

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1.ครุภัณฑ์ ชุดสาธิตอุปกรณ์ระบบรถยนต์ยานยนต์ไฟฟ้า และเครื่องมือวัดทดสอบพร้อมโปรแกรมจำลองแบบเสมือนจริง ตำบลนอกเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

2. จำนวนที่ต้องการ .....1..... ชุด

3. รายละเอียดครุภัณฑ์ประกอบด้วย

ชุดสาธิตอุปกรณ์ระบบรถยนต์ยานยนต์ไฟฟ้า และเครื่องมือวัดทดสอบพร้อมโปรแกรมจำลองแบบเสมือนจริง ตำบลนอกเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์จำนวน 1 ชุด ราคาต่อชุด 3,200,000 บาท มีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องทดสอบแบตเตอรี่แรงดันสูง จำนวน 1 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 314,300 บาท  
คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องทดสอบแบตเตอรี่ สำหรับการวัดค่าความต้านทานภายใน และ แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้ในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับทดสอบแบตเตอรี่ของยานพาหนะ EV และ PHEV โดยสามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแบตเตอรี่ได้สูงถึง 1,000 โวลต์ รวมทั้งสามารถวัดความต้านทานรวมของแบตเตอรี่แบบแพค และ ความต้านทานของบัสบาร์ได้

คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.1.1 สามารถวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ได้ โดยใช้วิธีการวัดแบบ 4 ขั้ว (Four-terminal AC method) โดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ 1 kHz ในการทดสอบ หรือ ดีกว่า
- 3.1.2 สามารถเลือกช่วงวัดค่าความต้านทานภายในได้ไม่ต่ำกว่า 7 ย่าน ได้แก่ 3mΩ, 30mΩ, 300mΩ, 3Ω, 30Ω, 300Ω และ 3,000 Ω
- 3.1.3 สามารถแสดงค่าความต้านทานสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 7 ค่า (โดยขึ้นอยู่กับย่านการวัด) ได้แก่ 3.1000mΩ, 31.000mΩ, 310.00mΩ, 3.1000Ω, 31.000Ω, 310.00Ω และ 3,100.0Ω
- 3.1.4 มีค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด ในการวัดค่าความต้านทานที่ย่าน 3 mΩ คือ ±0.5% rdg. ±10 dgt. หรือ ดีกว่า
- 3.1.5 มีค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด ในการวัดค่าความต้านทานที่ย่าน 30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω, 30 Ω, 300 Ω และ 3,000Ω คือ ±0.5% rdg. ±5dgt. หรือ ดีกว่า
- 3.1.6 สามารถเลือกช่วงวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแบตเตอรี่ได้ไม่ต่ำกว่า 3 ย่าน ได้แก่ 10 V, 100 V และ 1,000 V
- 3.1.7 สามารถแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 3 ค่า (โดยขึ้นอยู่กับย่านการวัด) ได้แก่ ±9.99999 V, ±99.9999 V และ ±1,100.00 V
- 3.1.8 มีค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ย่าน 10 V คือ ±0.01% rdg. ±0.03mV หรือ ดีกว่า
- 3.1.9 มีค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ย่าน 100V คือ±0.01%rdg. ±0.3 mV หรือ ดีกว่า
- 3.1.10 มีค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ย่าน 1,000V คือ ±0.01% rdg. ±3 mV หรือ ดีกว่า

- 3.1.11 มีฟังก์ชันการใช้งานเบื้องต้น ดังนี้
  - 3.1.11.1 ฟังก์ชันการเปรียบเทียบข้อมูล (Comparator) สามารถตั้งเงื่อนไขเปรียบเทียบค่าที่วัดได้เป็น Hi/ IN/ Lo ได้ หรือ ดีกว่า
  - 3.1.11.2 ฟังก์ชันการปรับแก้ค่าอัตโนมัติ (Self-Calibration) หรือ ดีกว่า เพื่อการวัดที่แม่นยำ
  - 3.1.11.3 ฟังก์ชันการเฉลี่ยข้อมูล (Averaging function) ตั้งแต่ 2 ถึง 16 การวัด หรือ ดีกว่า
  - 3.1.11.4 ฟังก์ชันลดการเกิดประกายไฟระหว่างขั้วแบตเตอรี่ และ อุปกรณ์วัดขณะทำการทดสอบ (Built-in Spark Discharge Reduction) หรือ ดีกว่า เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน
  - 3.1.11.5 ฟังก์ชันตรวจจับความผิดพลาดขณะทำการทดสอบ (Measurement Error Detection) หรือ ดีกว่า เพื่อการวัดที่ถูกต้อง
  - 3.1.11.6 ฟังก์ชันล๊อคการกดปุ่ม (Key-Lock)
- 3.1.12 รองรับอินเตอร์เฟซแบบ RS-232C, GP-IB, EXT. I/O และ Analog output หรือ ดีกว่า
- 3.1.13 ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัย EN61010 และ มาตรฐาน EMC EN61326 Class A หรือ ดีกว่า
- 3.1.14 อุปกรณ์ประกอบ
  - 3.1.14.1 สายไฟ (Power cord) จำนวน 1 ชุด
  - 3.1.14.2 คู่มือแนะนำการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
  - 3.1.14.3 คู่มือแนะนำข้อควรระวังในการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
  - 3.1.14.4 สายวัดแบตเตอรี่ รองรับแรงดันในการวัดสูงสุด 1000 V DC จำนวน 1 ชุด
  - 3.1.14.5 อุปกรณ์สำหรับตั้งค่าการวัดเริ่มต้น จำนวน 1 ชุด
- 3.1.15 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 3.1.16 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

### 3.2 เครื่องทดสอบแบตเตอรี่แบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 129,700 บาท

#### คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดสำหรับการตรวจวินิจฉัยระบบ UPS และ แบตเตอรี่ สามารถวัดค่าความต้านทานภายใน และ ค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันเพื่อใช้ร่วมกับระบบการแนะนำการวัดด้วยเสียงได้ รายละเอียดอื่น ๆ ของเครื่องมือวัด มีดังนี้

#### คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.2.1 สามารถวัดค่าความต้านทานภายใน และ ค่าแรงดันไฟฟ้า ของแบตเตอรี่ได้
- 3.2.2 มีค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้าในการทดสอบอยู่ที่ 1 kHz หรือ ดีกว่า
- 3.2.3 มีย่านการวัดค่าความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า 4 ย่าน ได้แก่ 3 mΩ, 30 mΩ, 300 mΩ และ 3 Ω
- 3.2.4 สามารถแสดงผลการวัดสูงสุด (Maximum display) และ ความละเอียดในการแสดงผล (Resolution) ของค่าความต้านทาน ตามย่านการวัด ดังนี้

- 3.2.4.1 ที่ย่านการวัด 3 mΩ มีการแสดงผลสูงสุดที่ 3.100 mΩ และมีความละเอียดในการแสดงผล 1 μΩ
- 3.2.4.2 ที่ย่านการวัด 30 mΩ มีการแสดงผลสูงสุดที่ 31.00 mΩ และมีความละเอียดในการแสดงผล 10 μΩ
- 3.2.4.3 ที่ย่านการวัด 300 mΩ มีการแสดงผลสูงสุดที่ 310.0 mΩ และมีความละเอียดในการแสดงผล 100 μΩ
- 3.2.4.4 ที่ย่านการวัด 3 Ω มีการแสดงผลสูงสุดที่ 3.100 Ω และมีความละเอียดในการแสดงผล 1 mΩ
- 3.2.5 มีค่ากระแสไฟฟ้าในการทดสอบ (Measurement current) ตามย่านการวัด ตั้งแต่ 160 mA ถึง 1.6 mA หรือ ต่ำกว่า
- 3.2.6 มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 2 ย่าน ได้แก่ 6 V และ 60 V
- 3.2.7 สามารถแสดงผลการวัดสูงสุด (Maximum display) และ ความละเอียดในการแสดงผล (Resolution) ของค่าแรงดันไฟฟ้า ตามย่านการวัด ดังนี้
  - 3.2.7.1 ที่ย่านการวัด 6 V มีการแสดงผลสูงสุดที่ ±6.000 V และ มีความละเอียดในการแสดงผล 1 mV
  - 3.2.7.2 ที่ย่านการวัด 60 V มีการแสดงผลสูงสุดที่ ±60.00 V และ มีความละเอียดในการแสดงผล 10 mv
- 3.2.8 มีฟังก์ชันในการทำงาน ดังนี้
  - 3.2.8.1 ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูล Memory functionality ที่สามารถบันทึก (Save), เรียกดูข้อมูล (Load) และ ลบข้อมูล (Delete) ได้ โดยจำนวนชุดข้อมูลสูงสุดที่บันทึกได้ไม่น้อยกว่า 6000 ชุดข้อมูล
  - 3.2.8.2 ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติเมื่อค่าการวัดคงที่แล้ว(Auto memory function)
  - 3.2.8.3 ฟังก์ชันการคงค่าการวัดโดยอัตโนมัติ (Auto-hold function)
  - 3.2.8.4 ฟังก์ชันการแนะนำการวัด (Measurement Navigator) ที่สามารถแจ้งลำดับเลขสำหรับการวัดแบบเตอरी พร้อมการแสดงผลหน้าจอ (Screen display) และ การแนะนำการวัดด้วยเสียง (Audio guidance)
  - 3.2.8.5 ฟังก์ชันการปิดเครื่องโดยอัตโนมัติเมื่อเครื่องมือวัดไม่มีการใช้งาน (Auto power-off)
  - 3.2.8.6 ฟังก์ชันการใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดการข้อมูล ได้แก่ การเรียกดู/ลบ ข้อมูลที่บันทึก, การปรับแต่ง/ถ่ายโอนข้อมูลการเปรียบเทียบค่า (Comparator tables) และ ข้อมูล Profile รวมถึงการสร้างรายงานการวัด (Creates reports)
  - 3.2.8.7 ฟังก์ชันการใช้งานร่วมกับสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต ด้วยแอปพลิเคชัน สำหรับการจัดการข้อมูล ได้แก่ การเรียกดู/ลบ ข้อมูลที่บันทึก, การปรับแต่ง/ถ่ายโอนข้อมูลการเปรียบเทียบค่า (Comparator tables) และ ข้อมูล Profile รวมถึงการใช้ฟังก์ชันการแนะนำการวัดและบันทึกข้อมูล (Measurement and recording guidance) และการสร้างรายงานการวัด (Creates reports)

- 3.2.9 มีฟังก์ชันในการเปรียบเทียบข้อมูล (Comparator Function) ที่สามารถตัดสินผลการวัดตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ได้แก่ PASS, WARNING และ FAIL
- 3.2.10 รองรับมาตรฐาน Safety: EN61010-2-030 และ EMC: EN61326-1 หรือ ดีกว่า
- 3.2.11 มีรูปแบบในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัด และ อุปกรณ์ภายนอก (Communication Interface) ได้แก่ USB และ Wireless communication หรือ ดีกว่า
- 3.2.12 มีฟังก์ชันที่สามารถป้อนข้อมูลการวัดโดยตรงไปยังไฟล์ Excel ได้โดยอัตโนมัติ (Excel@Direct Input)
- 3.2.13 อุปกรณ์ประกอบ
- 3.2.13.1 สายวัดค่าสัญญาณทางไฟฟ้าชนิดเข็ม (Pin Type Lead) จำนวน 1 ชุด
  - 3.2.13.2 กล่องเก็บอุปกรณ์ (Carrying Case) จำนวน 1 ชุด
  - 3.2.13.3 แผ่นยางกันกระแทกสำหรับหุ้มเครื่องมือวัด (Protector) จำนวน 1 ชุด
  - 3.2.13.4 อุปกรณ์ตั้งค่าศูนย์ (0 Adj Board) จำนวน 1 ชุด
  - 3.2.13.5 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 3.2.14 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 3.2.15 รับประกันคุณภาพ 1 ปีเต็ม

### 3.3 เครื่องวัดความต้านทานระบบยานยนต์ไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง

ราคาต่อหน่วย 81,800 บาท

คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องวัดความต้านทานความแม่นยำสูงแบบพกพา ที่สามารถวัดความต้านทานได้ตั้งแต่ระดับไมโครโอห์ม ไปจนถึง เมกกะโอห์ม ออกแบบมาสำหรับงานด้านการซ่อมบำรุง และการทดสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้าขนาดใหญ่ สามารถใช้ในการทดสอบความต่อเนื่องของระบบกราวด์ ในงานด้านยานยนต์ได้ รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้

คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.3.1 มีช่วงการวัดค่าความต้านทานตั้งแต่ 0.0000 mΩ ที่ย่าน 3 mΩ ถึง 3.5000 MΩ ที่ย่าน 3 MΩ หรือ ดีกว่า โดยสามารถปรับย่านการวัดได้ไม่น้อยกว่า 10 ย่านการวัด
- 3.3.2 มีช่วงการวัดอุณหภูมิตั้งแต่ -10 ถึง 99 C° หรือ ดีกว่า
- 3.3.3 มีรูปแบบการวัดเป็นแบบ 4-terminal direct current (constant current) ที่มีช่องต่อสายชนิด Banana plug หรือ ดีกว่า
- 3.3.4 มีฟังก์ชันการใช้งานดังนี้
- 3.3.4.1 ฟังก์ชันในการปรับค่าการวัดเทียบกับอุณหภูมิ (Temperature correction)
  - 3.3.4.2 ฟังก์ชันในการแปลงค่าการวัดเป็นค่าอุณหภูมิ (Temperature conversion)
  - 3.3.4.3 ฟังก์ชันในการชดเชยแรงดันไฟฟ้า (Offset voltage compensation, OVC)
  - 3.3.4.4 ฟังก์ชันในการเปรียบเทียบค่า (Comparator, ABS/REF%)
  - 3.3.4.5 ฟังก์ชันในการแปลงค่าการวัดเป็นความยาว (Length conversion)
  - 3.3.4.6 ฟังก์ชันในการตั้งค่าเสียงสำหรับแสดงผลการวัด (Judgement sound setting)

- 3.3.4.7 ฟังก์ชันในการคงค่าการวัดโดยอัตโนมัติเมื่อการวัดเสร็จสิ้น (Auto hold)
- 3.3.4.8 ฟังก์ชันในการประหยัดพลังงานเครื่องเมื่อไม่ได้ใช้เป็นเวลานาน(Auto power save,APS)
- 3.3.5 สามารถแสดงผลการวัดโดยการเฉลี่ยค่า (Averaging) ที่สามารถเลือกจำนวนข้อมูลในการเฉลี่ยได้แบบ OFF, 2/5/10/20 รอบ หรือ ดีกว่า
- 3.3.6 สามารถเก็บข้อมูลรูปแบบการตั้งค่า และ เรียกใช้รูปแบบข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ได้ (Panel store, panel load) โดยสามารถเก็บรูปแบบข้อมูลการตั้งค่าได้ไม่น้อยกว่า 9 ค่า
- 3.3.7 มีรายละเอียดทางเทคนิคของการเก็บข้อมูล (Memory storage) ดังนี้
  - 3.3.7.1 รูปแบบในการเก็บข้อมูลชนิด Manual, Auto memory และ Interval memory หรือดีกว่า
  - 3.3.7.2 มีจำนวนในการเก็บข้อมูลแบบ Manual และ Auto ไม่น้อยกว่า 1000 ข้อมูล และแบบ Interval ไม่น้อยกว่า 6000 ข้อมูล
  - 3.3.7.3 สามารถตั้งเวลาเก็บข้อมูลแบบ Interval ได้ตั้งแต่ 0.2 ถึง 10 วินาที โดยมีความละเอียดในการปรับเวลาอยู่ที่ 0.2 วินาที หรือ ดีกว่า
  - 3.3.7.4 สามารถเรียกดูค่าการวัดได้ในรูปแบบ การแสดงผลที่หน้าจอ (Display), และ USB mass storage ในรูปแบบ CSV, TXT files หรือ ดีกว่า
- 3.3.8 มีรูปแบบในการเชื่อมต่อสื่อสาร (Communication interfaces) ชนิด USB แบบ Class:USB mass storage class (read-only) หรือ ดีกว่า
- 3.3.9 เครื่องมือวัดรองรับมาตรฐาน Safety ที่ EN61010 และมาตรฐาน EMC ที่ EN61326 หรือ ดีกว่า
- 3.3.10 อุปกรณ์ประกอบ
  - 3.3.10.1 สายวัดแบบหนีบ (Clip type lead) จำนวน 1 ชุด
  - 3.3.10.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
  - 3.3.10.3 คู่มือสอนการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
  - 3.3.10.4 สายวัดแบบหัวเข็ม (Pin type lead) พร้อมหัวเข็มสำรอง (Tip pin) จำนวน 1 ชุด
  - 3.3.10.5 อุปกรณ์ตั้งค่าศูนย์ (Zero adjustment board) จำนวน 1 ชุด
- 3.3.11 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอใบเสนอราคา
- 3.3.12 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

### 3.4 เครื่องทดสอบความเป็นฉนวนของระบบยานยนต์ไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง

ราคาต่อหน่วย 31,900 บาท

#### คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวน มาพร้อมฟังก์ชันในการวัดข้อมูล และสามารถส่งข้อมูลได้แบบไร้สายเมื่อใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน มีการออกแบบสายวัดให้สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์รีโมทในการสั่งการทำงาน และ มีการออกแบบตัวเครื่องให้มีความคงทนต่อการตกกระแทกได้ นอกจากนี้ยังมีระบบในการแจ้งผลลัพธ์ของการทดสอบให้กับผู้ใช้งานรายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้

## คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.4.1 มีย่านการวัดไม่น้อยกว่า 5 ย่านการวัด
- 3.4.2 มีช่วงแรงดันในการทดสอบ (Testing Voltage (DC)) ได้แก่ 50 V, 125 V, 250 V, 500 V และ 1000 V หรือ ดีกว่า
- 3.4.3 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
- 3.4.4 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบบกระแสตรง (DC Voltage) และ กระแสสลับ (AC Voltage) ได้สูงสุดที่ 600 V หรือ ดีกว่า
- 3.4.5 เครื่องมือวัดมีความสามารถในการปิดเครื่องเพื่อประหยัดพลังงานโดยอัตโนมัติ (AUTO power save) หรือ ดีกว่า
- 3.4.6 มีความสามารถในการปรับย่านการวัดโดยอัตโนมัติ (AUTO range) หรือ ดีกว่า
- 3.4.7 มีความสามารถในการคงค่าการวัดได้ (Data hold) หรือ ดีกว่า
- 3.4.8 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่าน Bluetooth communication หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 3.4.9 สามารถแสดงผลการวัดค่าทางไฟฟ้าได้ในรูปแบบ Bar graph หรือ ดีกว่า
- 3.4.10 มาพร้อมกับไฟหลังหน้าจอ (Back light) หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 3.4.11 มีค่ามาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า (Safety standard category) อยู่ที่ CAT III 600 V หรือ ดีกว่า
- 3.4.12 รองรับการตกกระแทกจากที่สูงได้ (Drop proof) หรือ ดีกว่า
- 3.4.13 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้แบบไร้สาย โดยสามารถใส่ข้อมูลการวัดลงในโปรแกรม Excel หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน (Transport to the Excel file)
- 3.4.14 สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ตได้แบบไร้สาย โดยสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบรายงานชนิด PDF report, ข้อมูลไฟล์ CSV measurement data และ ข้อมูลภาพชนิด JPG Image data หรือ ดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 3.4.15 อุปกรณ์ประกอบ
  - 3.4.15.1 สายวัดสำหรับวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวน จำนวน 1 ชุด
  - 3.4.15.2 หัววัดแบบปลายแหลมชนิดมีรีโมทควบคุม จำนวน 1 ชุด
  - 3.4.15.3 สายคล้องคอ (Neck strap) จำนวน 1 ชุด
  - 3.4.15.4 คู่มือสอนการใช้งาน (Instruction manual) จำนวน 1 ชุด
- 3.4.16 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 3.4.17 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

### 3.5 เครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 25,200 บาท เป็นเงิน 25,200 บาท คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อแบบไร้สายด้วย Bluetooth® เพื่อ  
บันทึกข้อมูลการวัด รวมไปถึงการจัดการข้อมูลการวัดได้ นอกจากนี้เครื่องมือวัดยังมีฟังก์ชันในการ  
ป้องกันอันตรายจากการต่อสายวัดที่ไม่ถูกต้อง และ มีการออกแบบสายวัดชนิดพิเศษที่ต่อกับขั้วขั้วงาน  
ทางด้านกรวัดหลากหลายรูปแบบ รายละเอียดอื่น ๆ ของเครื่องมือวัด มีดังนี้

#### คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.5.1 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสตรงได้ตั้งแต่ 600 mV ถึง 1000 V หรือ ดีกว่า
- 3.5.2 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับได้ตั้งแต่ 6 V ถึง 1000 V หรือ ดีกว่า
- 3.5.3 สามารถวัดค่าแรงดันผสมของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ (DC V + AC V) ได้ตั้งแต่ 6 V  
ถึง 1000 V หรือ ดีกว่า
- 3.5.4 สามารถวัดกระแสไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC A) และ กระแสสลับ (AC A) ได้ตั้งแต่ 600  
mA ถึง 10 A หรือ ดีกว่า
- 3.5.5 สามารถวัดกระแสไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับด้วยการต่ออุปกรณ์เสริมชนิด เซนเซอร์วัด  
กระแส (AC clamp) ได้ตั้งแต่ 10 A ถึง 1000 A หรือ ดีกว่า
- 3.5.6 สามารถวัดค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 600  $\Omega$  ถึง 60 M $\Omega$  หรือ ดีกว่า
- 3.5.7 สามารถวัดค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 1  $\mu$ F ถึง 10 mF หรือ ดีกว่า
- 3.5.8 สามารถวัดความถี่ของสัญญาณทางไฟฟ้า ได้ตั้งแต่ 99 Hz ถึง 99 kHz หรือ ดีกว่า
- 3.5.9 สามารถวัดความต่อเนื่องของสายไฟ (Continuity Check) และสามารถทำการทดสอบไดโอด  
(Diode check) ได้
- 3.5.10 มีฟังก์ชันการใช้งานดังนี้
  - 3.5.10.1 ฟังก์ชันการตรวจจับสัญญาณของวงจรกระแสตรง และกระแสสลับโดยอัตโนมัติ  
(AUTO AC/DC V)
  - 3.5.10.2 ฟังก์ชันการวัดค่าสูงสุด (Peak measurement) ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และ  
กระแสสลับ
  - 3.5.10.3 ฟังก์ชันการกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-pass filter) แบบดิจิตอล ที่สามารถกรอง  
ความถี่ได้ในช่วง 100/500 Hz หรือ ดีกว่า
  - 3.5.10.4 ฟังก์ชันการคงค่าการวัด (Hold display value) ที่สามารถเลือกรูปแบบได้ตั้งแต่  
AUTO/MANUAL หรือ ดีกว่า
  - 3.5.10.5 ฟังก์ชันการแสดงค่าสูงสุด/ต่ำสุด ในขณะที่ทำการวัด (Max/Min value display)
  - 3.5.10.6 ฟังก์ชันการตรวจสอบขั้วเมื่อทำการวัดแรงดันชนิดกระแสตรง  
(DC voltage polarity check)
- 3.5.11 สามารถเก็บข้อมูลการวัดได้ผ่านการเชื่อมต่อด้วย Bluetooth® (Bluetooth® communication)
- 3.5.12 สามารถใช้ร่วมกับ Application ในการวิเคราะห์ค่าฮาร์โมนิก (Harmonic analysis) ได้
- 3.5.13 สามารถป้อนข้อมูลการวัดจากเครื่องมือวัดลงในไฟล์ Excel® ได้โดยตรงผ่านการเชื่อมต่อแบบไร้  
สาย (Excel® Direct Input Function)

- 3.5.14 มีการแสดงผลวัดแบบสองบรรทัด (Dual display), มีไฟพื้นหลัง (Back light) และ การแสดงผลแบบ Bar graph display ได้
- 3.5.15 มีมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับเครื่องมือวัดชนิด CAT III 1000 V, CAT IV 600 V หรือ ดีกว่า
- 3.5.16 สามารถป้องกันการต่อสายผิดพลาดด้วยกลไกแบบบานปิด (Mis-Insertion prevention shutters)
- 3.5.17 อุปกรณ์ประกอบ
  - 3.5.17.1 สายวัดสัญญาณทางไฟฟ้าที่สามารถปรับหัววัด เพื่อความสะดวก และ ความปลอดภัย ได้ตั้งแต่ CAT II 1000 V และ CAT IV 600 V/CAT III 1000 V ได้ จำนวน 1 ชุด
- 3.5.18 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 3.5.19 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปีเต็ม

**3.6 เครื่องปรับสมดุลแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แบตเตอรี่แบบ 24 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง**  
**ราคาต่อหน่วย 248,200 บาท**

**คุณลักษณะโดยทั่วไป**

เป็นเครื่องทดสอบที่ออกแบบมาสำหรับการปรับสมดุลของเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมภายในแพคแบตเตอรี่ ใช้เพื่อการแก้ปัญหาของการไม่เท่ากันของแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ภายในแบตเตอรี่แพค ในขณะเดียวกันก็สามารถใช้ในการวิจัยและพัฒนาได้โดยการจำลองสภาวะของแบตเตอรี่แพคที่มีค่าแรงดันที่แตกต่างกัน เหมาะสำหรับแบตเตอรี่แพคหลายหลากชนิด รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่องมีดังนี้

**คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค**

- 3.6.1 รองรับการทดสอบเซลล์แบตเตอรี่ได้สูงสุด 24 เซลล์ ในแบบ 2 x 12
- 3.6.2 กำลังไฟฟ้าสูงสุดในการทดสอบที่ 600 W หรือ ดีกว่า
- 3.6.3 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้าและความแม่นยำที่ 5 V +0.1% FS +2 mV หรือ ดีกว่า
- 3.6.4 มีย่านการวัดกระแสไฟฟ้าและความแม่นยำที่ 5 A +1% FS +0.05 A หรือ ดีกว่า
- 3.6.5 มีย่านการอุณหภูมิและความแม่นยำที่ -25°C ถึง 85°C +2°C หรือ ดีกว่า
- 3.6.6 มีช่องต่อแบตเตอรี่ชนิด 16 Pin และ 24 Pin
- 3.6.7 มีหน้าจอรูปแบบ 7 inch LCD touch screen
- 3.6.8 มีรูปแบบการเชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ (PC data communication) ชนิด TCP/IP และ USB-device
- 3.6.9 มีรูปแบบในการเชื่อมต่อแบบไร้สายชนิด WIFI&BT (WIFI antenna external)
- 3.6.10 มีรูปแบบในการอัดประจุ (Charge mode) ชนิด Constant current + constant voltage
- 3.6.11 มีรูปแบบในการคายประจุ (Discharge mode) ชนิด constant current โดยสามารถเลือกเพิ่มให้มีรูปแบบ Constant power และ Constant resistance ได้
- 3.6.12 มีฟังก์ชันเพิ่มเติม ดังนี้
  - 3.6.12.1 Discharge-charge balance ตัวเครื่องออกแบบให้มีการอัดและคายประจุแบบแยกช่องสัญญาณ ช่วยให้ไม่เกิดการ Overcharge หรือ Over-discharge
  - 3.6.12.2 Presetting function ตัวเครื่องมีรูปแบบอย่างง่ายในการทดสอบที่สามารถเลือกได้ช่วยในการทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว



3.6.12.3 Multi-protection ตัวเครื่องสามารถตรวจจับค่าแรงดันไฟฟ้า และ อุณหภูมิของเซลล์ แบตเตอรี่ได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำการหยุดการทดสอบได้หลายช่องสัญญาณ พร้อมๆกัน เพื่อป้องกันการเกิด Overcharge และ Over-discharge

3.6.13 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา

3.6.14 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

### 3.7 เครื่องทดสอบการอัดและคายประจุของโมดูล และ แพคเกจแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่อง

ราคาต่อหน่วย 340,400 บาท

#### คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องอัดและคายประจุที่สามารถทำงานได้ทั้งในรูปแบบการทดสอบและรูปแบบการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ เหมาะสำหรับการอัดและคายประจุของแบตเตอรี่ รวมไปถึงการทดสอบ Cycle test ของแบตเตอรี่ลิเทียมหลากหลายชนิด รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้

#### คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

3.7.1 สามารถรองรับแรงดันของแบตเตอรี่ได้ตั้งแต่ 2 ถึง 260 V DC หรือ ดีกว่า

3.7.2 มีค่าความแม่นยำในการทดสอบและค่าความละเอียดที่  $\pm 0.5\%$  FS หรือ ดีกว่า

3.7.3 มีความละเอียดในการแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้าแบบกลุ่มที่ 0.1V และแบบเซลล์ที่ 0.001 V หรือดีกว่า

3.7.4 มีค่ากระแสไฟฟ้าในการคายประจุที่ 0 ถึง 100 A ที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด 7.2 kW หรือ ดีกว่า

3.7.5 มีค่ากระแสไฟฟ้าในการอัดประจุที่ 0 ถึง 80 A ที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด 6.6 kW หรือ ดีกว่า

3.7.6 มีค่าความแม่นยำในการทดสอบที่  $\pm 1\%$  FS หรือ ดีกว่า

3.7.7 รองรับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานของเครื่องที่ 220 V AC

3.7.8 มีระบบในการทำงาน ได้แก่ Discharge (Constant current + constant power), charge (Constant current + constant voltage) และ Cycle test

3.7.9 มีการเชื่อมต่อชนิด BMS communication (RS485, CAN) และ Physical sampling clips

3.7.10 มีระบบป้องกัน ได้แก่ Over voltage, under voltage, over current, polarity reversal, over temp, overcharge และ over discharge

3.7.11 มีฟังก์ชันเพิ่มเติม ดังนี้

3.7.11.1 Data acquisition ตัวเครื่องสามารถเก็บค่าแรงดันสูงสุด, ต่ำสุด, อุณหภูมิ ได้ในขณะที่ทำการทดสอบ และสามารถแสดงผลการทดสอบได้ในรูปแบบ Bar chart, form และ curve

3.7.11.2 Protection ตัวเครื่องมาพร้อมกับระบบแจ้งเตือนแบบเสียงที่แสดงได้หลากหลายรูปแบบของความผิดปกติ ได้แก่ การเชื่อมต่อที่กลับขั้ว, อุณหภูมิสูงเกินกำหนด, ไฟฟ้าลัดวงจร, พัดลมเสียหาย, แรงดันเกินกำหนด และ กระแสเกินกำหนด

3.7.12 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา

3.7.13 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

### 3.8 กล้องถ่ายภาพความร้อน จำนวน 1 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 33,800 บาท

#### คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นกล้องถ่ายภาพความร้อนชนิดพกพา สำหรับงานด้านการวัดอุณหภูมิทั่วไป ออกแบบให้มีหน้าจอสัมผัส มีความละเอียดของภาพความร้อนที่ดี และมีย่านการวัดอุณหภูมิที่กว้าง รายละเอียดอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้

#### คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.8.1 มีความละเอียดความร้อนที่ 120 x 90 pxl และมี Pxl ขนาด 17  $\mu\text{m}$  หรือ ดีกว่า
- 3.8.2 ระบบโฟกัสเป็นแบบ Automatic หรือ ดีกว่า
- 3.8.3 ตัวกล้องความร้อนมีค่าที่ 50 Hz หรือ ดีกว่า
- 3.8.4 มีรูปแบบของการปรับสืออยู่ที่ 8 แบบพื้นฐาน และ 4 แบบ Isotherms
- 3.8.5 มีกล้องดิจิทัล ขนาด 2 Mpxl ที่ FOV 59°
- 3.8.6 ตัวกล้องมีหน้าจอสัมผัสชนิด TFT color, Capacitive touch-screen ขนาดไม่ต่ำกว่า 3.5"
- 3.8.7 สามารถปรับรูปแบบของการแสดงภาพความร้อนได้ในรูปแบบ IR (ภาพความร้อน), Visible (ภาพจากกล้องดิจิทัล), Fusion PiP (แสดงภาพของกล้องดิจิทัลและภาพความร้อนพร้อมกัน) และ Auto Fusion (การผสมภาพความร้อนเข้ารวมกับภาพดิจิทัล)
- 3.8.8 สามารถบันทึกวิดีโอของภาพความร้อนได้โดยเก็บในรูปแบบของ MP4 format
- 3.8.9 ตัวกล้องสามารถขยายภาพได้แบบ Electronic zoom ที่กำลังขยาย x1 ถึง x32
- 3.8.10 ตัวกล้องมีช่วงการวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -20 °C ถึง 550 °C ที่ความละเอียด 0.1 °C
- 3.8.11 มีจุดวัดที่แสดงผลบนหน้าจอได้ 4 จุด โดยสามารถเลือกวางจุดบนหน้าจอได้ไม่น้อยกว่า 3 จุด และมีจุดแสดงผลกึ่งกลาง 1 จุด
- 3.8.12 มีรูปแบบการวัดชนิด Automatic, manual และ histogram หรือ ดีกว่า
- 3.8.13 สามารถปรับค่า Emissivity ได้ตั้งแต่ 0.01 ถึง 1.00 และสามารถเลือกได้จากค่าพื้นฐานของวัสดุ
- 3.8.14 มีโหมดการวิเคราะห์ขั้นสูง (Advanced analysis) ดังนี้
  - 3.8.14.1 โหมดการวัดแบบจุด (สูงสุด 3 จุด)
  - 3.8.14.2 โหมดการวัดแบบเส้น (สูงสุด 2 เส้น)
  - 3.8.14.3 โหมดการวัดแบบพื้นที่ (สูงสุด 3 พื้นที่)
  - 3.8.14.4 โหมดการหาจุดร้อน และ เย็น ในภาพ (Hot/cold points)
- 3.8.15 สามารถตั้งการเตือนอุณหภูมิได้ (Alarm on temperature)
- 3.8.16 ตัวเครื่องรองรับอุณหภูมิในการทำงานตั้งแต่ -15 °C ถึง 50 °C หรือ ดีกว่า
- 3.8.17 ตัวเครื่องรองรับการทำงานในสภาพความชื้นได้ตั้งแต่ 10% RH ถึง 90% RH หรือ ดีกว่า
- 3.8.18 ตัวเครื่องมีระดับการป้องกันน้ำและฝุ่นอยู่ที่ IP54 อ้างอิงตาม IEC529
- 3.8.19 ตัวเครื่องมีระดับการป้องกันความสะเทือน (Shock) ที่ 25G อ้างอิงตาม IEC60068-2-29
- 3.8.20 ตัวเครื่องมีระดับการป้องกันความสั่นอยู่ที่ 2G อ้างอิงตาม IEC60068-2-6 และ รองรับการตกจากที่สูง (Drop test) ที่ 2 เมตร
- 3.8.21 ตัวเครื่องมีหน่วยความจำภายในขนาด 3.4 Gb และ สามารถรองรับ Micro SD card ได้

- 3.8.22 ไฟล์ภาพความร้อนอยู่ในรูปแบบของ JPEG standard (Snapshot) และ รูปแบบ HIR (Radiometric)
- 3.8.23 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ผ่าน interface ชนิด USB-C เพื่อการดาวน์โหลดภาพ และ วิดีโอสู่คอมพิวเตอร์
- 3.8.24 ตัวเครื่องทำงานด้วยแบตเตอรี่ที่สามารถอัดประจุใหม่ได้ (Rechargeable)
- 3.8.25 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 3.8.26 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

### 3.9 เครื่องตรวจวินิจฉัยยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 188,800 บาท

#### คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ และ วินิจฉัยความผิดปกติในยานยนต์ไฟฟ้า สามารถตรวจสอบระบบการทำงานในยานยนต์ไฟฟ้าได้หลากหลายระบบ รวมไปถึงสามารถตรวจสอบระบบของแบตเตอรี่แพคในยานยนต์ไฟฟ้าได้ ผ่าน OBD ของยานยนต์ไฟฟ้า ตัวเครื่องมีขนาดพกพาสะดวก เมนูแสดงเป็นรูปภาพที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย รายละเอียดอื่น ๆ ของเครื่องมีดังนี้

#### คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 3.9.1 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ และ วินิจฉัยความผิดปกติในยานยนต์ไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 50 แปรนต์
- 3.9.2 เครื่องมือวัดมีอุปกรณ์สำหรับอ่านค่า VCI (THINKDIAG VCI) ที่สามารถรองรับการวินิจฉัยความผิดปกติของยานยนต์ไฟฟ้าจาก OBD หรือ แบตเตอรี่แพคได้
- 3.9.3 รองรับการวินิจฉัยแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าของแต่ละก้อนได้ (Battery pack diagnostic)
- 3.9.4 มีฟังก์ชันในการวัดค่าทางไฟฟ้า และ ระบบการทำงานต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า ดังนี้
  - 3.9.4.1 ฟังก์ชันการอ่านค่าจากกล่องควบคุมระบบ (ECU coding) และ การทำ Online programming
  - 3.9.4.2 ฟังก์ชันออกแบบโมดูลาร์ (Modular design) และรองรับ การตั้งค่าระบบการช่วยขับ ADAS calibration
- 3.9.5 มีฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบระบบการทำงานของยานยนต์เพื่อการซ่อมบำรุง (Maintenance function) ไม่น้อยกว่า 28 ฟังก์ชัน ดังนี้
  - 3.9.5.1 ฟังก์ชันการวัดแรงดันลมของล้อรถยนต์ (TPMS Reset)
  - 3.9.5.2 ฟังก์ชันการปรับแก้กระจกบานเลื่อนรถ (Window calibration)
  - 3.9.5.3 ฟังก์ชันการตั้งค่ายางรถยนต์ (Tyre Reset)
  - 3.9.5.4 ฟังก์ชันการตั้งค่าเกียร์ (GearBox Learn)
  - 3.9.5.5 ฟังก์ชันการเลือกภาษาของเครื่องมือวัด (Language Change)
  - 3.9.5.6 ฟังก์ชันการทดสอบระบบกุญแจรถ (Immo)
  - 3.9.5.7 ฟังก์ชันการตั้งค่าถุงลมรถ (Airbag Reset)
  - 3.9.5.8 ฟังก์ชันการตั้งค่าระบบเปิด/ปิด ยานยนต์ (Stop/Start Reset)

- 3.9.5.9 ฟังก์ชันการตั้งค่ามาตรวัดระยะทาง หรือ เลขไมล์ (ODO Meter)
- 3.9.5.10 ฟังก์ชันการตั้งค่าระบบกันกระแทก (SUS Reset)
- 3.9.5.11 ฟังก์ชันการตั้งค่าระบบเปิดประทุน (Sun Roof)
- 3.9.5.12 ฟังก์ชันการทดสอบระบบหล่อเย็นของยานยนต์ (Coolant Bleed)
- 3.9.5.13 ฟังก์ชันการตั้งค่าระบบเบรกของยานยนต์ (Brake Reset)
- 3.9.5.14 ฟังก์ชันการตั้งค่าเครื่องอ่านสถานะของแบตเตอรี่ (BAT. Match)
- 3.9.5.15 ฟังก์ชันการตั้งค่าที่นั่งผู้โดยสาร (Seats Calibration)
- 3.9.5.16 ฟังก์ชันในการตั้งค่าระบบพวงมาลัย (SAS Reset)
- 3.9.5.17 ฟังก์ชันในการตั้งค่ารอบการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน (Oil Reset)
- 3.9.5.18 ฟังก์ชันในการตั้งค่ามอเตอร์ (Motor Angle Calibration)
- 3.9.5.19 ฟังก์ชันในการตรวจวินิจฉัยแบตเตอรี่แรงดันสูง (High Voltage Battery Diagnostics)
- 3.9.5.20 ฟังก์ชันในการตั้งค่าระบบกุญแจยานยนต์ (IMMO PROG)
- 3.9.5.21 ฟังก์ชันในการตั้งค่าระบบความสว่างภายในยานยนต์ (AFS Reset)
- 3.9.5.22 ฟังก์ชันในการตั้งค่าระบบทำความเย็นในยานยนต์ (AC System Relearn/Initialization)
- 3.9.5.25 ฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบระบบการควบคุมความเร็วโดยอัตโนมัติของยานยนต์ (Intelligent Cruise Control System)
- 3.9.5.26 ฟังก์ชันในการตั้งค่าการเปลี่ยนน้ำหล่อเย็น (Coolant Replacement)
- 3.9.5.27 ฟังก์ชันในการทดสอบอุปกรณ์คอมเพรสเซอร์ของยานยนต์ (Compressor test)
- 3.9.5.28 ฟังก์ชันในการตรวจสอบระบบแรงดันสูงของยานยนต์ (High Voltage Power Outage)
- 3.9.6 ข้อมูลทางเทคนิคด้านตัวเครื่องวินิจฉัย
  - 3.9.6.1 มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว
  - 3.9.6.2 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4GB
  - 3.9.6.3 มีหน่วยความจุไม่น้อยกว่า 128GB
  - 3.9.6.4 มีกล้องหลังสำหรับถ่ายภาพความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 MP
- 3.9.7 อุปกรณ์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้ หรือดีกว่า
  - 3.9.7.1 Printer จำนวน 1 ชุด
  - 3.9.7.2 อุปกรณ์อ่านค่าความผิดปกติจากแพคแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
  - 3.9.7.3 อุปกรณ์วัดค่าความดันลมล้อ (TPMS) จำนวน 1 ชุด
- 3.9.8 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา
- 3.9.9 ตัวเครื่องมีการอัปเดตซอฟต์แวร์สำหรับการอ่านข้อมูลยานยนต์ไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 3.9.10 มีการสาธิตการใช้งาน และจัดให้มีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 3.10 เครื่องมือทดสอบการทำงานของสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ จำนวน 1 เครื่อง

ราคาต่อหน่วย 151,900 บาท

คุณลักษณะโดยทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด และ ตรวจสอบสถานีอัดประจุในยานยนต์ไฟฟ้า ที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากล เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยทั้งในสถานีชาร์จส่วนบุคคลและสำหรับผู้ให้บริการสถานีชาร์จ รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้

คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

3.10.1 เป็นหน้าจอสีระบบสัมผัสชนิด LCD ขนาดหน้าจอ 320x240 mm.

3.10.2 มีระบบการเชื่อมต่อชนิด Optical-USB และ built-in WiFi

3.10.3 มีระบบปิดเครื่องหลังจากไม่ได้ใช้งาน (Auto Power OFF)

3.10.4 มีการทดสอบตามมาตรฐาน ดังนี้

3.10.4.1 การทดสอบความต่อเนื่องที่ 200 mA (Continuity test) ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-4

3.10.4.2 การทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation resistance) ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-2

3.10.4.3 การทดสอบ Earth resistance ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-5

3.10.4.4 การทดสอบ Fault loop impedance ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-3

3.10.4.5 การทดสอบ RCD test ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-6

3.10.4.6 การทดสอบ Phase sequence ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-7

3.10.4.7 การทดสอบ Multifunction ตามมาตรฐาน IEC/EN61557-10

3.10.4.8 การทดสอบ Prospective short circuit current ตามมาตรฐาน EN60909-0

3.10.4.9 การทดสอบ Earth Resistance on TN systems ตามมาตรฐาน EN61936-1 และ EN50522

4.10.4.10 การทดสอบ Test on EVSE device ตามมาตรฐาน IEC/EN61851-1 และ IEC/EN60364-7-722

3.10.5 ตัวเครื่องมือทดสอบมีมาตรฐานความปลอดภัย IEC/EN6101-1, IEC/EN61010-031 และ IEC/EN61010-2-032

3.10.6 ตัวเครื่องมือทดสอบระดับการป้องกันฝุ่นที่ IP40

3.10.7 ตัวเครื่องมือทดสอบมีระดับการป้องกันแรงดันสูงที่ CAT IV300V (to ground), max 415V ระหว่างขั้ว

3.10.8 อุปกรณ์ประกอบ

3.10.8.1 สายวัดค่าสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

3.10.8.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อวัดสถานีอัดประจุ จำนวน 1 ชุด

3.10.9 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขอเสนอราคา

3.10.10 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

**3.11 ชุดรถเข็นเครื่องมือช่างชนิดหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ราคาต่อหน่วย 83,600 บาท**

- 3.11.1 เป็นชุดตู้เครื่องมือช่าง ขนาด 4 ชั้น หรือดีกว่า
- 3.11.2 มีเครื่องมือช่างจำนวนไม่น้อยกว่า 68 ชิ้น
- 3.11.3 เครื่องมือทั้งหมดในชุดได้รับการรับรองตามมาตรฐาน VDE ผ่านการทดสอบฉนวนที่ทนต่อแรงดันไฟฟ้าสูง และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC/EN 60900
- 3.11.4 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 3.11.5 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

**3.12 ชุดกระเป๋าเครื่องมือช่างชนิดหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ราคาต่อหน่วย 27,300 บาท**

- 3.12.1 เป็นชุดกระเป๋าเครื่องมือช่าง สามารถพกพาได้ หรือ ดีกว่า
- 3.12.2 มีเครื่องมือช่างจำนวนไม่น้อยกว่า 39 ชิ้น
- 3.12.3 เครื่องมือทั้งหมดในชุดได้รับการรับรองตามมาตรฐาน VDE ผ่านการทดสอบฉนวนที่ทนต่อแรงดันไฟฟ้าสูง และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC/EN 60900
- 3.12.4 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 3.12.5 รับประกันคุณภาพ 1 ปี เต็ม

**3.13 ชุดอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยสำหรับงานยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ราคาต่อหน่วย 24,300 บาท**  
**ประกอบด้วย**

- |   |             |
|---|-------------|
| 3.13.1 ชุดกันไฟ   | จำนวน 1 ชุด |
| 3.13.2 รองเท้าเซฟตี้กันไฟฟ้า                            | จำนวน 1 ชุด |
| 3.13.3 ถุงมือป้องกันไฟฟ้า Class 0 พร้อมถุงมือหนังสวมทับ | จำนวน 1 ชุด |
| 3.13.4 ถุงมือกันลื่น                                    | จำนวน 1 ชุด |
| 3.13.5 แวนตากันสะเก็ด                                   | จำนวน 1 ชุด |
| 3.13.6 แผ่นยางฉนวนกันไฟฟ้า                              | จำนวน 1 ชุด |
| 3.13.7 เสายาจรพร้อมอุปกรณ์ทำอาณัติ                      | จำนวน 1 ชุด |

**3.14 ชุดเรียนรู้ระบบจัดการแบตเตอรี่พร้อมชุดโหลด เพื่อทดสอบการปรับสมดุลของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า**  
**จำนวน 1 ชุด ราคาต่อหน่วย 1,518,800 บาท**

- 3.14.1 ชุดเรียนรู้ระบบจัดการแบตเตอรี่พร้อมชุดโหลด เพื่อทดสอบการปรับสมดุลของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า
  - 3.14.1.1 รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง

ระบบจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS) ในยานยนต์ไฟฟ้าคือระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมและตรวจสอบการทำงานของแบตเตอรี่ เพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีการดูแลปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับแรงดัน กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และสมดุลพลังงานระหว่างเซลล์แบตเตอรี่

รวมถึงการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น การชาร์จเกิน การคายประจุเกิน การลัดวงจร และอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป BMS ประกอบไปด้วยหน้าที่หลักๆ ดังนี้:

- การตรวจสอบ : วัดแรงดัน กระแสไฟ และอุณหภูมิในแต่ละเซลล์แบตเตอรี่
- การควบคุม : จัดการการชาร์จและคายประจุ เพื่อรักษาสภาพแบตเตอรี่และยืดอายุการใช้งาน
- การป้องกัน : ป้องกันการเกิดเหตุอันตราย เช่น การลัดวงจรและความร้อนสูงเกินไป
- การสื่อสาร : ส่งข้อมูลสถานะของแบตเตอรี่ไปยังระบบอื่นของยานยนต์ เช่น ระบบควบคุม พลังงานระบบ BMS เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่

#### 3.14.1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.14.1.2.1 เรียนรู้ส่วนประกอบทั้งหมดของระบบจัดการแบตเตอรี่ทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า
- 3.14.1.2.2 เรียนรู้ส่วนประกอบบนบอร์ด Master Control Unit (MCU) รวมทั้งพื้ต่อต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อ
- 3.14.1.2.3 เรียนรู้ส่วนประกอบบนบอร์ด Cell Monitoring Unit (CMU) รวมทั้งพื้ต่อต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อ
- 3.14.1.2.4 เรียนรู้การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการต่อวงจรการทำงานของระบบจัดการแบตเตอรี่ ขนาดแรงดัน 48V เช่นการเชื่อมต่อบอร์ด Master Control Unit (MCU) ไปยังบอร์ด Cell Monitoring Unit (CMU)
- 3.14.1.2.5 เรียนรู้การเชื่อมต่อระบบทั้งหมดผ่านอุปกรณ์ป้องกัน Protection ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ Main Contactor, อุปกรณ์ R Shunt อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temp Sensor), อุปกรณ์ Switch on/off charge และ discharge
- 3.14.1.2.6 เรียนรู้การต่อวงจรแบตเตอรี่แบบอนุกรมขนาดแรงดัน 48V ไปยังชุด Cell Monitoring Unit (CMU)
- 3.14.1.2.7 เรียนรู้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ Charger
- 3.14.1.2.8 เรียนรู้การเชื่อมต่อ Charger ผ่าน Protocol แบบ CAN
- 3.14.1.2.9 เรียนรู้การใช้งานและส่วนประกอบต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ n3-BMS CREATOR
- 3.14.1.2.10 เรียนรู้การกำหนดค่าการเซตพารามิเตอร์ของแบตเตอรี่ที่ใช้งานเพื่อทดสอบการบาลานซ์ (Cell balancing) ของแบตเตอรี่
- 3.14.1.2.11 เรียนรู้การกำหนดค่า Charger interface ผ่านระบบ CAN โดยใช้ซอฟต์แวร์ n3-BMS CREATOR ช่วยให้ผู้ออกแบบแบตเตอรี่สามารถตั้งค่า BMS สำหรับการใช้งาน
- 3.14.1.2.12 เรียนรู้การกำหนดค่าเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุมและสั่งการพร้อมแสดงสถานะผ่าน ซอฟต์แวร์ LIBAL S-BMS PRO

3.14.1.2.13 เรียนรู้การเชื่อมต่อชุดโพลดเพื่อทดสอบการบาลานซ์ของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

3.14.1.2.14 เรียนรู้การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์กับเพื่อใช้ในการควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า

### 3.14.1.3 คุณลักษณะทั่วไป

บอร์ดสำหรับจัดการแบตเตอรี่ n-BMS ได้รับการพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการยานยนต์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด โดดเด่นด้วยการออกแบบที่ปลอดภัยในการทำงานด้วยส่วนประกอบหลัก เช่น โปรเซสเซอร์ ASIC และ PSU ที่ออกแบบมาอย่างดี เพื่อความปลอดภัยในการทำงานในระดับ ASIL

### 3.14.1.4 คุณลักษณะทางเทคนิค

3.14.1.4.1 ชุดทดสอบระบบการจัดการแบตเตอรี่ Master Control Unit (MCU) จำนวน 1 ตัว

3.14.1.4.1.1 สามารถรองรับแรงดันเพาเวอร์ซัพพลายได้ 6 ถึง 35 โวลต์

3.14.1.4.1.2 สามารถเชื่อมต่อ ชุด Cell Monitoring Unit (CMU) ได้ 1 ถึง 32 ตัว

3.14.1.4.1.3 สามารถเชื่อมต่อแบตเตอรี่จำนวนเซลล์แบบอนุกรมสำหรับระบบทั้งหมดได้ 384 Cell

3.14.1.4.1.4 รองรับแรงดันสูงในการวัดได้ 0 ถึง 1000 VDC

3.14.1.4.1.5 ความแม่นยำการวัดแรงดันสูง  $\pm 1$  VDC หรือดีกว่า

3.14.1.4.1.6 ช่วงการวัดกระแสอินพุต Shunt  $\pm 150$  mV

3.14.1.4.1.7 ความแม่นยำช่วงการวัดกระแสอินพุต Shunt  $\pm 1.0$  mV  
-40 -85°C

3.14.1.4.1.8 ช่วงการวัดกระแสอินพุต (เซ็นเซอร์ Hall effect) 0.0-5.0V,  
0.0 -2.5V current in, 2.5V ถึง 5.0 V current out

3.14.1.4.1.9 ความแม่นยำช่วงการวัดกระแสอินพุต(เซ็นเซอร์ Hall effect)  $\pm 1.5$  mV -40 - 85 °C

3.14.1.4.1.10 ความแม่นยำของอุณหภูมิ (NTC)  $\pm 1$  °C -40 - 85 °C

3.14.1.4.1.11 ระดับการตรวจจับข้อบกพร่อง (การรั่วไหล) ของกราวด์ 250/500/1000 $\Omega$  /V ระหว่างกราวด์และHV+/-

3.14.1.4.1.12 รองรับอินเทอร์เฟซการสื่อสาร master-slave แบบ isoSPI

3.14.1.4.1.13 รองรับการสื่อสารประเภท CAN 2.0A/B 11 bit and 29 bit IDs

3.14.1.4.1.14 รองรับความเร็ว CAN 125, 250, 500, 1k kbit/sec

3.14.1.4.1.15 มีจำนวนพอร์ต CAN 2 ช่อง โดย 1 ช่อง isolated CAN, 1 ช่อง non-isolated CAN.



- 3.14.1.4.1.16 มี GPIO ภายนอก 16 (Active Low)
- 3.14.1.4.1.17 มีอินเทอร์เฟซควบคุมเครื่องชาร์จ แบบ CAN
- 3.14.1.4.2 ชุด Cell Monitoring Unit (CMU) จำนวน 2 ชุด
  - 3.14.1.4.2.1 ชุด Cell Monitoring Unit (CMU) รองรับจำนวนเซลล์ต่อหน่วยได้ 4-12 เซลล์ (ขั้นต่ำ 12 V เพื่อจ่ายพลังงานให้กับ CMU)
  - 3.14.1.4.2.2 แรงดันเซลล์ที่ตรวจจับได้ 0 - 5 VDC
  - 3.14.1.4.2.3 มีจำนวนเซ็นเซอร์อุณหภูมิต่อหน่วย 4 (ตาม NTC)
  - 3.14.1.4.2.4 กระแสสมมูลของเซลล์ 200 mA, at cell voltage 4.2 V
  - 3.14.1.4.2.5 เวลาสุ่มตัวอย่างแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ 100 ms
  - 3.14.1.4.2.6 ความแม่นยำของแรงดันไฟฟ้าเซลล์เดี่ยว  $\pm 1.6$  mV at 25°C
  - 3.14.1.4.2.7 ช่วงการวัดอุณหภูมิ -40 to +85 °C
  - 3.14.1.4.2.8 ความแม่นยำของอุณหภูมิเซลล์ (NTC.)  $\pm 2$  °C -40-0 °C |  $\pm 1$  °C 0 - 40 °C |  $\pm 2$  °C 40 - 85 °C
- 3.14.1.4.3 ชุดแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 48 โวลต์ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
  - 3.14.1.4.3.1 มีขนาดความจุต่อก้อนไม่น้อยกว่า 4000mAh หรือสูงกว่า
  - 3.14.1.4.3.2 แรงดันต่อก้อน 3.2 โวลต์หรือสูงกว่า
  - 3.14.1.4.3.3 เป็นชนิด Lithium LiFePO4 หรือ Lithium ion
- 3.14.1.4.4 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
  - 3.14.1.4.4.1 มีพอร์ตเชื่อมต่อสื่อสาร แบบ CAN หรือดีกว่า
  - 3.14.1.4.4.2 มีไฟ LED แสดงสถานะสำหรับการชาร์จและข้อผิดพลาด
  - 3.14.1.4.4.3 มีระบบระบายความร้อน
  - 3.14.1.4.4.4 มีระบบป้องกันระดับ IP67
  - 3.14.1.4.4.5 สามารถใช้แรงดันอินพุต 220 VAC
  - 3.14.1.4.4.6 สามารถใช้ความถี่ในการใช้งาน 50 Hz
- 3.14.1.4.5 ชุดโหนดการทดสอบอุปกรณ์ทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
  - 3.14.1.4.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบดีซีบัสเลส ขนาดแรงดันไม่น้อยกว่า 48 V กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 10 A กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.5 kW
  - 3.14.1.4.5.2 กล่องควบคุมบัลเลสไม่น้อยกว่า 10 A
  - 3.14.1.4.5.3 มีคันเร่งเท้า จำนวน 1 ชุด
  - 3.14.1.4.5.4 มีคันเร่งมือ จำนวน 1 ชุด
  - 3.14.1.4.5.5 มีชุดเบรกเท้า จำนวน 1 ชุด
- 3.14.2 ชุดการศึกษาระบบจำลองการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า
  - 3.14.2.1 ซอฟต์แวร์หน้าต่างควบคุม (Control Desk)

## รายละเอียดทั่วไป

รวมฟังก์ชันการทำงานที่มักต้องการเครื่องมือพิเศษหลายอย่าง ให้การเข้าถึงแพลตฟอร์ม สามารถทำการวัดสอบเทียบและวินิจฉัยใน ECU ได้เช่นผ่านอินเตอร์เฟซ ASAM มาตรฐาน

## รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.14.2.1.1 Quick Access toolbar แถบเครื่องมือ Quick Access เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียกคำสั่งต่าง ๆ ละเอียดการปรับแต่งตั้งค่าการทำงานของซอฟต์แวร์ เช่น การสั่งรันโปรแกรม การสั่งหยุดโปรแกรมการบันทึกโปรเจ็คต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน
  - 3.14.2.1.2 Wording area พื้นที่ในการออกแบบรูปร่างหน้าตาการแสดงผลสัญญาณ, กราฟ, เครื่องมือในการควบคุมต่าง ๆ
  - 3.14.2.1.3 Status bar แถบสถานะแสดงสถานการณ์ทำงานของโปรแกรมสร้างหน้าต่างควบคุม
  - 3.14.2.1.4 Instrument Selector แถบควบคุมที่ให้การเข้าถึงเครื่องมือ โปรแกรมสร้างหน้าต่างควบคุมสามารถวางเครื่องมือบนเลย์เอาต์ผ่านการดับเบิลคลิกหรือลากและวาง
  - 3.14.2.1.5 Project Manager แสดงส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่แสดงโดยแถบควบคุม การทดลองและไฟล์ทั้งหมดที่สร้างขึ้นในโปรเจกนั้น ๆ
  - 3.14.2.1.6 Layout Navigator แถบควบคุมที่แสดงเลย์เอาต์ที่ใช้งานที่เปิดทั้งหมด สามารถสลับระหว่างเลย์เอาต์ได้
  - 3.14.2.1.7 Variable Browser เป็นแถบควบคุมที่เข้าถึงตัวแปรของการทดลองที่กำลังทดสอบ ณ ปัจจุบัน
  - 3.14.2.1.8 Measurement Data Pool แถบควบคุมที่ให้การเข้าถึงข้อมูลการวัดที่บันทึกใน ไฟล์ข้อมูลการวัด
  - 3.14.2.1.9 Platform/Device Manager ตัวจัดการแพลตฟอร์ม / อุปกรณ์หลัก ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่แสดง โดยแถบควบคุมมีฟังก์ชันในการจัดการอุปกรณ์แพลตฟอร์ม และแอปพลิเคชันที่กำหนดให้กับแพลตฟอร์ม
  - 3.14.2.1.10 Interpreter แถบควบคุมที่สามารถใช้คำสั่งตามบรรทัด เพื่อพิมพ์ข้อความ แสดงข้อผิดพลาดมาตรฐานและเอาต์พุตมาตรฐานระหว่างการดำเนินการ หรือนำเข้าสู่สคริปต์ไพทอน
  - 3.14.2.1.11 Message Viewer ตัวแสดงข้อความแถบควบคุม แสดงประวัติข้อผิดพลาด และข้อความเตือนทั้งหมด ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานกับส่วนควบคุม
- 3.14.2.2 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์ Automotive Simulation Models (ASM) 1 License
- 3.14.2.2.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดโปรแกรมสำหรับจำลองการทำงานของยานยนต์ สามารถใช้งานบนโปรแกรม MATLAB/Simulink สำหรับงานทดสอบการทำงานของ ECU และการพัฒนาฟังก์ชันการทำงานในระบบ Embedded โดย

สามารถปรับแต่งพารามิเตอร์ในแบบจำลอง(Model) ลักษณะถนนรูปแบบการขับขี่ สภาพการจราจรได้ด้วย Graphic User Interface(GUI) โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ โดยมีโปรแกรมจำลองการทำงานของระบบยานยนต์เป็นหลักในการใช้งานเพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนเน้นทั้งทฤษฎี และปฏิบัติควบคู่กันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

#### 3.14.2.2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

ฟังก์ชันจำลองการทำงานพลศาสตร์ยานยนต์ ASM Vehicle Dynamic Library

3.14.2.2.2.1 ระบบตัวถังหลายส่วนประกอบด้วยตัวถังยานยนต์และล้อทั้งหมด 4 ล้อ

3.14.2.2.2.2 มีตารางข้อมูลจำเพาะสำหรับจำลองการทำงานและเคลื่อนที่ของระบบกันสะเทือน

3.14.2.2.2.3 มีแบบจำลองแรงต้านอากาศในซอฟต์แวร์

3.14.2.2.2.4 มีระบบเบรกและระบบเพิ่มแรงเบรก

3.14.2.2.2.5 สามารถเพิ่มมวลตัวถังยานยนต์ได้

3.14.2.2.2.6 มีระบบควบคุมพวงมาลัยแบบ 3 องศาอิสระ (Degree of Freedom) ที่เสมือนจริง โดยรองรับระบบพวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้า (EPS)

3.14.2.2.2.7 มีแบบจำลองยางแบบ Magic Formula และ TMEasy

3.14.2.2.3 ฟังก์ชันจำลองการทำงานของระบบไฟฟ้าในยานยนต์ ASM Electric Components Library

3.14.2.2.3.1 ระบบไฟฟ้าในยานยนต์ เช่น แบตเตอรี่ ไดสตาร์ท ไดนาโม ระบบปรับอากาศ โหลดทางไฟฟ้าและตัวเก็บประจุยิ่งยวด เป็นต้น มีรายละเอียด ดังนี้

3.14.2.2.3.1.1 มีตัวอย่างแบบจำลองสำหรับอุปกรณ์ระบบรถไฟฟ้า เช่น สตาร์ทเตอร์ อัลเทอร์เนเตอร์ แบตเตอรี่โหลดและเครื่องปรับอากาศ

3.14.2.2.3.1.2 มีตัวอย่างแบบจำลองอุปกรณ์รถยนต์ไฮบริดหรือระบบส่งกำลังของ ยานยนต์หรือจำลองการทำงานเครื่องยนต์

3.14.2.2.3.1.3 มีตัวอย่างแบบจำลองยานยนต์พาหนะไฟฟ้า รวมถึงสถานีการชาร์จและระบบปรับอากาศ

3.14.2.2.3.1.4 มีอุปกรณ์และส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติสำหรับการใช้งานด้านยานยนต์

- 3.14.2.2.3.1.5 สามารถจำลองระบบไฟฟ้ายานยนต์ได้อย่างสมบูรณ์
- 3.14.2.2.3.1.6 สามารถจำลองการเชื่อมต่อโมดูลแบตเตอรี่แบบอนุกรมและขนานได้
- 3.14.2.2.3.1.7 มีแบบจำลองทดสอบและควบคุมระบบจัดการแบตเตอรี่
- 3.14.2.2.3.1.8 สามารถจำลองอุณหภูมิของเซลล์แบตเตอรี่แต่ละก้อนและตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้นของแบตเตอรี่ได้
- 3.14.2.2.3.2 ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า เช่นมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้
  - 3.14.2.2.3.2.1 มีตัวอย่างแบบจำลองมอเตอร์ DC แบบไร้แปรงถ่าน มอเตอร์เหนี่ยวนำ มอเตอร์ซิงโครนัสแบบแม่เหล็กถาวร
  - 3.14.2.2.3.2.2 มีการจำลององค์ประกอบของ ไตรฟีมอเตอร์ไฟฟ้า และระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้การควบคุมแบบลูปปิดด้วย ECU
  - 3.14.2.2.3.2.3 มีแบบจำลองมีการคำนวณสัญญาณ PWM แบบซิงโครนัส
  - 3.14.2.2.3.2.4 มีแบบจำลองมอเตอร์แบบ PMSM
  - 3.14.2.2.3.2.5 มีแบบจำลองวงจรเรียงกระแสสามเฟสพร้อมไดโอด 6 ตัว
  - 3.14.2.2.3.2.6 มีแบบจำลองการเชื่อมต่อแบบเดลต้าสตาร์ สามารถกำหนดค่าได้สามเฟสเพื่อเชื่อมต่อกับแบบจำลองมอเตอร์
  - 3.14.2.2.3.2.7 มีแบบจำลองอินเวอร์เตอร์ขั้นสูงรองรับโหมดการนำไฟฟ้าไม่ต่อเนื่อง (DCM) ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขหรือเปิดแบบจำลองบางส่วนได้

#### 3.14.2.2.4 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์ AURELION Platform

##### 3.14.2.2.4.1 รายละเอียดทั่วไป

dSPACE AURELION เป็นซอฟต์แวร์สำหรับจำลองภาพเหมือนจริงของเซ็นเซอร์ เพื่อใช้ในกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบฟังก์ชันการขับขี่ รองรับการใช้งานจำลองกล้อง Lidar และเรดาร์ที่สมจริงแบบ Real-time

##### 3.14.2.2.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.14.2.2.4.2.1 มีฟังก์ชันรองรับการจำลองเซ็นเซอร์ การกำหนดพารามิเตอร์และการวางตำแหน่งของเซ็นเซอร์กล้อง เรดาร์ และเซ็นเซอร์ไลดาร์

- 3.14.2.2.4.2.2 ใช้สำหรับทดสอบ HIL, SIL และการทดสอบบนคลาวด์
- 3.14.2.2.4.2.3 รองรับเซนเซอร์แบบกำหนดเอง (Custom sensor)
- 3.14.2.2.4.2.4 มีฟังก์ชัน Road and Scenery Generator สำหรับสร้างถนนและภูมิประเทศแบบไดนามิก สามารถสร้างภาพ 3 มิติของถนนตามมาตรฐาน Open Drive
- 3.14.2.2.5 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์ Model Desk
  - 3.14.2.2.5.1 รายละเอียดทั่วไป
    - สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ASM โดยผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI)
  - 3.14.2.2.5.2 รายละเอียดทางเทคนิค
    - 3.14.2.2.5.2.1 สามารถใช้ทั้ง Offline and Online simulations
    - 3.14.2.2.5.2.2 มีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI)
    - 3.14.2.2.5.2.3 สามารถจัดการชุดพารามิเตอร์
    - 3.14.2.2.5.2.4 มีฟังก์ชันในการสร้างและแก้ไขถนนและสถานการณ์
- 3.14.2.3 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์ Virtual ECU Offline Simulator (VEOS)
  - 3.14.2.3.1 รายละเอียดทั่วไป
    - เป็นแพลตฟอร์มการจำลองบนพีซีที่ใช้ในการตรวจสอบเสมือนสำหรับการพัฒนาหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) VEOS สามารถจำลองโมเดลต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น Functional Mock-up Units (FMU), ECU เสมือน (V-ECU) และรุ่นรถยนต์ รองรับการนำเข้า เชื่อมต่อเรียกใช้ฟังก์ชันและPlant Model จำนวนเท่าใดก็ได้ที่เป็น Simulink หรือ Functional Mock-up Interface (FMI)
  - 3.14.2.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค
    - 3.14.2.3.2.1 รองรับการจำลองที่แตกต่างกันตั้งแต่ฟังก์ชันโมเดลไปจนถึง ECU เสมือน (V-ECU)
    - 3.14.2.3.2.2 ไม่มีฮาร์ดแวร์เพิ่มเติมที่จำเป็นสำหรับการจำลอง
    - 3.14.2.3.2.3 รองรับการจำลองกลไก sleep/wake ใน V-ECU ได้ เพื่อการจำลองเครือข่ายได้สมจริง
    - 3.14.2.3.2.4 รองรับ Simulink implementation containers Simulink (SIC) ที่สร้างจากโครงการต่าง ๆ
    - 3.14.2.3.2.5 รองรับการจำลองร่วมกับ Functional Mock-up Units (FMUs) ที่มี Functional Mock-up Interface (FMI)
    - 3.14.2.3.2.6 รองรับซอฟต์แวร์เสริม VEOS - Virtual CAN (VEOS\_CAN) สำหรับจำลองการสื่อสารแบบ CAN, CAN FD

- 3.14.2.3.2.7 รองรับซอฟต์แวร์เสริม VEOS - Virtual ECU (VEOS\_ECU)  
สำหรับจำลอง ECU เสมือนได้มากกว่า 1 ECU
- 3.14.2.3.2.8 รองรับซอฟต์แวร์เสริม VEOS - Virtual Automotive Ethernet (VEOS\_ETH) สำหรับจำลองการสื่อสารเครือข่าย ECU บนยานยนต์ (Automotive Ethernet)
- 3.14.2.3.2.9 รองรับซอฟต์แวร์เสริม VEOS - Virtual LIN (VEOS\_LIN) สำหรับจำลองการสื่อสารแบบ LIN

### 3.15 รายละเอียดอื่น ๆ

- 3.15.1 เป็นครุภัณฑ์ใหม่ทั้งหมด ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 3.15.2 ต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 วัน เพื่อให้สามารถใช้งานได้  
อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3.15.3 ต้องมีการรับประกันคุณภาพสินค้า เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.15.4 ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 120 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 3.15.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจก  
หนังสือเวียนแล้ว
- 3.15.6 ผู้เสนอราคาต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 4. ผู้กำหนดรายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

อาจารย์ ดร.อดิศร นวลอ่อน

เบอร์โทรติดต่อ 095-168-5503

### 5. คณะกรรมการพิจารณาผลประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ สาแก้ว        | ประธานกรรมการ       |
| 2. อาจารย์พัชรัตน์ บุญสดวก               | กรรมการ             |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญทัน สนั่นน้ำหนัก | กรรมการและเลขานุการ |

### 6. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ/ครุภัณฑ์

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1. อาจารย์ ดร.อดิศร นวลอ่อน            | ประธานกรรมการ       |
| 2. อาจารย์อดิเทพ จันทับ                | กรรมการ             |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยัง สิงห์เจริญ | กรรมการและเลขานุการ |

### 7. บริษัท,ห้างฯ,ร้าน (ที่จำหน่าย) โปรดระบุเป็นเบื้องต้น

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. บริษัท อินโนวาแพค จำกัด                 | โทรศัพท์ 081-808-8661 |
| 2. บริษัท เฮาส์เซน เบอรัสน์สไตน์ จำกัด     | โทรศัพท์ 02- 871-3888 |
| 3. บริษัท ไอดี ไฮเอนซ์ แอนด์ เคมิคอล จำกัด | โทรศัพท์ 02-212-6345  |
- และราคาโดยประมาณ .....3,200,000..... บาท (สามล้านสองแสนบาทถ้วน)

(ลงชื่อ)..........ผู้กำหนดรายละเอียดฯ


(อาจารย์ ดร.อดิศร นวลอ่อน)

ตำแหน่ง อาจารย์

(ลงชื่อ)..........หัวหน้าสาขา/งาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญยัง สิงห์เจริญ)

(ลงชื่อ)..........หัวหน้าเจ้าหน้าที่ (คณะ)  
(นายธรรมรงค์ เขียวดี)

(ลงชื่อ)..........คณบดีคณะ  
(อาจารย์ทรงยศ กิตติชนม์ธวัช)

อนุมัติ       ไม่อนุมัติ  
(ลงชื่อ)..........ผู้อนุมัติ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาว์ เสาวกุล)  
รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตสุรินทร์