่องทดสอบ
- (16) รองรับการทดสอบการชาร์จโดยจำลองเป็นยานยนต์ 400 V เทคโนโลยี และรองรับการอัปเดตเพิ่มเติมในอนาคตสำหรับการจำลองเป็นยานยนต์ 800 V เทคโนโลยี

4.3.4 ชุดเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสำหรับงานซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

- 4.3.4.1 อุปกรณ์วัดค่าความเป็นฉนวน (Insulation Tester) จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- (1) เป็นอุปกรณ์ทดสอบความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าแบบพกพา
 - (2) สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 1,000 V หรือดีกว่า
 - (3) สามารถแสดงค่าความต้านทานตามการจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ระหว่าง 0.1 ถึง 1000 MΩ หรือดีกว่า
 - (4) มีกระแสลัดวงจร (Short-Circuit Current) ไม่เกิน 2mA หรือดีกว่า
 - (5) สามารถวัดค่า DC Voltage ได้สูงสุดถึง 1000 V หรือดีกว่า
 - (6) สามารถวัดค่า AC Voltage ได้สูงสุดถึง 750 V หรือดีกว่า
 - (7) มีค่าการวัดความต้านทานต่ำ (Low Resistance): 0.1 Ω ถึง 999.9 Ω หรือดีกว่า
 - (8) แหล่งพลังงาน (Power Supply) เป็นแบตเตอรี่ LR14 หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 8 ก้อน
 - (9) จอแสดงผลที่สามารถแสดงค่าเป็นจำนวนหลัก 9999 (Large 9999-count display) หรือดีกว่า พร้อมกราฟแท่ง (bar graph) ไม่น้อยกว่า 25 ส่วน (segments) เป็นหน้าจอแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 120 x 50 มิลลิเมตร
 - (10) มีหน้าจอแสดงผลที่สามารถแจ้งเตือนสถานะแบตเตอรี่เหลือต่ำ การแจ้งเตือนเมื่อค่าเกินขีดจำกัด และการแสดงผลสัญลักษณ์แบบเต็ม





(11) มีฟังก์ชันการวัดค่าดัชนี Polarization Index (PI). สามารถตั้งค่าเวลา 2 จุด และทำการวัดอัตราส่วนความต้านทานโดยอัตโนมัติ

(12) มีฟังก์ชันการเปรียบเทียบ (COMP) สามารถตั้งค่าความต้านทานฉนวนสูงสุด และต่ำสุดได้ และมีข้อความแจ้งเตือนเมื่ออยู่นอกค่าที่กำหนด

(13) สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ 18 กลุ่ม

(14) มีไฟส่องสว่างหน้าจอ (Backlight) เพื่อความสะดวกในการใช้งานในที่ที่มีแสงน้อย

(15) มีฟังก์ชันการคายประจุอัตโนมัติ และสัญญาณเตือนเมื่อมีแรงดันสูง (high voltage output alarm)

(16) อุปกรณ์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

(16.1) สายวัดแบบปลั๊กเดี่ยวสีแดง (red single-plug test lead) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

(16.2) สายวัดแบบปลั๊กเดี่ยวสีดำ (black single-plug test) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

(16.3) สายวัดแบบปลั๊กคู่สีแดง (red dual-plug test lead) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

(16.4) สายวัดสีแดง (red test lead) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

(16.5) สายวัดสีดำ (black test lead) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

(16.6) คลิปหนีบปากจระเข้สีแดง (red alligator clips) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น

(16.7) คลิปหนีบปากจระเข้สีดำ (black alligator clip) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น

(16.8) กระเป๋าใส่เครื่องมือ (carrying case) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใบ

(16.9) ตัวเครื่องต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ ครุภัณฑ์รายการที่ 4.3.1 และ 4.3.2 เพื่อการทำงานที่สอดคล้องกันกับใบงานหรือคู่มือการใช้งานของชุดฝึก

4.3.4.2 อุปกรณ์วัดค่าไมโครโอห์มมิเตอร์ (Micro Ohm Meter) จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

(1) ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมแบบชาร์จไฟได้ DC 3.7V ขนาด 3200 mAh หรือดีกว่า

(2) มีฟังก์ชันปิดเครื่องอัตโนมัติหลังจากไม่มีการใช้งานเป็นเวลา 15 นาที

(3) มีตัวบ่งชี้เมื่อค่าเกินช่วงที่กำหนด (Over-Range Indicator)

(4) มีตัวบ่งชี้ระดับแบตเตอรี่ (Battery Level Indicator).

(5) มีพอร์ต USB Type-C และสายเคเบิลสื่อสาร Type-C ให้มาพร้อมกัน

(6) มีหน้าจอแสดงผล LCD พร้อมไฟพื้นหลังสีเทา-ขาว (gray-white backlight).

(7) มีหน้าจอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 100 มม. x 45 มม.

(8) ตัวเครื่องมีขนาด 160 x 110 x 60 มม. ตัวเครื่องรวมแบตเตอรี่มีน้ำหนักไม่เกิน 600 กรัม

- (9) ผลิตภัณฑ์จะต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน CE
- (10) ช่วงการวัดความต้านทาน: $0.001\text{m}\Omega$ ถึง $300.0\text{k}\Omega$.
- (11) มีความละเอียด (Resolution) ตั้งแต่ $0.001\text{m}\Omega$ ไปจนถึง $0.1\text{k}\Omega$ ขึ้นอยู่กับ

ช่วงการวัด

(12) มีกระแสทดสอบสูงสุด (Maximum test current): มีค่าตั้งแต่ $3\mu\text{A}$ ไปจนถึง 1A ขึ้นอยู่กับช่วงการวัด

(13) มีความแม่นยำ (Accuracy): $\pm(0.1\text{FS}+20\text{dgt})$ หรือดีกว่า ภายในช่วงอุณหภูมิ $18^{\circ}\text{C}-28^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 75RH

- (14) อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling rate): 2-3 ครั้งต่อวินาที
- (15) ความเร็วในการวัด (Measurement Speed): ประมาณ 2 ครั้ง/วินาที.
- (16) มีฟังก์ชันการวัดแบบอัตโนมัติ/แบบแมนนวล
- (17) ใช้วิธีการวัดแบบสี่สาย (Four line method) เพื่อการวัดที่แม่นยำ
- (18) มีฟังก์ชันการสอบเทียบความต้านทานสาย (Line resistance calibration function)
- (19) สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 450 ชุด
- (20) อุปกรณ์มาตรฐานที่มาพร้อมกับเครื่อง
- (21) คลิปทดสอบ (Test clip) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- (22) แบตเตอรี่ (battery) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- (23) สายวัด มีความยาวไม่น้อยกว่า 60 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น โดยเป็นสีแดง

และดำอย่างละไม่น้อยกว่า 1 เส้น

- (24) สายเชื่อมต่อแบบ Type-C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น
- (25) ถุงผ้า (cloth bag) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- (26) กล่องสี (color box) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.3.4.3 เครื่องออสซิลโลสโคปแบบพกพา จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- (1) เป็นอุปกรณ์วัดค่าสัญญาณไฟฟ้า Oscilloscope แบบพกพา มีแบตเตอรี่ในตัว
- (2) สามารถแสดงสถานะ Waveform ได้แบบอัตโนมัติ
- (3) มีฟังก์ชันคัดลอกหน้าจอ Screen copy function
- (4) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 5.5 นิ้ว
 - (4.1) ความละเอียดหน้าจอ Resolution ไม่น้อยกว่า 320×240
 - (4.2) มีช่องต่อ USB interface
 - (4.3) มีระยะเวลา Rise time มีค่า 3.5 ns หรือดีกว่า
- (5) ค่าความไวแนวตั้ง Vertical sensitivity มีค่าอยู่ในช่วง $5\text{ mV} - 50\text{ V/div}$

หรือดีกว่า

- (6) ช่วงเวลา Time base range มีค่าอยู่ในช่วง 5 ns/div – 50 s/div หรือดีกว่า
- (7) การตั้งค่า Storage method settings
 - (7.1) รูปแบบ Waveform
 - (7.2) รูปแบบ Bitmap
- (8) รูปแบบการทริกเกอร์ Trigger method มีรายละเอียดดังนี้
 - (8.1) รูปแบบ Edge
 - (8.2) รูปแบบ Pulse width
 - (8.3) รูปแบบ Video
 - (8.4) รูปแบบ Alternating
- (9) ช่วงการวัดค่าของมัลติมิเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้
 - (9.1) แรงดันไฟฟ้า DC voltage สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 600 mV / 6 V / 60 V / 600 V / 1000 V และมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.2) แรงดันไฟฟ้า AC voltage (45 Hz~400 Hz) สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 600 mV / 6V / 60 V / 600 V / 700 V และมีค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้
 - (9.2.1) ที่ความถี่ <200 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.2.2) ที่ความถี่ ≥ 200 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.5\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.3) กระแสไฟฟ้า DC current สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 6 mA / 60 mA / 600 mA และมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.4) กระแสไฟฟ้า AC current (45Hz~400Hz) สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 6 mA / 60 mA / 600 mA และมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.5) ความต้านทาน Resistance สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
 - (9.5.1) ความต้านทานที่ 6 k Ω / 60 k Ω / 600 k Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.2\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.5.2) ความต้านทานที่ 600 Ω / 6 M Ω / 60 M Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (1.5\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.6) ประจุไฟฟ้า Capacitance สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
 - (9.6.1) ประจุไฟฟ้าที่ 6nF / 6mF มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (5\%+10)$ หรือดีกว่า
 - (9.6.2) ประจุไฟฟ้าที่ 60 nF / 600 nF / 6 μ F / 60 μ F / 600 μ F มีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm (4\%+5)$ หรือดีกว่า
 - (9.7) สามารถแสดงค่าสูงสุด Maximum display ได้ไม่น้อยกว่า 5990
 - (9.8) สามารถเลือกช่วงการวัดค่าได้แบบอัตโนมัติ Automatic range

(9.9) แบตเตอรี่ชนิด Lithium ขนาดไม่น้อยกว่า 7.4V 4000mAh

(9.10) อุปกรณ์แปลงไฟ DC adapter มีรายละเอียดดังนี้

(9.10.1) กระแสไฟฟ้าขาเข้า 100~240V 50/60Hz

(9.10.2) กระแสไฟฟ้าขาออก 9V 4A

(9.11) อุปกรณ์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

(9.11.1) หัวโพรบวัดค่าชนิด 1:1 หรือ 1:10 สามารถเปลี่ยนหัวได้

(1:1/1:10 switchable)

(9.11.2) ชุดแปลงกระแสแรงดันไฟฟ้า Current voltage converter

จำนวน 2 ชุด

(9.11.3) สายไฟ Power cord

(9.11.4) อุปกรณ์แปลงไฟ DC adapter

(9.12) ตัวเครื่องต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ ครุภัณฑ์รายการที่ 4.3.1 และ 4.3.2 เพื่อการทำงานที่สอดคล้องกันกับใบงานหรือคู่มือการใช้งานของชุดฝึก

(9.13) ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งต้องมีเอกสารแนบมาแสดงในวันยื่นข้อเสนอ เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและคำปรึกษาภายหลังการขาย

4.3.4.4 อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้า (Clamp Meter) จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

(1) มีช่วงการวัดค่า ดังนี้

(1.1) สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าชนิด AC current ได้ไม่น้อยกว่า 40A / 600A

(1.2) สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าชนิด DC current ได้ไม่น้อยกว่า 40A / 600A

(1.3) สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าชนิด AC voltage ได้ไม่น้อยกว่า 4V / 40V /

400V / 600V

(1.4) สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าชนิด DC voltage ได้ไม่น้อยกว่า 400mV /

4V / 40V / 400V / 600V

(1.5) สามารถวัดค่าความต้านทาน Resistance ได้ไม่น้อยกว่า 400Ω / 4KΩ /

40KΩ / 400KΩ / 4MΩ / 40MΩ

(1.6) สามารถวัดค่าความจุไฟฟ้า Capacitance ได้ไม่น้อยกว่า 4nF /

40nF / 400nF / 4μF / 40μF / 100μF

(1.7) สามารถวัดค่าความถี่ Frequency ได้ไม่น้อยกว่า 10Hz – 10MHz

(2) มีฟังก์ชันการใช้งาน ดังนี้

(2.1) จอแสดงผลค่า Maximum display ไม่น้อยกว่า 3990

(2.2) มีระบบเลือกช่วงการวัดอัตโนมัติ Automatic range

- (2.3) ความกว้างปากคิ๊ป Opening size ไม่น้อยกว่า 26 มิลลิเมตร
- (2.4) มีระบบทดสอบไอโอด Diode test
- (2.5) มีระบบประหยัดพลังงาน Automatic shutdown
- (2.6) สามารถเปิด/ปิดเสียง On/Off Beep
- (2.7) มีฟังก์ชันค้างค่าวัดได้ Number Hold
- (2.8) มีฟังก์ชันแสดงค่าสูงสุดที่วัดได้ Maximum value
- (3) ใช้แบตเตอรี่ชนิดแรงดันไฟฟ้าขนาด 9V
- (4) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 35x16mm
- (5) อุปกรณ์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้
 - (5.1) แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
 - (5.2) หัวโพรบสำหรับวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
 - (5.3) กระเป๋ใส่เครื่องมือวัดพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- (6) ตัวเครื่องต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ ครุภัณฑ์รายการที่ 4.3.1 และ

4.3.2 เพื่อการทำงานที่สอดคล้องกันกับใบงานหรือคู่มือการใช้งานของชุดฝึก

4.3.4.5 ตัววัดแรงดันไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- (1) เป็นเครื่องสำหรับตรวจจับแรงดันไฟฟ้า AC / DC และการตรวจสอบความต่อเนื่องได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยเหมาะสำหรับงานซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า
- (2) สามารถวัดค่าทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC voltage (DCV)), แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC voltage (ACV)), ความต่อเนื่อง (Continuity check) หรือ ดีกว่า
- (3) มีฟังก์ชันการใช้งาน ได้แก่ การปรับย่านโดยอัตโนมัติ (Auto Range Function), ไฟฉาย (Penlight function) หรือ ดีกว่า
- (4) สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) และ กระแสสลับ (ACV) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1000 V ความแม่นยำ $\pm 3\% + 5$ หรือ ดีกว่า
- (5) รองรับมาตรฐานระดับการป้องกันน้ำและฝุ่น ตามมาตรฐาน IP 65 หรือ ดีกว่า

4.3.4.6 เครื่องมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลชนิดพกพา จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- (1) สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุด $600\text{ V} \pm (0.7\% + 3)$ หรือ ดีกว่า
- (2) สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับได้สูงสุด $600\text{ V} \pm (0.7\% + 3)$ หรือ ดีกว่า
- (3) สามารถวัดกระแสไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC A) และ กระแสสลับ (AC A) ได้สูงสุด $20\text{ A} \pm (1\% + 3)$ หรือ ดีกว่า
- (4) สามารถวัดค่าความต้านทานได้สูงสุดที่ $60\text{ M}\Omega \pm (0.8\% + 2)$ หรือ ดีกว่า





- ดีกว่า
- (5) สามารถวัดค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้สูงสุดที่ $60 \text{ mF} \pm (3\% + 5)$ หรือ ดีกว่า
- (6) สามารถวัดความถี่ของสัญญาณทางไฟฟ้า ได้สูงสุดที่ $1\text{MHz} \pm (0.1\% + 4)$ หรือ ดีกว่า
- (7) สามารถวัดความต่อเนื่อง (Continuity Check) และ ทดสอบไดโอด (Diode check) ได้
- (8) มีขนาดหน้าจอน้อยกว่า 55x40 มิลลิเมตร
- (9) ตัวเครื่องมีน้ำหนักไม่เกิน 500 กรัม

4.3.4.7 เครื่องวิเคราะห์ปัญหาและวินิจฉัยอัจฉริยะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังนี้

- (1) สามารถวิเคราะห์สมองกล ECU ของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ได้ไม่น้อยกว่า ยี่ห้อ 40
- (2) สามารถวิเคราะห์ปัญหารถยนต์ผ่านทางพอร์ตมาตรฐานรวมแบบ OBD II ได้
- (3) ระบบวินิจฉัยแบบ อัจฉริยะ สามารถระบุเลข VIN แบบอัตโนมัติได้
- (4) สามารถใช้วิเคราะห์ทดสอบของยานยนต์ไฟฟ้าได้ ด้วยฟังก์ชันการทำงาน

ต่อไปนี้

- สามารถอ่านรหัสปัญหา (Code) ขอบกพร่องจากกล่อง ECU (Read Trouble Code) ได้
- สามารถลบรหัสปัญหา (Code) ขอบกพร่องภายในกล่อง ECU (Erasing Trouble Code) ได้
- สามารถอ่านข้อมูลสถานะการทำงานปัจจุบันของแบตเตอรี่ (Reading Data Stream Tests) จาก BMS ของตัวรถได้
- สามารถแสดงผลการตรวจวัดแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละเซลล์ของ

แบตเตอรี่นั้นๆ ได้

- (5) มีข้อมูลทางเทคนิคด้านตัวเครื่องวินิจฉัย ดังต่อไปนี้
- (5.1) มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
 - (5.2) มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 GB
 - (5.3) มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูล ไม่น้อยกว่า 500 GB
 - (5.4) มีกล้องหลังสำหรับถ่ายภาพยานยนต์ไฟฟ้าขณะทำการทดสอบ
 - (5.5) สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงของรถยนต์ได้โดยตรง หรือมี
 - (5.6) มีหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 2.0 GHz

แบตเตอรี่ในตัวเครื่อง

(5.7) รองรับย่านการสื่อสารโปรโตคอลชั้นสูง ดังนี้ CAN FD, DOIP, FlexRay และ J2534

(5.8) รองรับฟังก์ชันการปรับจูน ADAS

(5.9) รองรับการเชื่อมต่อ USB Type-C, USB Type-A, DC in, Micro SD และ Mini HDMI ตัวเครื่อง

(6) ผู้เสนอราคาต้องได้รับแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขณะเสนอราคา

4.3.4.8 อุปกรณ์เครื่องมือช่างสำหรับงานด้านยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Tool Set) จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- (1) ลูกบ็อกซ์ 3/8" ประกอบด้วยขนาดต่างๆ ดังนี้

- 10 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 12 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 13 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 14 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 16 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 17 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 18 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 125 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 250 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- (2) ค้อนพรี ปรับซ้าย-ขวาได้ 1/2" จำนวน 1 ชิ้น
- (3) ประแจล็อกตัวที่ 200 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- (4) ช็อกเก็ตต่อหัวม้วน 125 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- (5) ช็อกเก็ตต่อหัวม้วน 250 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- (6) ลูกบ็อกซ์ หกเหลี่ยมหัวม้วน ประกอบด้วยขนาดต่างๆ ดังนี้

- 10 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 11 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 12 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 13 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 14 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 16 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 17 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น
- 19 มิลลิเมตร	จำนวน 1 ชิ้น




กชช

- 21 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 22 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 24 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

(7) ซ็อกเก็ตทกเหลี่ยมเดือยโผล่หัวม้วน ประกอบด้วยขนาดต่างๆ ดังนี้

- 4 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 6 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 8 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 10 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

(8) ประแจปากตายหัวม้วน ประกอบด้วยขนาดต่างๆ ดังนี้

- 8 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 10 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 12 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 13 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 14 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 15 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 16 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 17 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 18 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 19 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 21 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 22 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 24 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

(9) ประแจแหวนหัวม้วน ประกอบด้วยขนาดต่างๆ ดังนี้

- 8 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 10 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 12 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 13 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 14 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 15 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 16 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 17 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

๗๖๘

- 18 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 19 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 21 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 22 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 24 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- (10) ประแจเลื่อนหุ้มฉนวน ขนาด 8" จำนวน 1 ชิ้น
- (11) ไขควงปากแฉกหุ้มฉนวนพร้อมที่จับสองสี ประกอบด้วยขนาดต่างๆ ดังนี้
 - ขนาด 0 x 60 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
 - ขนาด 1 x 80 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
 - ขนาด 2 x 100 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
 - ขนาด 5.5 x 125 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- (12) คีมปากแหลมหุ้มฉนวน ขนาด 8" จำนวน 1 ชิ้น
- (13) คีมตัดทแยงมุมหุ้มฉนวน ขนาด 7" จำนวน 1 ชิ้น
- (14) คีมปากจิ้งจกหุ้มฉนวน ขนาด 8" จำนวน 1 ชิ้น
- (15) มีดปอกสายไฟหุ้มฉนวน VDE พร้อมตัวป้องกันใบมีด จำนวน 1 ชิ้น
- 4.3.4.9 ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย มีรายละเอียดดังนี้
 - (1) แวนตาป้องกันวัสดุเข้าตามาตรฐานสากล จำนวน 8 ชุด
 - (2) ถุงมือป้องกันไฟฟ้ามาตรฐานสากล จำนวน 8 ชุด
 - (3) ตะขอกู้ภัยฉนวนกันไฟฟ้ามาตรฐานสากล จำนวน 4 ชุด
 - (4) ถังดับเพลิง AVD สำหรับแบตเตอรี่ขนาด 15 ปอนด์ จำนวน 4 ชุด

4.3.5 เครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบไฟฟ้า DC Charging จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังนี้

- 4.3.5.1 เป็นอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าชนิด DC Charging ขนาดไม่น้อยกว่า 7 กิโลวัตต์
- 4.3.5.2 เป็นอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าแบบติดตั้ง โดยมีรูปแบบการชาร์จได้ดังนี้
 - (1) เสียบปลั๊กแล้วชาร์จได้ทันที (Plug and charge)
 - (2) ใช้บัตรแตะเพื่อชาร์จ (Swipe card)
- 4.3.5.3 มีมาตรฐานความปลอดภัย ได้ดังนี้
 - (1) ผ่านการรับรองมาตรฐานการป้องกันน้ำและฝุ่นในระดับ IP 54 หรือดีกว่า
 - (2) มีฟังก์ชันการป้องกันภัยอื่น ๆ อาทิเช่น แรงดันไฟฟ้าเกิน หรือ ต่ำกว่าเกณฑ์

ไฟฟ้าลัดวงจร ไฟฟ้ารั่ว

- 4.3.5.4 มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบชนิด Digital display หรือดีกว่า
- 4.3.5.5 มีหัวชาร์จชนิด CCS2 หรือ หัวชาร์จที่ใช้กันแพร่หลายภายในประเทศ

4.3.5.6 รองรับการสื่อสารไร้สายแบบ Bluetooth

4.4 ชุดประมวลผลและบันทึกเพื่อวินิจฉัยความเครียดแบตเตอรี่

คุณลักษณะ

ชุดประมวลผลและบันทึกเพื่อวินิจฉัยความเครียดแบตเตอรี่ เป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูลเพื่อวินิจฉัยปัญหาของแบตเตอรี่ที่เกิดจากความร้อนสะสมและความเครียดของเซลล์แบตเตอรี่

คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

4.4.1 เครื่องประมวลผลหลัก (Main unit)

4.4.4.1 รองรับช่องสัญญาณได้ 80 ช่องสัญญาณหรือ มากกว่า

4.4.4.2 ความถี่ในการสุ่ม (Sampling Frequency) เก็บข้อมูลสามารถตั้งได้สูงสุด

200kHz

4.4.4.3 มีหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลแบบ SSD (Solid State Drive) ไม่น้อยกว่า

256 GB

4.4.4.4 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว แบบสัมผัส (Touch panel)

4.4.4.5 มีพอร์ต USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ พอร์ต USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.4.4.6 มีพอร์ต LAN 100/1000 BASE-T

4.4.4.7 สามารถใช้ไฟ (Power Supply) AC 100 – 240 VAC และ 10 – 30 VDC ได้

4.4.4.8 มีค่าความต้านทานการสั่นสะเทือน (Vibration Resistant) ได้ 5G ที่ความถี่

5 – 55Hz หรือดีกว่า

4.4.4.9 มีค่าความต้านทานการตกกระแทก (Shock Resistant) ได้ 20G ที่ 11 ms

4.4.4.10 มีมาตรฐาน Directive 2014/30/EU (EMC) และ Directive

2011/65/EU, (EU)2015/863

4.4.4.11 มีโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

4.4.2 อินพุตการ์ดสำหรับสเตรนเกจ (Strainage), สเตรนเกจทรานสดิวเซอร์

(Strainage transducers) และ เซนเซอร์วัดค่าความสั่นสะเทือนแบบ Piezoelectric

4.4.2.1 สามารถเลือกแรงดันไฟฟ้าบริดจ์ (Bridge Voltage) ที่ 2 VDC หรือ 5VDC

หรือ 10VDC ได้

4.4.2.2 มีช่องวัดสัญญาณจำนวน 8 ช่อง

4.4.2.3 ย่านการวัดสเตรนเกจ สูงสุด 500,000 microstrain ที่ Nonlinearity เท่ากับ

$\pm 0.1\%$ FS และ Accuracy: $\pm 0.2\%$ FS

4.4.2.4 ย่านการวัดแรงดัน (Voltage) สูงสุด 50 V ที่ Nonlinearity เท่ากับ $\pm 0.1\%$

FS และ Accuracy: $\pm 0.2\%$ FS

4.4.2.5 ย่านการวัดเซนเซอร์วัดค่าความสั่นสะเทือนแบบ Piezoelectric สูงสุด 5,000 mV ที่ Nonlinearity เท่ากับ $\pm 0.2\%$ FS และ Accuracy: $\pm 1.0\%$ FS

4.4.2.6 ย่านการตอบสนองความถี่ จาก DC ถึง 5 kHz

4.4.2.7 ใช้การแปลงสัญญาณแบบ A-D ขนาดความละเอียดไม่น้อยกว่า 24 บิต (Bits)

4.4.2.8 มีฟิลเตอร์ Low pass ที่ Cutoff frequency : 30 , 100 , 300 , 1k , 3k Hz, Flat และ AUTO เป็นอย่างน้อย

4.4.2.9 มีฟิลเตอร์ High pass ที่ Cutoff frequency : 0.2 และ 1 Hz

4.4.2.10 มีมาตรฐาน Directive 2014/30/EU (EMC) และ Directive 2011/65/EU, (EU)2015/863

4.4.3 อินพุตการ์ดสำหรับค่าอุณหภูมิ

4.4.3.1 มีช่องวัดสัญญาณจำนวน 8 ช่อง

4.4.3.2 สามารถใช้กับ Thermocouple ชนิด K และ T ได้

4.4.3.3 ย่านการวัดสูงสุดของ Thermocouple ชนิด K ที่ 1230 องศาเซลเซียส และ Thermocouple ชนิด T ที่ 400 องศาเซลเซียส

4.4.3.4 มี Accuracy $\pm 0.5\%$ of reading +1 ที่ อุณหภูมิอากาศ (Ambient TEMP) 20 ± 3 องศาเซลเซียส

4.4.3.5 ใช้การแปลงสัญญาณแบบ A-D ขนาดความละเอียดไม่น้อยกว่า 16 บิต (Bits)

4.4.3.6 มีมาตรฐาน Directive 2014/30/EU (EMC) และ Directive 2011/65/EU, (EU)2015/863

4.4.3.7 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา

รายละเอียดอื่น ๆ

1) เป็นเครื่องมือที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานของ บริษัทผู้ผลิต ที่มีได้เกิดจากการดัดแปลงแก้ไข

2) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเป็นความรับผิดชอบของผู้เสนอราคา

3) รายการ ยกเว้น 4.3.4.8 อุปกรณ์เครื่องมือช่างสำหรับงานด้านยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Tool Set) และ 4.3.4.9 ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจาก บริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย เพื่อการบริการหลังการขายที่ดีในอนาคตผู้เสนอราคาต้องได้รับรองคุณภาพการบริการหลังการขาย ตามมาตรฐานสากล หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศกำหนด โดยมีเอกสาร หรือหลักฐานยืนยันประกอบในวันยื่นข้อเสนอ

4) มีการสาคิวิธีใช้งานในการทำงานของเครื่อง ให้กับผู้ใช้งาน ณ สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ โดยผู้เสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดทุกกรณี

5) ผู้เสนอราคามีการรับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

6) ในการส่งมอบครุภัณฑ์ ถ้าสินค้าเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อส่งมอบให้กับมหาวิทยาลัย ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบเอกสารการนำเข้าสินค้า (การขนส่งทางอากาศ ทางรถยนต์ ทางเรือ และวิธีการอื่น ๆ) โดยมีเอกสารชี้แจงมอบให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และถ้าเป็นการขนส่งด้วยเรือต่างประเทศจะต้องมีสำเนาเอกสารยืนยันจากกรมเจ้าท่าถึงการยกเว้นไม่ต้องใช้เรือไทย และถ้าใช้การขนส่งด้วยเรือต่างประเทศไปแล้วในขณะที่เส้นทางเดินเรือนั้นมีบริการการขนส่งด้วยเรือไทย จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงการชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการกระทำผิดพระราชบัญญัติขนส่ง

5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

6.1 ขั้นตอนที่ 1 คณะกรรมการฯ จะพิจารณาเอกสารที่ยื่นข้อเสนอได้เสนอมาโดยพิจารณาคุณสมบัติ ความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไข

6.2 ขั้นตอนที่ 2 คณะกรรมการฯ จะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคา

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 34,000,000 บาท (สามสิบล้านบาทถ้วน)

8. กำหนดการจ่ายเงิน

กำหนดจ่ายเงินเพียง 1 งวด เบิกจ่ายเมื่อผู้ขายดำเนินงานทั้งหมดเสร็จสิ้นเป็นไปตามสัญญา และ คณะกรรมการตรวจรับพัสดูลงนามตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

9. อัตราค่าปรับ

ร้อยละ 0.20

10. กำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

กจ.ฯ