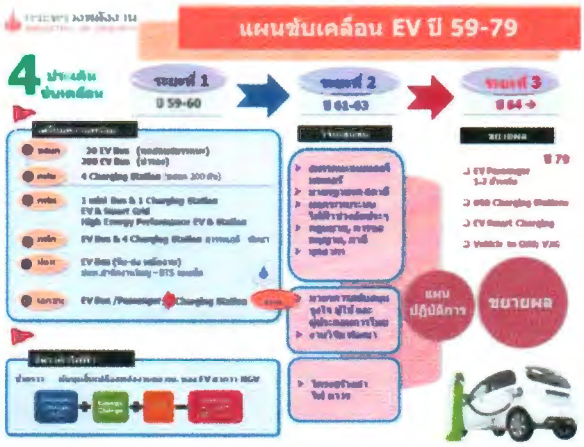
ร่างขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)
โครงการซื้อ ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car)
ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ชุด
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

1. ความเป็นมา

จากมาตรการผลักดัน "ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) " ของรัฐบาล ในที่ประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ประเทศไทยมีเป้าหมายที่จะลดก๊าซเรือนกระจกลง 20-25% ภายในปี พ.ศ.2573 โดยมีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบขนส่งของประเทศรวมทั้ง "นวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า" หรืออุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-generation Automotive) เป็น 1 ใน 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยรัฐบาลวางแผนระยะยาว 20 ปี แบ่งเป็น 3 ระยะ

ระยะที่ 1 ปี 2559-2560 เตรียมความพร้อมด้านกฎหมายการขออนุญาตและการสนับสนุนการวิจัยเรื่อง แบตเตอรี่ นำร่องกลุ่มรถโดยสารไฟฟ้าสาธารณะขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ และนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าโดยมีการยกเว้นภาษีอากรนำเข้า รวมถึงเตรียมความพร้อมด้านสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยกรมการขนส่งทางบก ดำเนินการเสนอร่างประกาศ เรื่องกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อน ตามกฎหมายว่าด้วยยานยนต์และแนวทางการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กอย่างปลอดภัย

ระยะที่ 2 ปี 2561-2563 การขยายผลการดำเนินการงานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะ และเตรียมความพร้อมสำหรับส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล รวมทั้งวิจัยอย่างเข้มข้นต่อเนื่อง ทั้งเรื่องสมรรถนะแบตเตอรี่ มอเตอร์ รูปแบบค่าบริการ/มาตรฐานจุดบริการสถานีอัดประจุให้เพียงพอ และมาตรการจูงใจให้ภาคเอกชนลงทุน



รูปที่ 1 แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

ระยะที่ 3 ปี 2564-2579 ขยายผลการศึกษาส่งเสริมไปยังยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และคาดหวังว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามาแทนที่รถน้ำมันได้อย่างเต็มรูปแบบตามแผนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1

การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการดำเนินตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาได้มีการจัดทำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (ต่อเนื่อง) หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2564 เพื่อผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติด้านเทคโนโลยีในงานอุตสาหกรรมเพื่อรองรับความต้องการของตลาดแรงงาน และการแข่งขันของโลก โดยในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน การดำเนินการทางธุรกิจ ในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในหน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชน ดังนั้นหลักสูตรนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อตอบรับการขยายตัวอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพในการต่อยอด (First S-curve) ด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่โดยมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตในด้านงานออกแบบวิจัย และพัฒนาด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง และตอบสนองอุตสาหกรรมเป้าหมายที่มีศักยภาพจะเป็นปัจจัยขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (New – Growth Engine) ของประเทศ รวมถึงแผนการวิจัย และพัฒนายานยนต์พลังงานทางเลือกภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 13 และโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) อีกทั้งได้จัดทำการเรียนการสอนเป็นแบบโมดูล (Modules) ในรูปแบบการจัดฝึกอบรม

จากเหตุผลดังกล่าว ทางหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car) เพื่อเพิ่มศักยภาพศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิจัยด้านยานยนต์สมัยใหม่ เป็นศูนย์ทดสอบและรับรองผลการทดสอบยานยนต์สมัยใหม่มาตรฐานกรมขนส่งทางบก เป็นศูนย์ประเมินสมรรถนะสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ มาตรฐานอาชีพสาขาวิชาชีพบริการยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานของประเทศ และสถานประกอบการด้านยานยนต์สมัยใหม่

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาทักษะบุคลากรด้านวิศวกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Modern Automotive Engineering)

2.2 เพื่อพัฒนาทักษะบัณฑิตของคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เรียนในหลักสูตรเดิมและบุคลากร ในสถานประกอบการ (Re-skill) ด้านยานยนต์สมัยใหม่

2.3 เพื่อเป็นศูนย์ประเมินสมรรถนะสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ มาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพบริการยานยนต์สมัยใหม่

2.4 เพื่อพัฒนา และจัดหาครุภัณฑ์การจัดการเรียนการสอนแบบบรูณาการศาสตร์ ที่มุ่งเน้นสมรรถนะการทำงานตามความต้องการของประเทศ

2.5 เพื่อพัฒนาหลักสูตรทั้งหลักสูตรปริญญา (Degree) และประกาศนียบัตรวิชาชีพ (None-degree) ด้านยานยนต์สมัยใหม่

3. คุณสมบัติผู้มีสิทธิเสนอราคา

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นว่านั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

4. คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

รายละเอียดทั่วไป

4.1 ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car) เป็นชุดปฏิบัติการที่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอนในหัวข้อการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

4.1.1 แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า ระบบประจุไฟฟ้าในยานยนต์ และโปรแกรมควบคุม

4.1.2 ยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริด

4.1.3 ยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า

4.1.4 อิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์

4.1.5 ระบบปรับอากาศยานยนต์และระบบควบคุม

4.1.6 ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว และระบบเบรก สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

4.2 ผู้เสนอราคาต้องจัดให้มีการอบรมครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car) ให้กับบุคลากรสามารถใช้งานได้ อย่างน้อย 15 ท่าน โดยค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ทั้งนี้ต้องให้แล้วเสร็จก่อนครบกำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ตามสัญญา

4.3 ผู้เสนอราคาต้องจัดให้มีการอบรมเตรียมความพร้อม (Train the Trainer) ให้กับบุคลากรของหลักสูตรของสาขาวิศวกรรมเครื่องกลอย่างน้อย 5 ท่าน โดยไม่น้อยกว่า 2 เรื่อง และให้ได้รับการทดสอบและรับรองเพื่อทำหน้าที่ วิทยากรฝึกอบรม (Certified Trainer) ตามมาตรฐานสากลที่ได้รับการรับรองจากกลุ่มประเทศอเมริกา หรือ ยุโรป หรือ จีน หรือ ญี่ปุ่นในผลิตภัณฑ์ที่เสนอ โดยค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมและทดสอบ ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ทั้งนี้ต้องให้แล้วเสร็จก่อนครบกำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ตามสัญญา

4.4 ชุดทดลองประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับการทดลองหรือแสดงผลผ่านหน้าจอของชุดประมวลผล

4.5 มีการรับประกันภายใต้การใช้งานปกติเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

4.6 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

4.7 มีใบงานชุดทดลองเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

4.8 มีเอกสารประกอบการอบรมเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

4.9 ครุภัณฑ์สามารถใช้ทดสอบมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพสาขาวิชาชีพบริการยานยนต์ ดังต่อไปนี้

4.9.1 สาขาวิชาชีพบริการยานยนต์ บำรุงรักษาทั่วไป ชั้น 2

4.9.2 สาขาวิชาชีพบริการยานยนต์ อาชีพช่างซ่อมระบบเครื่องล่าง ชั้น 2

4.9.3 สาขาวิชาชีพบริการยานยนต์ อาชีพช่างซ่อมระบบเครื่องล่าง ชั้น 3

5. รายละเอียดขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะของงานซื้อ

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1. ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน จำนวน 1 ชุด
2. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
3. ชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศยานยนต์และระบบควบคุม จำนวน 1 ชุด
4. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริด จำนวน 1 ชุด
5. ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์ จำนวน 1 ชุด
6. ชุดปฏิบัติการหาข้อบกพร่องของมอเตอร์ และชุดขับเคลื่อนไฟฟ้า-เชิงกล จำนวน 1 ชุด
(MOTOR DIAGNOSIS AND ELECTROMECHANICAL BRAKE/STEERING)
7. ชุดปฏิบัติการ CAN BUS แบบแยกโมดูล จำนวน 1 ชุด
8. ชุดปฏิบัติการระบบ E-mobility ในยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ และโปรแกรมควบคุม จำนวน 1 ชุด
9. ชุดปฏิบัติการระบบประจุไฟฟ้าในยานยนต์และโปรแกรมควบคุม จำนวน 1 ชุด
10. เครื่องวิเคราะห์สมรรถนะยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
11. เครื่องวิเคราะห์สมองกลและสัญญาณเซ็นเซอร์ในยานยนต์ จำนวน 1 ชุด
12. เครื่องวิเคราะห์ฉนวนแรงดันสูง 1000 v สำหรับแบตเตอรี่ หรือแหล่งจ่าย จำนวน 1 ชุด
ของยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า

มีรายละเอียดดังนี้

5.1. ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.1.1. ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.1.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบจัดการแบตเตอรี่ที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้าในชุดทดลองประกอบด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมไอออนฟอสเฟต (LifePo4) พร้อมกับระบบจัดการและป้องกัน ผู้เรียนสามารถวัดค่าความต้านทานและค่าความจุของแบตเตอรี่ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) การวัดความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ (Battery internal resistance measurement experiment)
2) การวัดความจุของแบตเตอรี่ (Battery capacity measurement experiment)
3) กราฟพื้นฐานการดิสชาร์จ (Discharge Curve) พลังงงานของแบตเตอรี่(The basic discharge curve drawing of the battery)

4) การวิเคราะห์กราฟการดิสชาร์จพลังงานที่แตกต่างกัน (Analysis of different power discharge curves)
5) การทดลองการดิสชาร์จพลังงานของแบตเตอรี่ (Analysis of different power discharge curves)
6) การทดลองการดิสชาร์จกระแสคงที่ (Constant voltage discharge experiment)
7) การทดลองตั้งค่าระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS management system setting experiment)
8) การทดลองวัดแรงดันของมอเตอร์ (Motor voltage measurement experiment)
9) การทดลองวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ (Motor speed measurement experiment)
10) การทดลองการตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (High-voltage motor drive controller setting experiment)
11) การทดลองการวัดคลื่นการทำงานของมอเตอร์ (High-voltage motor operation wave measurement experiment)
12) การทดสอบการวัดแบบไดนามิกและแบบคงที่ของคันเร่ง (Dynamic and static measurement experiment of accelerator pedal)
13) การทดลองการชาร์จแบบแรงดันคงที่ (Constant voltage charging experiment)
14) การทดลองการชาร์จแบบกระแสคงที่ (Constant current charging experiment)
15) การทดลองการชาร์จแบบแรงดันและกระแสคงที่ (Constant voltage and constant current charging experiment.)

5.1.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) แบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 18 เซลล์
   - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
   - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3V, 8AH
2) ฝาครอบด้านบนของชุดแบตเตอรี่แพ็คเพื่อป้องกัน ทำจากวัสดุโปร่งแสงขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. และง่ายต่อการสังเกต
3) มีอุปกรณ์ป้องกันแบตเตอรี่ ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถทดลองเชื่อมต่อได้
4) มีสวิตช์ป้องกันแบตเตอรี่แบบฉุกเฉิน
5) อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่
   - พิกัด ไม่น้อยกว่า 60V, 4A พร้อมฟังก์ชั่นการรับรู้การชาร์จอัตโนมัติ
   - มีหน้าจอแสดงผลสถานการณ์ชาร์จ LED
   - สามารถใช้ชาร์จแบตเตอรี่ลิเธี่ยมได้
6) เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิแบตเตอรี่ จำนวน 4 กลุ่ม
   - ติดตั้งไว้ด้านบนของแบตเตอรี่

7) มีอุปกรณ์จัดการแบตเตอรี่แบบ BMS
8) อุปกรณ์มอนิเตอร์การชาร์จและควบคุม
   - แรงดันพิกัดการใช้งานช่วงไม่น้อยกว่า 4-50V กระแสพิกัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 20A
   - มีระบบควบคุมการชาร์จและดิสชาร์จ
9) มีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แบบแรงดันสูง
10) มอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปลงถ่าน
   - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 50V หรือดีกว่า
   - พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 400W หรือดีกว่า
   - ความเร็วพิกัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 2500 รอบต่อนาที
11) มีคันเร่งสำหรับควบคุมมอเตอร์
12) มีสวิตช์กุญแจ สำหรับเปิดการทำงาน
13) พื้นโต๊ะทดลองมีความเป็นฉนวน เพื่อความปลอดภัย
14) มีช่องสำหรับเก็บอุปกรณ์การทดลอง
15) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการรั่ว
16) อุปกรณ์ป้องกัน พร้อมจอแสดงผลแรงดันและกระแส
17) เทอร์มินัลจุดทดสอบ ใช้เพื่อทดสอบสภาพการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของอุปกรณ์
18) ขนาดของชุดทดลองไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ความยาว x กว้าง x สูง)
19) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
20) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
   - เป็นเครื่องมือวัดขนาด 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
   - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
   - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง, ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
   - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V, มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

21) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.1.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.1.2. ชุดปฏิบัติการการจัดการพลังงาน **จำนวน 1 ชุด**

5.1.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งการทำงานของระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์แบบชาร์จเร็วและแบบชาร์จช้า ฯลฯ เพื่อแสดงโครงสร้างและกระบวนการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (To understand the structure and main components of electric car super capacitor system)
2) ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (To Understanding the working principle of electric car super capacitor system)
3) เพื่อทำความเข้าใจการชาร์จอย่างรวดเร็วและกระบวนการชาร์จช้า (To carry out the operation of fast charging, slow charging processes)

5.1.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ตัวเก็บประจุซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ (Super Capacitor) : 1000000 MFD, 25VDC
2) มอเตอร์กระแสตรง (DC Reduction motor) : DC24V, 200 รอบต่อนาที
3) มอเตอร์กระแสตรง(Brush DC motor) : DC24V, 6000 รอบต่อนาที
4) DC แอมป์มิเตอร์
5) การชาร์จเร็ว
6) การชาร์จช้า
7) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
8) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
9) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
10) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ความยาวxกว้างxสูง)
11) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
    - เป็นเครื่องมือวัดขนาด 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
    - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า

- จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้, มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
- มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V, มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าหรือมาตรฐานการผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.1.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.1.3. ชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าชนิด SUV **จำนวน 1 ชุด**

5.1.3.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าชนิด SUV เป็นชุดที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบเบรค, ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว , สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเอง เมื่อระบบเกิดปัญหา พร้อมไฟแสดงสถานะ, ระบบเครื่องยนต์ เครื่องปรับอากาศ ระบบบังคับเลี้ยวควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า, ระบบเกียร์, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง ระบบกระจกมองข้างปรับพับไฟฟ้า, ประตูไฟฟ้า เซ็นทรัลล็อค, ระบบเสียงและวิทยุ เป็นชุดที่สามารถขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอหุ้มด้วยหนังสังเคราะห์หรือผ้าสังเคราะห์ มีเบรคมือตรงรุ่น เพื่อทดสอบสัญญาณจอด เป็นชุดระบบยานยนต์ที่ถูกผลิตใหม่ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

5.1.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) PM Synchronous Motor มอเตอร์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 140 แรงม้า ไม่น้อยกว่าแรงบิด 340 นิวตันเมตร แบตเตอรี่ Lithium-ion
2) ขับเคลื่อนล้อหน้า
3) มีแบตเตอรี่ Lithium-ion จำนวน 3 แผง หัวชาร์จแบบ Type-II ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 6 ชม. และหัวชาร์จแบบ Quick Charge ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที ที่ระดับแบตเตอรี่ 80%
4) ระบบเบรกแบบ ABS (พร้อมระบบกระจายแรงเบรค , ระบบเสริมแรงเบรก ด้วยอิเล็กทรอนิกส์)
5) มีถุงลมนิรภัย (Air Bags) คู่หน้า + ด้านข้าง, ม่านนิรภัย
6) มีระบบกระจกไฟฟ้า
7) อุปกรณ์มาตรฐานความปลอดภัย
   - ระบบควบคุมการทรงตัวอัตโนมัติ (ระบบป้องกันล้อหมุนฟรีและควบคุมการลื่นไถล)
   - ระบบกระจายแรงเบรค
   - ตัวถังนิรภัย
   - เข็มขัดนิรภัย
   - มีระบบตรวจสอบความผิดปกติของลมยาง
   - มีระบบสั่งการด้วยเสียง
   - มีกล้อง

8) อุปกรณ์มาตรฐานความสะดวกสบาย
   - Cruise Control
   - มีกระจกมองข้างปรับไฟฟ้า
   - ระบบพวงมาลัยพาวเวอร์
   - ระบบแอร์ (แบบดิจิตอล)
   - ระบบพวงมาลัยมัลติฟังก์ชั่น
   - ปุ่มควบคุมเครื่องเสียงบนพวงมาลัย
   - มีระบบสั่งการด้วยเสียงภายในรถ และระบบสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน ค้นหาตำแหน่ง สตาร์ท เปิดระบบปรับอากาศ
9) ชุดชาร์ตแบตเตอรี่รถยนต์ EV
   - มีหัวชาร์ตชนิด Type II หรือ Quick Charge
   - มีระบบชาร์ตแบบด่วนที่ 0-80% (Quick Charge) ที่ระยะเวลาไม่เกิน 50 นาที หรือดีกว่า
   - มีชุดป้องกันไฟฟ้าเกินหรือป้องกันอุปกรณ์ชาร์ตหรือดีกว่า
   - มีมาตรฐาน IP67 ซึ่งเป็นมาตรฐานในการป้องกันน้ำ และฝุ่น หรือดีกว่า
   - ต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวรถ หรือได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์นั้น ๆ
10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.1.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.1.4. เครื่องตั้งศูนย์ถ่วงล้อ 3D จำนวน 1 ชุด

5.1.4.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์การวัดที่รวดเร็วและแม่นยำที่สุด ออกแบบมาสำหรับรถยนต์ รถแวนและรถเพื่อการพาณิชย์ เครื่องตั้งศูนย์ ได้รับการออกแบบมาสำหรับร้านขายยางรถยนต์ ผู้แทนจำหน่ายหรือ ร้านซ่อมแบบด่วน เครื่องมาพร้อมกับกล้องระดับอุตสาหกรรม 2 ตัว เลนส์ออปติคอลฟูลเฟรม 20 มม. 5MP เครื่องสามารถวัดได้ที่ความสูงต่างกันใช้ได้พอดีกับลิฟท์ขากรรไกร ลิฟท์เครื่องตั้งศูนย์แบบสี่เสาและแบบหลุมใช้พื้นที่น้อยมากและสามารถทำงานจากกล้องถึงแท่นหมุนกลางระยะตั้งแต่ 1600 มม. ถึง 2500 มม.

1) ชดเชยการหมุนของล้อ
2) หน้าจอใช้งานมือเดียวได้ตามหลักการออกแบบให้ใช้งานอย่างปลอดภัยและสะดวกสบาย
3) ใช้งานได้อย่างหลากหลาย

4) ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าบนล้อ

5) ใช้งานอย่างต่อเนื่องและแม่นยำ

6) วัดแกนมุมโทแคมเบอร์และมุมทรัสท์หน้าและหลังได้อย่างรวดเร็ว

7) มีฟังก์ชั่นถ่ายทอดมุมเคสเตอร์ขณะปัจจุบัน

8) มี Navigation bar ที่รวดเร็ว

5.1.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1) กล้องตั้งศูนย์พร้อมตู้ควบคุม 1 ชุด

2) ชุดประกอบเลเซอร์กล้อง 2 ชุด

3) คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล 1 ชุด

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้

  - เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย

- มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

- มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4) เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED สีชนิด Network 1 เครื่อง

- มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi
- มีความเร็วในการพิมพ์ขาวดำสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที
- มีความเร็วในการพิมพ์สีสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที
- สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
- มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือ สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้
- มีถาดใส่กระดาษได้ไม่น้อยกว่า 150 แผ่น
- สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และ Custom

5) อุปกรณ์ล๊อคเบรก 1 ชิ้น

6) ขาจับกระทะล้อจับได้ไม่น้อยกว่า 10" ถึง 25" หรือดีกว่า 4 ชิ้น

7) จานหมุน 2 จาน

8) รีโมตควบคุมแบบยูเอสบี 1 ชิ้น

5.1.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.1.5. ลิฟท์เอ็กซ์สำหรับตั้งศูนย์ขนาดไม่น้อยกว่า 4.5 ตัน จำนวน 1 ชุด

5.1.5.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ยกรถยนต์แบบลิฟท์เอ็กซ์สำหรับตั้งศูนย์

5.1.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) คลับลูกปืนมีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง ความยืดหยุ่นของรางเลื่อนเป็นพิเศษสำหรับการตั้งศูนย์ล้อ
2) แม่แรงยืดออกได้
3) แท่นหมุนเสริมสามารถวางตำแหน่งต่าง ๆ ได้ เพื่อให้เหมาะกับรถอื่น ๆ
4) ตัวหยุดการเลื่อนใช้วัสดุที่ทนต่อการสึกหรอได้สูงแบบ ไม่ใช้น้ำมัน

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

5) มีเสียงเตือนเมื่อเครื่องเลื่อนลง

6) มีโปรแกรมดั้งศูนย์ล้อรถสี่ล้อ

7) ปุ่มปล่อยลม

8) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

ข้อมูลจำเพาะ

- รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 4500 กิโลกรัม
- ยกได้สูงที่สุด ไม่น้อยกว่า 2100 มิลลิเมตร
- ความสูงของชั้นที่สอง ไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร
- ความสูงต่ำสุด ไม่น้อยกว่า 330 มิลลิเมตร
- เวลาที่ใช้ในการขึ้น ไม่น้อยกว่า 55 วินาที
- เวลาที่ใช้ในการลง ไม่น้อยกว่า 55 วินาที
- กำลังไฟฟ้า 220v/380v
- กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 2.2kw

5.1.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.2 ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.2.1. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า

5.2.1.1. รายละเอียดทั่วไป

ปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้า เป็นชุดที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเรียนรู้ เกี่ยวกับระบบเบรก, ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหาพร้อมไฟแสดงสถานะ, ระบบเครื่องยนต์ เครื่องปรับอากาศ ระบบบังคับเลี้ยวควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า, ระบบเกียร์, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง ระบบกระจกมองข้างปรับพับไฟฟ้า, ประตูไฟฟ้า เซ็นทรัลล็อค, ระบบเสียง และวิทยุ เป็นชุดที่สามารถขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอหุ้มด้วยหนังสังเคราะห์หรือผ้าสังเคราะห์ มีเบรกมือตรงรุ่นเพื่อทดสอบสัญญาณจอด สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

5.2.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) เป็นชุดฝึกที่มีระบบขับเคลื่อนพลังงานไฟฟ้า ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 39 kWh

2) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า ไฟส่องเรือนไมล์ ไฟหรี่ ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมา กับชุดฝึกตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
3) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญาณเบรค ไฟหรี่ ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
4) มีชุดอำนวยความสะดวกแบบประตูไฟฟ้า พร้อมสวิตซ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างปรับไฟฟ้า ตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
5) มีระบบไฟส่องสว่างเพดาน ตรงตามรุ่น
6) มีระบบวิเคราะห์อาการเสียของระบบด้วยตนเองแสดงผลผ่านจอแสดงผล ตรงตามรุ่นของชุดฝึกที่นำเสนอ
7) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
8) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปัดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
9) มีสวิตซ์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตซ์สัญญาณยกเลี้ยว สวิตซ์สัญญาณไฟสูงสัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิตซ์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปัดน้ำฝน
10) มีชุดสั่งการระบบขับเคลื่อนพร้อมพวงมาลัยบังคับเลี้ยวติดตั้งกับชุดฝึกอย่างเรียบร้อยสวยงามตรงตามรุ่น
11) มีระบบบังคับเลี้ยวแบบประกอบเข้ากับชุดเลี้ยวและพวงมาลัยอย่างสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
12) มีด้ามเบรกมือเพื่อทดสอบสัญญาณจอด
13) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งและแป้นเบรกสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
14) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวตรงตามรุ่น ติดตั้งกับชุดฝึกเพื่อวิเคราะห์ระบบและขับเคลื่อน
15) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม สวิตซ์ปรับระดับความเย็นและลม
16) มีระบบอำนวยความสะดวกวิทยุและเสียง
17) มีระบบเซ็นทรัลล็อคพร้อมชุดสวิตซ์ควบคุม จำนวน 1 คู่ สามารถใช้งานได้ปกติ
18) หน้าปัดเรือนไมล์ประกอบด้วย เกจความเร็ว เกจวัดรอบ เกจแสดงพลังงานแบตเตอรี่
19) มีระบบโช๊คหน้าไม่น้อยกว่า 1 คู่
20) มีชุดขับเคลื่อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์และสามารถขับเคลื่อนด้วยวิธีปกติได้
21) มีชุดฝาปิดเครื่องยนต์พร้อมระบบล็อคป้องกันการสูญหาย
22) มีดิสก์เบรคพร้อมคาลิปเปอร์หน้าติดตั้งอยู่กับช็อคอัพคู่หน้าเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเบรคและเครื่องล่าง
23) แบตเตอรี่เป็นแบบไอออนลิเธียม แรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 360 โวลต์เพื่อขับเคลื่อนและอำนวยความ สะดวกของระบบไฟฟ้ายานยนต์

24) กำลังผลิตไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 24.0 กิโลวัตต์/ชั่วโมง
25) กำลังในการชาร์จแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 3.6 กิโลวัตต์/ชั่วโมง
26) มีอุปกรณ์การชาร์จ สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ตรงตามรุ่น
27) มีระบบเบรก ABS เพื่อเรียนรู้ระบบช่วยเบรก
28) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเข็มขัดนิรภัยคู่หน้าได้อย่างสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่
29) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบ ถุงลมนิรภัยที่ถูกติดตั้งมากับระบบพวงมาลัยบังคับเลี้ยวไม่น้อยกว่า 1 จุด
30) ชุดฝึกมีทั้งฟิวส์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์และไฟฟ้าอำนวยความสะดวกครบตรงตามรุ่นของ เครื่องยนต์ที่นำเสนอ
31) ชุดฝึกมีการเดินวงจรไฟฟ้าเรียบร้อยพร้อมใช้งานได้ทันที
32) ชุดฝึกสามารถขับเคลื่อนได้พร้อมล้อทั้งสี่ล้อขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว เพื่อทดสอบระบบเครื่องล่างและเบรกสามารถทำความเร็วขณะวิ่งทดสอบบนถนนไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงได้
33) ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
34) ระบบเบรกหน้าแบบดิสก์เบรกพร้อมตัวจับคาลิปเปอร์ ส่วนเบรกหลังแบบดรัมเบรกหรือดีกว่าสามารถ ใช้งานสัมพันธ์กับระบบเครื่องล่างอย่างมีประสิทธิภาพ
35) มีระบบอำนวยความสะดวกประตูไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 บาน เพื่อเรียนรู้และแก้ไขระบบไฟฟ้า
36) ชุดฝึกมีระบบการขับเคลื่อนแบบประหยัดพลังงาน (eco drive indicator)
37) มีระบบอัจฉริยะสามารถสื่อสารระหว่างระบบควบคุม ECU กับสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์ได้
38) มีระบบประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge)
39) มีระบบแสดงภาพขณะทดสอบสัญญาณถอย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
40) มีระบบตรวจสอบความดันของล้อยาง
41) มีระบบ Vehicle Dynamic Control ตรงตามรุ่นที่นำเสนอ
42) มีระบบพอร์ตชาร์จประจุไฟฟ้าติดตั้งมาตรงรุ่น
43) มีระบบระบายความร้อนของระบบขับเคลื่อนตรงตามรุ่น
44) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.2.2. ชุดปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.2.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการควบคุมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า มีอุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระตรง มีชุดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 24VDC, 200W และมีความเร็วรอบ 0 ถึง 2500 ชุดแป้นคันเร่ง จุดต่อแรงดันไฟฟ้า พร้อมวงจรพิมพ์หรือสกรีนไว้บนแผงโมดูลซึ่งสามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) การทดลองวัดแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ (Motor voltage measurement experiment)
2) การทดลองวัดความเร็วของมอเตอร์ (Motor speed measurement experiment)
3) การทดลองวัดรูปคลื่นขณะมอเตอร์ทำงาน (Power discharge curve analysis)
4) การวิเคราะห์เส้นโค้งหรือกราฟของการปล่อยพลังงาน (Power discharge curve analysis)
5) การทดลองวัดค่าการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC to DC convert)

5.2.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) อุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Converter)
   - แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC to DC device)
2) มีอุปกรณ์ Distribution box
3) อุปกรณ์ออสซิลโลสโคป
   - สามารถวัดรูปคลื่นได้
   - มีจอแสดงผลค่าพารามิเตอร์แบบดิจิตอล
4) มีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แบบแรงดันสูง (High-voltage)
5) มอเตอร์แรงดันสูง
   - ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 24 VDC, 200W
   - ความเร็วพิกัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 2500 รอบต่อนาที
6) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
7) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
8) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
9) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ความยาวxกว้างxสูง)
10) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

- เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
- สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow -low impedance หรือมากกว่า
- จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
- มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน

- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

11) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.2.3. เครื่องวัดและทดสอบแรงม้า จำนวน 1 ชุด

5.2.3.1. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องวัดประสิทธิภาพยานพาหนะใช้วัดสมรรถนะรถยนต์ ใช้วัดแรงบิดแรงม้าของรถยนต์เป็นระบบชุดไดรฟ์มิเตอร์แบบไดนามิกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นแบบชนิดลูกกลิ้งชนิดกลมที่มีความแม่นยำสูงขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว มีความสามารถในการวัดได้ไม่น้อยกว่า 1,900 แรงม้าสามารถติดตั้งแบบฝังพื้นหรือดีกว่า พร้อมระบบลิฟต์สี่เสา

5.2.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) การทำงานของเครื่องวัดและทดสอบแรงม้า การปรับแต่งประสิทธิภาพรถยนต์ทั่วไป
2) การบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุง
3) การประเมินประสิทธิภาพรถยนต์ของแต่ละรุ่น
4) การวิเคราะห์แรงบิดของรถยนต์
5) การตรวจสอบมาตรวัดความเร็วของรถยนต์
6) สามารถทำการทดสอบปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
7) รายละเอียดเครื่องวัดและทดสอบแรงม้า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้หรือดีกว่า
8) สามารถวัดกำลังได้ไม่น้อยกว่า 1,900 HP/TORQUE
9) น้ำหนักสูงสุด (Maximum axle weight) ไม่น้อยกว่า 1,300 kg
10) ความเร็วการทดสอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 250 Kph
11) มีชุดควบคุมการเบรกด้วยระบบลม (AIR ACTUATED BRAKE SYSTEM)
12) มีเซ็นเซอร์วัดความเร็วไม่น้อยกว่า 1 จุด
13) ใช้ไฟฟ้า 220V เฟสเดียว หรือ 380V หรือดีกว่า
14) คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล 1 ชุด

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

  - เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

15) เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED สีชนิด Network 1 เครื่อง

- มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi
- มีความเร็วในการพิมพ์ขาวดำสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที
- มีความเร็วในการพิมพ์สีสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที
- สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
- มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือ สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้
- มีถาดใส่กระดาษได้ไม่น้อยกว่า 150 แผ่น

- สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และ Custom

16) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- ทั่วไป (general)
- Appearance
- Diagnostics ช่องสำหรับเลือกค่า (Chanel) ระยะ (Length), ความเร็ว (speed), Force, กำลัง (power), แรงบิด (Torque), ความเร็วเครื่องยนต์ (Engine speed), Gear ratio, Pressure, อุณหภูมิ (Temp), ความชื้น (humidity) เป็นต้น
- การจัดการฮาร์ดแวร์ (Manage Hardware) สามารถทำการอัพเดตซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติและแบบแมนนวลได้
- หน้าต่าง Home สามารถเปิดไฟล์และบันทึกไฟล์ที่ทำการทดสอบได้ มีฟังก์ชั่นแก้ไข Configure, Calibrate, record หรือมากกว่า
- หน้าต่าง View มีคำสั่งภายในดังนี้หรือมากกว่า Autoscroll with trace, Reticle, Dynamic coloring
- หน้าต่าง Maps
- หน้าต่าง Compare ประกอบด้วย Compare Tunes, Base File, Comparison, compare File, Quick Compare Mode เป็นต้น
- ภายในโปรแกรมสามารถแก้ไขค่าหน่วยมาตรวัดได้ดังนี้
  - เวลา (Time) สามารถปรับตั้งค่าเป็นวินาที (Seconds), มิลลิวินาที (Milliseconds), นาที (Minutes), ชั่วโมง (Hours)
  - ระยะ (Length) สามารถปรับตั้งค่าเป็น Inches, Feet, Yards, Miles, Centimeters, Meters, Kilometers.
  - Speed สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Meters per Second, Miles per Hour, Feet per Second, Kilometer per Hour
  - Force สามารถปรับตั้งค่าหน่วนเป็น Pounds-Force, Newtons
  - Power สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Horsepower, Kilowatts,
  - Pferdestarke
  - Torque สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Foot-Pounds, Newton-Meters, Kilogram-Meters
  - Temp สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Fahrenheit, Celsius
  - Pressure สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็นAtmospheres, Pounds per Square Inch, Inches of Mercury, Millibar, Kilopascals, Hectopascals, Mega pascals

- Engine Speed สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น RPM x 1000, RPM x 100, RPM x 10, Hertz
- Gear Ratio สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น RPM/Mph, RPM/Fps, RPM/Kph
- Humidity สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Percent
- Acceleration สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Miles per Hour per Second, Feet per Second per Second, Kilometer per Hour per Second, Meters per
- Air/Fuel Ratio สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น AFR, Lambda
- Weight สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Kilograms, Pounds, Grams
- Flow Rate สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Kilograms per Hour, Pounds per Hour, Grams per Second

- หน้าต่างเครื่องมือ (Tools) ประกอบด้วยเมนูต่างๆ ดังนี้
  - Open Template สามารถเลือก Template แสดงผลได้ดังนี้
    - Advanced
    - All Digital
    - Basic
    - Fuel Advanced
    - Fuel-Ignition Advanced
    - Single Stack
  - เมนูฟังก์ชั่นแสดงผลวิเคราะห์รูปแบบตัวเลขและกราฟ มีรายละเอียดดังนี้
    - สามารถแสดงค่าแบบกราฟเดี่ยว กราฟคู่และแบบสามกราฟได้
    - สามารถปรับตั้งค่ากราฟแสดงผลในส่วนของ AFR, Lambda, manual Axis Scale (Max, Min) ได้
    - แสดงผลกราฟในรูปแบบ 3 มิติได้
    - แสดงผลในรูปแบบของ Grid View ได้
    - แสดงผลในรูปแบบตารางได้
  - เมนูแสดงผลด้านเกจแสดงผล มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า
    - ความเร็วรอบเครื่องยนต์ RPM x 1000 สามารถแก้ไขเพิ่มรอบเครื่องยนต์ได้ไม่น้อยกว่า 18,000 รอบ
    - เกจแสดงอากาศ/น้ำมัน สามารถแก้ไขค่า min, max Value ได้ไม่น้อยกว่า 0-30
    - ระบบแสดงการทำงานของเซ็นเซอร์

- ความเร็ว m/h และ km/h สามารถแก้ไขค่าความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 0-150 m/h และ km/h Red line ที่ 160 หรือมากกว่า สามารถกำหนดค่าเองได้
- แสดงค่าอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮและองศาเซลเซียสได้
- มีปุ่มแสดงสถานะของเซนเซอร์เมื่อพร้อมสำหรับการใช้งานสามารถกำหนดค่าสีแสดงสถานะได้ไม่น้อยกว่า 5 สี (น้ำเงิน, เขียว, แดง, ส้ม, เหลือง เป็นต้น)

17) ชุดโปรแกรมประมวลผลสำหรับปรับแต่งค่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์เป็นโปรแกรมที่ถูกต้องตามกฎหมาย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- มีกล่องควบคุมสมองกลประกอบด้วยตัวอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์หลายตัวเป็น Technology ตัวใหม่ล่าสุด เช่น ตัวต้านทาน, ตัว Mosfet ขนาดเล็กลง
- ใช้การเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมสามารถทาง Software มากขึ้นเพื่อทำการลดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นลง ทำให้ลดสัญญาณรบกวนลง (Noise) เพิ่มความเสถียรมากขึ้น
- มีการปรับโปรแกรมในการสั่งจ่ายหัวฉีด และการจุดระเบิดใหม่ทำให้นิ่งและเสถียรขึ้นกว่าเดิม ปรับแก้ไขโปรแกรมคำสั่งใหม่ ให้สามารถเลือกระบบจุดระเบิดได้จากโปรแกรม ยกเลิกการใช้ Jumper ทำให้ง่ายและสะดวกในการทำงาน
- เป็นกล่องควบคุมสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และกล่องสมองกลเพื่อปรับตั้งค่าเพิ่มการทำงานของเครื่องยนต์ได้
  - File (open, save)
  - View
    - หน้าต่างแสดงผลแบบ 3D
    - ตารางแสดงผลคู่ Daul Table
    - Map Trace Delay 1x, 2x, 3x, 4x
    - Gauge
    - Main Table Color
  - Tool
    - Active test มีหน้าจอแสดงผลพร้อมปุ่มกด ON (1) /OFF (0)
      - Injector Cycl (Cy1-Cy6)
      - Ignition Cycl (Cy1-Cy6)
      - Fuel Pump
      - Fan Control
      - VTEC

- Specail
- AC Clutch

○ Fix Ignition 0-100 Dgs หรือมากกว่า (ON/OFF)

○ Fix Injector 0-30ms. หรือมากกว่า (ON/OFF)

- Tuning

○ Injector (main table, Stand Trim#1, Stand Trim#2, Piggy Bag#1 Table, Piggy Bag#2 Table, INJ Timming และอื่นๆ

○ Ignition (Main Table, Stand Trim#1, Stand Trim#2, Piggy Bag#1 Table, Piggy Bag#2 Table, IGT Compensation และอื่นๆ ถ้ามี)

○ Cold Start (INJ, IGT)

○ Misfire (INJ, IGT)

- มีหน้าต่าง Gauge แสดงผลค่าต่าง ๆ ดังนี้

○ X1000r/min

○ ISC

○ A/C

○ PIGGY IGT

○ PIGGY INJ

○ IGT Out (Dgs)

○ Injection (ms.)

○ INJ MAX Duty

○ Injection (Duty)

○ Tim (Dgs.)

○ Cold Start

○ Vload On

○ ECT

○ IAT

○ Idle

○ VTEC

○ Fuel Cut

○ TPS

○ Load 1

○ Load 2

- มีหน้าต่าง Live Data แสดงผลค่าต่างๆ ดังนี้

○ Tacho (RPM)

- O Throttle (%)
- O Load 1 (mV)
- O Load 2 (mV)
- O V-Load (%)
- O ECT (C)
- O IAT (C)
- O Fan Duty (%)
- O Injection (ms.)
- O INJ Compen (FAC)
- O Fuel Trim (%)
- O INJ Timing (Dgs.)
- O Ignition Out (Dgs.)
- O Cold START
- O Fuel Pump
- O VTEC Stats
- O Missfire
- O TPS Raw (%)

- หน้าต่างแสดงผล Trigger1 แสดงรายละเอียดดังนี้
  - O Trigger Setting
  - O Crank/Cam Setting
  - O Firing Oder Setting
- หน้าต่างแสดงผล Trigger 2 แสดงรายละเอียดดังนี้
  - O Main Axis Fuel and ignition
  - O Trim Axis#1
  - O Trim Axis#2
- หน้าต่างแสดงผล TPS Setting แสดงรายละเอียดดังนี้
  - O TPS Min Max Setting
  - O TPS Idle Wot setting

18) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.2.4. เครื่องชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า **จำนวน 1 ชุด**

5.2.4.1. รายละเอียดทั่วไป

อุปกรณ์สำหรับชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

5.2.4.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) มีชนิดหัวชาร์จที่รองรับได้ไม่น้อยกว่า CCS, CHAdeMO หรือดีกว่า
2) สามารถชาร์จเร็วสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 45 kW DC ในหัวชาร์จชนิด CCS, CHAdeMO หรือดีกว่า
3) มีแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต DC ไม่น้อยกว่า 40 – 400 V DC
4) มีกระแสไฟฟ้าเอาต์พุต DC ไม่น้อยกว่า 100 A
5) สามารถรองรับการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบ 3G , LAN: 10/100 Base-T Ethernet หรือดีกว่า
6) มีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรไม่เกิน 15 kA
7) มีจอทัชสกรีนในการแสดงผลแบบ LCD ไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
8) สายสำหรับชาร์จมีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร
9) มีมาตรฐานการป้องกันไม่น้อยกว่า IP54
10) รองรับระบบไฟ 3 Phase 380 VAC
11) เครื่องชาร์จเป็นแบบติดตั้งบนพื้น
12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.3. ชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศยานยนต์และระบบควบคุม **จำนวน 1 ชุด**

ประกอบด้วย

5.3.1. ชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศยานยนต์และระบบควบคุม **จำนวน 1 ชุด**

5.3.1.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองถูกออกแบบมาเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับชุดระบบปรับอากาศในรถยนต์ โดยสามารถแสดงให้เห็นโครงสร้างหรือกระบวนการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยมีอุปกรณ์จริงของระบบปรับอากาศในรถยนต์ติดตั้งมาให้ เช่น คอนเดนเซอร์, คอมเพรสเซอร์, พัดลมระบายความร้อน พร้อมวงจรพิมพ์หรือสกินไว้บนแผงโมดูล เพื่อง่ายต่อการศึกษาเรียนรู้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศรถยนต์ไฟฟ้า (Understanding for various components of the electric car air conditioning system)
2) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ไฟฟ้า (Understanding for the working principle of the electric car air conditioning system)
3) เพื่อฝึกการเติมสารทำความเย็น (Refrigerant filling training)
4) เพื่อฝึกการตรวจจับการรั่วไหลของสารทำความเย็น (Refrigerant leakage detection training)
5) เพื่อศึกษาวงจรไฟฟ้าหลักของระบบปรับอากาศ (Understanding for the main circuit of electric air conditioning system)
6) วิเคราะห์ข้อผิดพลาดหรือตรวจสอบ ระบบวงจรหลักของระบบปรับอากาศ (Main fault diagnosis and detection of electric air conditioning system)
7) การแก้ไขปัญหาของระบบปรับอากาศไฟฟ้า (Main troubleshooting of electric air conditioning system)

5.3.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ระบบเครื่องปรับอากาศในรถยนต์
   - เกจวัดแรงดันแบบสูง-ต่ำ (High& Low pressure gauge)
   - ชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศรถยนต์ไฟฟ้า (electric car air conditioning controller assembly)
   - คอยล์เย็น (Evaporator)
   - คอยล์ร้อน (Condenser)
   - คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
   - วาล์วลดความดัน (Expansion Valve)
   - พัดลมระบายความร้อนไฟฟ้า (Electric cooling fan)
   - พัดลมโบลเวอร์ (blower)
2) แบตเตอรี่ 46 VDC หรือดีกว่า
3) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
4) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
5) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
6) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 900 มม. x 1500 มม. x 1700 มม.
7) ชุดทดลองมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 150 กิโลกรัม
8) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

- เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
- สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow -low impedance หรือมากกว่า
- จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
- มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100 Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อค อย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.3.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.3.2. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดชนิด SUV จำนวน 1 ชุด

5.3.2.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดชนิด SUV เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนไฮบริด ชนิด 4 สูบ 4 จังหวะ ขนาดความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 1,700 ซีซี ระบายความร้อนด้วยน้ำ ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สมองกล สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหาพร้อมไฟแสดงสถานะผ่านจอไมล์, ระบบเครื่องยนต์ เครื่องปรับอากาศ ระบบบังคับเลี้ยว, ระบบเกียร์อัตโนมัติ, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง, ประตูไฟฟ้า เซ็นทรัลล็อค, ระบบเสียงและวิทยุ, ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เป็นชุดที่สามารถขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอ พร้อมปลั๊กวิเคราะห์ปัญหา OBD II พร้อมจุดทดสอบและความต้านทานแรงดันไฟฟ้าของ ECU

5.3.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ชุดทดลองระบบขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไฮบริดจ์ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรวมเอาเทคโนโลยีชั้นสูงของงานด้าน วิศวกรรมยานยนต์ เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ของยานยนต์แก๊สโซลีน ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยระบบควบคุมเครื่องยนต์ ระบบไฮบริด ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์
2) เป็นรถยนต์ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ไฮบริด ขนาด 4 สูบ ความจุไม่น้อยกว่า 1,700 ซีซี
3) มีชุดพอร์ท OBDII สำหรับวิเคราะห์สัญญาณของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
4) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า/หลัง ไฟส่องเรือนไมล์ ไฟหรี่ ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมากับชุดฝึก ตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
5) เป็นเครื่องยนต์ระบบจ่ายน้ำมันแบบ หัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ EFI
6) มีระบบเกียร์อัตโนมัติแบบ E-CVT
7) อัตราการสิ้นเปลืองขณะเครื่องยนต์ทำงานไม่น้อยกว่า 20 กม./ลิตร หรือดีกว่า

8) มีระบบแปลงพลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์มาประจุยังแบตเตอรี่ไฮบริดจ์
9) เครื่องยนต์ทำงานแบบฟลูไฮบริดจ์
10) มีระบบขับเคลื่อนขณะรอบต่ำแบบมอเตอร์ซิงค์โครนัสแบบแม่เหล็กถาวร
11) มอเตอร์รองรับแรงดันไฟฟ้าไม่เกินกว่า 600 โวลต์
12) แบตเตอรี่ชนิดนิเกิลเมทัลไฮดราย ถูกติดตั้งบนโครงสร้างซัสซีที่แข็งแรง
13) มีระบบควบคุมไฟส่องสว่างอัตโนมัติเพื่อทดสอบการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ในที่มีแสงสว่างน้อย
14) มีระบบ Cruise control เพื่อทดสอบการขับเคลื่อน
15) มีระบบ Lane Departure Alert With Steering Assist
16) มีระบบ Dynamic Radar Cruise control With Lane Tracing Assist
17) มีระบบแจ้งเตือนเมื่อลมบางผิดปกติ (Tire Pressure Monitoring System)
18) มีระบบช่วยเตือนมุมอับสายตาที่กระจกมองข้าง
19) มีระบบ ABS
20) มีระบบ TRC
21) มีระบบ VSC
22) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญานเบรกไฟหรี่ ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
23) มีชุดอำนวยความสะดวก กระจกประตูขึ้นหรือลงด้วยไฟฟ้า พร้อมสวิตช์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างปรับไฟฟ้าตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
24) มีระบบไฟส่องสว่างในห้องโดยสาร ตรงตามรุ่น
25) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
26) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปัดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
27) มีสวิตช์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตช์สัญญาณไฟเลี้ยว สวิตช์สัญญาณไฟสูง สัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิตช์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปัดน้ำฝน
28) มีชุดคันเกียร์ถูกติดตั้งมาพร้อมกับชุดทดลอง สามารถเข้าเกียร์ เดินหน้า ถอยหลัง เกียร์ว่างได้
29) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งและแป้นเบรกสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
30) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวติดตั้งกับชุดทดลองเพื่อวิเคราะห์ระบบและขับเคลื่อน
31) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม สวิตช์ปรับแบบแยกทิศทาง
32) มีระบบเซ็นทรัลล็อคพร้อมชุดสวิตช์ควบคุม สามารถใช้งานได้ปกติ
33) หน้าปัดเรือนไมล์
34) มีระบบกรองอากาศครบตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
35) มีระบบโช๊คหน้า ไม่น้อยกว่า 1 คู่

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

36) มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ พร้อมพัดลมไฟฟ้าตรงตามรุ่น สภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งานและทำงานตามอุณหภูมิของเครื่องยนต์
37) มีถังน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า 20 ลิตร พร้อมติดตั้งปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและลูกลอยไว้ในถัง อยู่ในสภาพสมบูรณ์
38) มีเข็มขัดนิรภัยคู่หน้าและหลังใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่
39) มีถุงลมนิรภัยที่ถูกติดตั้งมากับระบบพวงมาลัยบังคับเลี้ยวไม่น้อยกว่า 1 จุดและจุดอื่นๆไม่น้อยกว่า 2 จุด
40) มอเตอร์ไฟฟ้าให้กำลังไม่น้อยกว่า 53 kW
41) มีโหมดการใช้งานแบบ EV MODE
42) มีโหมดการใช้งานแบบ SPORT MODE
43) มีโหมดการใช้งานแบบ ECO MODE
44) มีระบบสตาร์ทเครื่องยนต์แบบ PUSH START
45) มีระบบจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
46) มีระบบสัญญาณเตือนกันขโมย
47) มีระบบเปิดประตูอัจฉริยะ (Smart Entry)
48) อุปกรณ์มาตรฐานต่าง ๆ ครบตามมาตรฐานผู้ผลิต พร้อมเงื่อนไขบริการต่างๆ ที่ผู้ผลิตรถยนต์จัด ณ เวลานั้น ๆ
49) สามารถติดเครื่องยนต์ด้วยวิธีปกติและขับเคลื่อนได้ทั้งระบบมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์
50) สภาพของระบบอำนวยความสะดวกด้านระบบปรับอากาศ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ต้องตรงตามรุ่นและยี่ห้อที่นำเสนอ
51) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.3.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.4. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริด จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.4.1. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม

5.4.1.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม เป็นระบบขับเครื่องด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า มีชุดเครื่องยนต์เพื่อใช้สร้างกระแสไฟฟ้าโดยไม่ต้องทำการชาร์ตจากภายนอก แบบแก๊สโซลีน ชนิดไม่น้อยกว่า 3 สูบ 4 จังหวะขนาดความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 1,000 ซีซี ระบายความร้อนด้วยน้ำ ควบคุมการทำงานด้วยระบบ

อิเล็กทรอนิกส์สมองกล สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหาพร้อมไฟแสดงสถานะผ่านจอไมล์, ระบบเครื่องยนต์, เครื่องปรับอากาศ, ระบบบังคับเลี้ยว, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง, ประตูไฟฟ้า เซ็นทรัลล็อค, ระบบเสียง, ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เป็นชุดที่สามารถ ขับเคลื่อนได้ เรียนรู้การทำงานของระบบเครื่องยนต์พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอ พร้อมปลั๊กวิเคราะห์ปัญหา OBD II พร้อมจุดทดสอบและความต้านทานแรงดันไฟฟ้าของ ECU เป็นต้นไป

5.4.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ชุดฝึกยานยนต์ EV ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรวมเอาเทคโนโลยีชั้นสูงของงานด้าน วิศวกรรมยานยนต์ เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ของยานยนต์ EV ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่ง ประกอบด้วยระบบควบคุมเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
2) เป็นรถยนต์ใช้ระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนสำหรับสร้างกระแสไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 3 สูบ ความจุไม่น้อยกว่า 1,000 ซีซี
3) มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นชนิดซิงโครนัส (Synchronous Motor)
4) มีปุ่มปรับเปลี่ยนรูปแบบการขับขี่ด้วยระบบไฟฟ้า (EV Mode Switch)
5) มีจอแสดงผลข้อมูลการขับขี่แบบ TFT หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
6) มีชุดพอร์ท OBDII สำหรับวิเคราะห์สัญญาณของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
7) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า ไฟหรี่ ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมากับชุดฝึก ตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
8) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญานเบรก ไฟหรี่ ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉินติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
9) มีชุดอำนวยความสะดวกแบบประตูกระจกไฟฟ้า พร้อมสวิตซ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างปรับไฟฟ้าตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
10) มีระบบไฟส่องสว่างเพดาน ตรงตามรุ่น
11) มีระบบวิเคราะห์อาการเสียของระบบด้วยตนเองแสดงผลผ่านจอไมล์ ตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
12) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
13) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปัดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
14) มีสวิตซ์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตซ์สัญญาณยกเลี้ยว สวิตซ์สัญญาณไฟสูง สัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิตซ์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปัดน้ำฝน
15) มีชุดสตาร์ทเครื่องยนต์พร้อมพวงมาลัยบังคับเลี้ยวติดตั้งกับชุดฝึกอย่างเรียบร้อยสวยงาม

16) มีระบบบังคับเลี้ยวแบบไฟฟ้าสั่งการผ่านกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
17) มีเบรคมือเพื่อทดสอบสัญญาณจอด หรือ เบรค ABS
18) มีชุดคันเกียร์ถูกติดตั้งมาพร้อมกับชุดฝึกสามารถเข้าเกียร์ เดินหน้า ถอยหลัง เกียร์ว่างได้
19) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งและแป้นเบรคสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
20) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวติดตั้งกับชุดฝึกเพื่อวิเคราะห์ระบบและขับเคลื่อน
21) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม มีชุดปรับระดับความเย็นและลม
22) มีแผงคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น เอ็กแพนชั่นวาล์ว พร้อมประจุน้ำยาภายในระบบ R134a ขับเคลื่อนระบบด้วยคอมเพรสเซอร์ ให้สามารถใช้งานได้
23) มีระบบอำนวยความสะดวกเครื่องเล่นเสียง
24) มีระบบเซ็นทรัลล็อคพร้อมชุดสวิตซ์ควบคุม จำนวน 1 คู่ สามารถใช้งานได้ปกติ
25) หน้าปัดเรือนไมล์ประกอบด้วย เกจความเร็ว เกจแสดงน้ำมันเชื่อเพลิงหรือแสดงระดับแบตเตอรี่
26) สามารถวิเคราะห์สัญญาณการจุดระเบิดของเครื่องยนต์
27) มีระบบโช๊คหน้าไม่น้อยกว่า 1 คู่
28) มีระบบควบคุมกันล้อล็อค พร้อมเซ็นเซอร์ FR, FL, RR, RL ติดตั้งมากับเครื่องระบบเบรคทั้งเบรคชุดหน้าและเบรคชุดหลัง
29) มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำพร้อมพัดลมไฟฟ้าตรงตามรุ่น สภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานและทำงานตามอุณหภูมิ ของเครื่องยนต์
30) มีเครื่องยนต์อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสามารถติดเครื่องยนต์ด้วยวิธีปกติ
31) มีชุดฝาปิดเครื่องยนต์พร้อมระบบล็อคป้องกันการสูญหาย
32) มีดิสก์เบรกพร้อมคาลิปเปอร์หน้าติดตั้งอยู่กับช็อคอัพคู่หน้าเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเบรกและเครื่องล่าง
33) มีชุดแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery)
34) มีระบบกรองอากาศครบตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
35) มีถังน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า 20 ลิตร พร้อมติดตั้งปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและลูกลอยไว้ในถัง อยู่ในสภาพสมบูรณ์
36) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเข็มขัดนิรภัยคู่หน้าและหลังได้อย่างสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่
37) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบ ถุงลมนิรภัยที่ถูกติดตั้งมากับระบบพวงมาลัยบังคับเลี้ยวไม่น้อยกว่า 1 จุด
38) ระบบขับเคลื่อนเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าให้กำลังไม่น้อยกว่า 120 แรงม้า
39) มีระบบรองรับน้ำหนักล้อหน้า แบบแม็คเฟอร์สันสตรัท พร้อมเหล็กกันโครง และระบบรองรับน้ำหนักล้อหลัง

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

40) มีระบบเบรกหน้าและหลังเป็นแบบดิสก์เบรกหรือดีกว่า

41) ระบบบังคับเลี้ยว เป็นแบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยไฟฟ้า

42) มีระบบความปลอดภัยมาตรฐาน ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้

- ถุงลมนิรภัย คู่หน้า
- ระบบเบรกป้องกันล้อล็อค (ABS)
- ระบบกระจายแรงเบรก
- ระบบเบรกมือไฟฟ้า
- สัญญาณเตือนจอดด้านหลัง
- ระบบเซ็นทรัลล็อกพร้อมปุ่มควบคุม
- มีกุญแจรีโมท พร้อมระบบกุญแจแบบ Immobilizer

43) มีระบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวกและความปลอดภัยพิเศษ ดังต่อไปนี้

- มีระบบเปิด-ปิดไฟหน้าอัตโนมัติ
- มีสวิตช์ปรับระดับไฟฟ้า
- มีระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ
- ควบคุมเสถียรภาพการทรงตัวอัตโนมัติ
- มีเทคโนโลยีช่วยตรวจจับและส่งสัญญาณเตือนวัตถุหรือบุคคลที่เคลื่อนไหวจากกล้องหรือเซนเซอร์
- มีเทคโนโลยีเตือนก่อนการชนด้านหน้าอัจฉริยะ

44) อุปกรณ์มาตรฐานต่าง ๆ ครบตามมาตรฐานผู้ผลิต พร้อมเงื่อนไขบริการต่างๆ ที่ผู้ผลิตรถยนต์จัด ณ เวลานั้นๆ

45) สามารถติดเครื่องยนต์ด้วยวิธีปกติและขับเคลื่อนได้ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

46) สภาพของระบบอำนวยความสะดวกด้านระบบปรับอากาศ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ต้องตรงตามรุ่นและยี่ห้อที่ นำเสนอ

47) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.4.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.5. ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์ จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.5.1. ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์

5.5.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์พร้อมตัวรับรู้เซนเซอร์ต่างๆในรถยนต์ การส่งสัญญาณดิจิตอลสำหรับรถยนต์โดยเรียนรู้ผ่านทางโปรแกรมมัลติมีเดียที่สามารถแสดงผลออกทางคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้

5.5.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ชุดเมนบอร์ดชนิดมีออสซิโลสโคป 4 แชลแนล ผ่านคอมพิวเตอร์แบบพกพาและคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ชุด
   - เป็นเมนบอร์ดทดลองหลักสามารถใช้กับคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้
   - มีช่องสำหรับวางคอมพิวเตอร์แบบพกพา(Tablet)บนตัวเมนบอร์ดหลัก
   - มีพอร์ท USB หรือ RS-232 สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
   - มีพอร์ท RJ45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
   - ใช้สายทดลองแบบเซฟตี้ซ็อกเก็ท ขนาดไม่น้อยกว่า 2 มม.
   - รองรับการควบคุมและเชื่อมต่อพร้อมทั้งแสดงผลอุปกรณ์การวัดต่างๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์
   - ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) จำนวน 2 ชุด
     - สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับได้ในช่วง 2/20 V หรือกว้างกว่า
       - สามารถวัดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับได้ในช่วง 0.2/2 A หรือกว้างกว่า
       - สามารถวัดความต้านทานได้ในช่วง 2kΩ 20kΩ 200 kΩ แล2 MΩ หรือกว้างกว่า
       - มีระบบปรับช่วงการวัดอัตโนมัติ (Automatic range measurement)
     - ดิจิตอลฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ (Digital function generator) จำนวน 1 ชุด
       - สามารถกำเนิดสัญญาณแบบ sinusoidal, square-wave, triangle ในช่วงความถี่ 0.5 Hz ถึง 100 kHz หรือกว้างกว่า
       - แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 10 V หรือกว้างกว่า
     - ดิจิตอล ออสซิลโลสโคป (Digital Oscilloscope) จำนวน 1 ชุด
       - มีจุดต่ออินพุทไม่น้อยกว่า 2 จุด
     - ดิจิตอล อนาไลเซอร์ (Digital Analyzer)
       - มีจุดต่อแบบดิจิตอล อินพุท ไม่น้อยกว่า 9 จุด
2) โปรแกรมการทดลองแบบมัลติมีเดีย
   - สามารถแสดงผลเครื่องมือวัดเสมือนจริง เช่น โวลท์มิตอร์ ออสซิลโลสโคปได้

- รองรับระบบปฏิบัติการ Window หรือระบบปฏิบัติการอื่น
- สามารถแสดงได้ว่าผู้ทำการทดลองผ่านการทดลองใดบ้าง
- เป็นโปรแกรมสำหรับการเรียนรู้การทดลอง พร้อมทั้งเป็นคู่มือการทดลองด้วย
- โปรแกรมการทดลองออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับชุดเมนบอร์ดหลัก

3) แผงทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับรถยนต์ จำนวน 1 ชุด

- สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้
  - Voltage
  - Ohm's law
  - Series and parallel circuit
  - Complex circuit
  - Measuring instrument in general

4) แผงทดลองวงจรเซ็นเซอร์สำหรับตัวรับรู้ยานยนต์ จำนวน 1 ชุด

- สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้
  - Component
  - Sensors
  - Schematics
  - Batteries and accumulator
  - Capacitance
  - Motors
  - Transistors in vehicles

5) แผงทดลองเทคโนโลยีดิจิตอลสำหรับรถยนต์ I จำนวน 1 ชุด

- สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้
  - TTL-AND
  - TTL-OR
  - TTL-NOT
  - TTL-XOR
  - TTL-NAND
  - Multiplexer
  - Fundamentals CAN data bus

6) แผงทดลองเทคโนโลยีดิจิตอลสำหรับรถยนต์ II จำนวน 1 ชุด

- สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้
  - Flip-Flop

- RS Flip-Flop
- JK Flip-Flop
- Shift register
- Counter
- Multivibrator

7) คอมพิวเตอร์แท็ปเล็ต จำนวน 2 ชุด

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 core) ที่มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.2 GHz
- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
- มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 9.7 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2,048 x 1,536 Pixel
- สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11b, g, n, ac), Bluetooth และ GPS
- มีอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบ 4G หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายในตัวเครื่อง (built-in)
- มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 1.2 Megapixel
- มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 Megapixel

8) คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล จำนวน 2 ชุด

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

  - เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.5.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.5.2. ชุดฝึกยานยนต์ Plug-in Hybrid จำนวน 1 ชุด

5.5.2.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกยานยนต์ Plug-in Hybrid เป็นระบบขับเครื่องยนต์ผสมกับมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมการทำงานด้วยระบอิเล็กทรอนิกส์สมองกล สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหา พร้อมไฟแสดง สถานะผ่านจอไมล์, เครื่องปรับอากาศ, ระบบบังคับเลี้ยว, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง, ประตูไฟฟ้า, ระบบเสียง, ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เป็นชุดที่สามารถ ขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอ พร้อมปลั๊กวิเคราะห์ปัญหา OBD II พร้อมจุดทดสอบและความต้านทานแรงดันไฟฟ้าของ ECU เป็นต้นไป

5.5.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ชุดฝึกยานยนต์ Plug-in Hybrid ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรวมเอาเทคโนโลยีชั้นสูงของงานด้าน วิศวกรรมยานยนต์ เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ของยานยนต์ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ประกอบด้วยระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ผสมกับมอเตอร์ไฟฟ้า
2) มีชุดเครื่องยนต์เบนซินเทอร์โบความจุกระบอกสูบขนาด 1400 CC หรือดีกว่า
3) มีชุดมอเตอร์ไฟฟ้าเป็น (Motor)
4) มีแบตเตอรี่ชนิดลิเธียม (Lithium)
5) ให้กำลังสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 85 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
6) ให้แรงบิดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 240 นิวตัน/เมตร หรือดีกว่า

7) มีชุดพอร์ท OBDII สำหรับวิเคราะห์สัญญาณของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
8) มีจอแสดงผลความเร็ว หรือ ความจุแบตเตอรี่ หรือดีกว่า
9) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า ไฟหรี่ ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมากับชุดฝึก ตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
10) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญานเบรก ไฟหรี่ ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
11) มีชุดอำนวยความสะดวกแบบประตูกระจกไฟฟ้า พร้อมสวิตซ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างพับ และปรับไฟฟ้า พร้อมไฟเลี้ยวตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
12) มีระบบวิเคราะห์อาการเสียของระบบด้วยตนเองแสดงผลผ่านจอไมล์ ตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
13) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
14) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปัดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
15) มีสวิตซ์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตซ์สัญญาณยกเลี้ยว สวิตซ์สัญญาณไฟสูง สัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิตซ์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปัดน้ำฝน
16) มีระบบกุญแจรีโมทอัจฉริยะ (Smart Key) พร้อม Push Start
17) มีระบบบังคับเลี้ยวแบบไฟฟ้าสั่งการผ่านกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
18) มีเบรคมือชนิดไฟฟ้าเพื่อทดสอบสัญญาณจอด หรือ เบรค ABS
19) มีสวิตซ์ปรับสำหรับเลือกการทำงาน เดินหน้า ถอยหลัง เกียร์ว่างได้
20) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
21) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวติดตั้งกับชุดฝึกเพื่อวิเคราะห์ระบบและขับเคลื่อน
22) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม มีชุดปรับระดับความเย็นและลม
23) มีสัญญาณเตือนระยะถอยหลังหรือ กล้องมองหลัง หรือดีกว่า
24) มีพวงมาลัยมัลติฟังก์ชัน ควบคุมเครื่องเสียงพร้อมปุ่มรับ – วางสายโทรศัพท์ หรือดีกว่า
25) มีระบบอำนวยความสะดวกเครื่องเล่นเสียง และมีระบบเชื่อมต่อสมาร์ทโฟน หรือดีกว่า
26) สามารถวิเคราะห์สัญญาณการจุดระเบิดของเครื่องยนต์
27) มีระบบโช๊คหน้าไม่น้อยกว่า 1 คู่
28) มีระบบเบรกหน้าดิสก์เบรกหรือดีกว่า
29) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.5.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.6. ชุดปฏิบัติการหาข้อบกพร่องของมอเตอร์ และชุดขับเคลื่อนไฟฟ้า-เชิงกล จำนวน 1 ชุด (MOTOR DIAGNOSIS AND ELECTROMECHANICAL BRAKE/STEERING)

ประกอบด้วย

5.6.1. ชุดปฏิบัติการหาข้อบกพร่อมของมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด

5.6.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการหาข้อบกพร่อมของมอเตอร์และการกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส

5.6.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) มีตัวแสดงเฟสของไฟฟ้าได้ L1, L2, L3
2) มีตัวแสดงทิศทางการหมุนได้
3) การกำหนดทิศทางการหมุนโดยไม่ต้องสัมผัส ของมอเตอร์ที่กำลังทำงานอยู่
4) รองรับการวัดแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 40 ถึง 700 V. หรือดีกว่า
5) รองรับการวัดค่าที่ความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 15 ถึง 400 Hz หรือดีกว่า
6) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.6.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.6.2. ชุดปฏิบัติการระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า - เชิงกล จำนวน 1 ชุด

5.6.2.1. ชุดปฏิบัติการระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์ไฟฟ้า (Electric car steering system) จำนวน 1 ชุด

5.6.2.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบพวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของรถยนต์ไฟฟ้าส่วนประกอบของระบบกันสะเทือนหน้าและจัดเรียงตามตำแหน่งของรถเดิม เหมาะสำหรับการเรียนการสอนของทฤษฎีและการบำรุงรักษาระบบพวงมาลัยเพาเวอร์รถยนต์ไฟฟ้าและระบบกันสะเทือนหน้า ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีความสามารถรองรับเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) ทำความเข้าใจส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์ไฟฟ้า
2) ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์ไฟฟ้า

3) การวินิจฉัยข้อผิดพลาดระบบพวงมาลัยไฟฟ้า

4) การแก้ไขปัญหาของระบบพวงมาลัยไฟฟ้า

5.6.2.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ระบบกันสะเทือน,คอม้า,ดุมล้อและยาง

2) มอเตอร์ในพวงมาลัยขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 kW

3) สวิตซ์จุดระเบิด,ไฟแสดงสถานะการทำงาน

4) ชุดจำลองความเร็วและเกจวัด

5) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

- เป็นเครื่องมือวัดขนาด 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
- สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
- จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
- มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าหรือมาตรฐานการผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด

- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

6) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.6.2.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.6.2.2. ชุดปฏิบัติการระบบเบรก (Electric car braking system) จำนวน 1 ชุด

5.6.2.2.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการระบบเบรกเป็นชุดปฏิบัติการเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดปฏิบัติการนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบเบรกพื้นฐานของยานยนต์ไฟฟ้า สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีความสามารถรองรับเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) เรียนรู้โครงสร้างและระบบการทำงานของระบบเบรกในรถยนต์ไฟฟ้า
2) ถอดและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ในระบบเบรกของรถยนต์ไฟฟ้า

5.6.2.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ชุดหม้อลมเบรก
2) กลไกระบบเบรก
3) ที่นั่ง,และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
   - เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
   - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
   - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
   - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแดนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.6.2.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.6.3. ชุดมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า 5 ประเภทแบบ cutaway จำนวน 1 ชุด

5.6.3.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์แบบแบ่งส่วน 5 ประเภทที่ใช้ในด้านพลังงานไฟฟ้า สามารถหมุนได้ 360 °เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างภายในของมอเตอร์ ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์พลังงานไฟฟ้าและการบำรุงรักษา ซึ่งทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการของ switch reluctance motor (Switch reluctance motor cutaway)
2) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์ดุมล้อ (Wheel hub motor cutaway)
3) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous motor cutaway)
4) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet synchronous motor cutaway)

5) เข้าใจหลักการโครงสร้างของมอเตอร์ DC
(Brush DC motor cutaway)

5.6.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) Switch reluctance motor แบบ cutaway สามารถหมุนได้ไม่น้อยกว่า 300 องศา
2) ดุมล้อมอเตอร์ แบบ cutaway สามารถหมุนได้ไม่น้อยกว่า 300 องศา
3) มอเตอร์อะซิงโครนัส แบบ cutaway สามารถหมุนได้ไม่น้อยกว่า 300 องศา
4) มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร แบบ cutaway สามารถหมุนได้ไม่น้อยกว่า 300 องศา
5) มอเตอร์ DC แบบ cutaway สามารถหมุนได้ไม่น้อยกว่า 300 องศา
6) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
7) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
8) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ยาวxกว้างxสูง)
9) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
   - เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
   - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
   - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
   - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
   - เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าหรือมาตรฐานการผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด

- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.6.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.6.4. ชุดทดลองตัวเก็บประจุประสิทธิภาพสูงของรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.6.4.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งการทำงานของระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์แบบชาร์จเร็วและแบบชาร์จช้า ฯลฯ เพื่อแสดงโครงสร้างและกระบวนการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (To understand the structure and main components of electric car super capacitor system)

2) ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า

(To Understanding the working principle of electric car super capacitor system)

3) เพื่อทำความเข้าใจการชาร์จอย่างรวดเร็วและกระบวนการชาร์จช้า

(To carry out the operation of fast charging, slow charging processes)

5.6.4.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ตัวเก็บประจุซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ (Super Capacitor) : 1000000 MFD, 25VDC หรือดีกว่า
2) มอเตอร์กระแสตรง (DC Reduction motor) : DC24V, 200 รอบต่อนาที หรือดีกว่า
3) มอเตอร์กระแสตรง (Brush DC motor) : DC24V, 6000 รอบต่อนาที หรือดีกว่า
4) DC แอมป์มิเตอร์
5) การชาร์จเร็ว
6) การชาร์จช้า
7) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
8) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
9) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
10) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ยาวxกว้างxสูง)
11) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
    - เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
    - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
    - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
    - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
    - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
    - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อค อย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.6.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.7. ชุดปฏิบัติการ CAN BUS แบบแยกโมดูล **จำนวน 1 ชุด**

5.7.1. รายละเอียดทั่วไป

5.7.1.1. เพื่อศึกษาระบบแสงสว่างของรถยนต์แบบ CAN-BUS

5.7.1.2. สามารถอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ได้

5.7.1.3. ชุดทดลองได้แยกอุปกรณ์แต่ละโมดูลเป็นโมดูลต่างๆเช่น Instrument cluster unit, Main Headlight,Rear light, Control unit automotive เป็นต้น

5.7.2. รายละเอียดทางเทคนิค

5.7.2.1. โมดูล Control unit automotive lighting จำนวน 1 ชุด

1) ใช้ควบคุมไฟภายนอกรถยนต์

2) มีจุดต่อแบบ Safety socket

3) มีจุดต่อทั้ง CAN-H และ CAN-L

5.7.2.2. โมดูล Steering column electronics จำนวน 1 ชุด

1) มีจุดต่อแบบ Safety socket

5.7.2.3. โมดูล Instrument Cluster unit จำนวน 1 ชุด

1) ติดตั้งอุปกรณ์อยู่บนด้านหน้าโมดูล

2) มีจุดต่อ CAN-H และ CAN-L

3) มีจุดต่อแบบ Safety socket

4) หน้าปัดแสดงความเร็วรอบ, น้ำมันและอุณหภูมิ เป็นต้น

5.7.2.4. โมดูล Ignition Switch จำนวน 1 ชุด

1) มีสวิทช์สตาร์ทควบคุมการจุดระเบิด (Ignition Switch)

2) มีจุดต่อแบบ Safety socket

5.7.2.5. โมดูลไฟหน้า (Main Headlight) จำนวน 1 ชุด

1) ติดตั้งอุปกรณ์อยู่บนด้านหน้าโมดูล

2) มีจุดต่อแบบ Safety socket

5.7.2.6. โมดูล Auxiliary Headlamp จำนวน 1 ชุด

1) ติดตั้งอุปกรณ์อยู่บนด้านหน้าโมดูล

2) มีจุดต่อแบบ Safety socket

5.7.2.7. โมดูลไฟหลัง (Rear lights) จำนวน 1 ชุด

1) ติดตั้งอุปกรณ์อยู่บนด้านหน้าโมดูล

2) มีไฟเบรก 2 ดวง

3) มีไฟเบรกดวงที่สาม จำนวน 1 ดวง

4) มีจุดต่อแบบ Safety socket

5.7.2.8. โมดูล Relay จำนวน 1 ชุด

5.7.2.9. โมดูลไฟเลี้ยวด้านข้าง (Side turn signal light LED) จำนวน 1 ชุด

1) ติดตั้งอุปกรณ์อยู่บนด้านหน้าโมดูล

5.7.2.10. อุปกรณ์เชื่อมต่ออินเตอร์เฟส

1) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB หรือ RS232

2) มีฟังก์ชั่นของการใช้งาน 4 ฟังก์ชั่น คือ Input A, Input B, Relay และVoltage source S

3) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor

4) มีอะแด็ปเตอร์สำหรับแปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 12 V

5) มีช่อง Analog input จำนวน 5 ช่อง ดังต่อไปนี้

- ช่อง Analog voltage input จำนวน 2 ช่องคือ Input A และ Input B

- ช่วงของการวัด ±0.3/1/3/10/30/100 V

- ช่อง Analog current input จำนวน 1 ช่อง คือ Input A
  - ช่วงของการวัด±0.1/0.3/1/3 A
- ช่อง Analog input สำหรับต่อกล่องเซนเซอร์ จำนวน2 ช่อง
- มีช่อง Changeover relay จำนวน 1 ช่อง
- มีช่อง Analog output จำนวน 1 ช่อง

5.7.2.11. กล่องรับสัญญาณ CAN bus จำนวน 1 ชุด

1) ใช้ร่วมกับอุปกรณ์อินเตอร์เฟส

5.7.2.12. โมดูลแหล่งจ่ายไฟ จำนวน 1 ชุด

1) แรงดันไฟฟ้าขาออกไม่น้อยกว่า 13 V
2) กระแสไฟฟ้าสูงสุดขาออกไม่น้อยกว่า 36 A
3) มีจุดต่อแบบ Safety socket

5.7.2.13. ชุดรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด

5.7.2.14. ชุดสายไฟสำหรับการทดลอง จำนวน 1 ชุด

5.7.3. อุปกรณ์ประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด

5.7.3.1. โต๊ะสำหรับการทดลอง จำนวน 1 ตัว

1) โต๊ะปฏิบัติการมีขนาดไม่น้อยกว่า 750 x 1450 x 750 มม.
2) พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิล หนา 25 มม. ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้านปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้วย PVC
3) โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด 48 x 48 มม. หนา 2.0 มม. เคลือบด้วยสีอีพอกซีผ่านขบวนการอบความร้อน
4) ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาดเดียวกับขาโต๊ะ
5) ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกัน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ
6) มีความสูง 750 มม.
7) คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล 1 ชุด

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้

- เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย

- มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

- มีแป้นพิมพ์และเมาส์

- มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

8) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.7.4. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.8. ชุดปฏิบัติการระบบ E-mobility ในยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ และโปรแกรมควบคุม จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.8.1. ชุดปฏิบัติการระบบ E-mobility ยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด

5.8.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบประจุแบตเตอรี่ชนิดหัวชาร์ต มีระบบป้องกันและระบบเชื่อมต่อเครือข่ายต่างๆ

5.8.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าไม่น้อยกว่า 220 V. ให้กระแสไฟฟ้า 16 A หรือ 32 A หรือดีกว่า
2) จ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกไม่น้อยกว่า 220 V. ให้กระแสไฟฟ้า 16 A หรือ 32 A หรือดีกว่า
3) หัวชาร์ตแบบ Type 1 หรือ Type 2 ที่มีมาตรฐาน ICE 62196-6
4) มีระบบป้องกัน Over current, Under voltage, Over voltage, Residual current, short circuit หรือดีกว่า
5) สามารถแสดงสถานะ Power, Status, charge, Fault หรือดีกว่า
6) มีสวิตซ์หรือปุ่มควบคุม Key switch, On/Off switch, Reset button, Emergency stop button หรือดีกว่า
7) มีระบบเชื่อมต่อเครือข่าย Ethernet, WLAN หรือ 3G หรือดีกว่า
8) สามารถเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลผ่านระบบไร้สายได้
9) มีระบบป้องกันตัวเครื่อง IP55 หรือดีกว่า
10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.8.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.8.2. ชุดปฏิบัติการระบบแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.8.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบจัดการแบตเตอรี่ที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้าในชุดทดลองประกอบด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมไอออนฟอสเฟต (LifePo4) พร้อมกับระบบจัดการและป้องกันผู้เรียนสามารถวัดค่าความต้านทานและค่าความจุของแบตเตอรี่ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) การวัดค่าความต้านทานในแบตเตอรี่ (Battery internal resistance measurement)
2) การวัดค่าความจุของแบบแบตเตอรี่ (Battery capacity measurement)
3) การวาดเส้นโครงหรือกราฟการคายประจุของแบตเตอรี่ (The basic discharge curve drawing of the battery)
4) การวิเคราะห์การค่ายประจุจากเส้นโครง หรือกราฟ (Analysis of different power discharge curves)

5) การทดลองคายประจุของแบตเตอรี่ด้วยวงจร free combination circuit (Battery discharge experiment (free combination circuit))
6) การทดลองการคายประจุแบบกระแสคงที่ (Constant current discharge experiment)
7) ทดลองค่าพารามิเตอร์ของการคายประจุของแบตเตอรี่แบบกลุ่มหรือรวมกันหลาย ๆ เซลล์ (Discharge parameter battery grouping experiment)
8) การทดลองการชาร์ตประจุแบบแรงดันคงที่ (Constant voltage charging experiment)
9) การทดลองการชาร์ตประจุแบบกระแสคงที่ (Constant current charging experiment)
10) การทดลองการชาร์ตประจุแบบแรงดันและกระแสคงที่ (Constant voltage constant current charging experiment)
11) การชาร์ตประจุแบบอิสระ (Free charging experiment)
12) การทดลองค่าพารามิเตอร์ของการชาร์ตประจุของแบตเตอรี่แบบกลุ่มหรือรวมกันหลาย ๆเซลล์ (Charging parameter battery grouping experiment)
13) การทดลองต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม (Battery pack series experiment)
14) การทดลองต่อแบตเตอรี่แบบขนาน (Battery pack parallel experiment)
15) การทดลองต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและขนาน (Battery pack series and parallel experiment)

5.8.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) แบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 18 เซลล์
   - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
   - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3V,8AH
2) ฝาปิดด้านบนของชุดแบตเตอรี่แพ็คเพื่อป้องกัน ทำจากวัสดุโปร่งแสงขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. และง่ายต่อการสังเกต
3) มีอุปกรณ์ป้องกันแบตเตอรี่
4) มีสวิตช์ป้องกันแบตเตอรี่แบบฉุกเฉิน
5) มีอุปกรณ์สำหรับทดสอบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
   - มีหน้าจอสำหรับแสดงผล
6) มีขนาดโหลดไม่น้อยกว่า 250W จำนวน 4 กลุ่ม
7) มีขนาดโหลดไม่น้อยกว่า 150W จำนวน 2 กลุ่ม
8) มีอุปกรณ์ชาร์จแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
   - มีหน้าจอแสดงผลการชาร์จ LED
9) มีอุปกรณ์วิเคราะห์ประสิทธิภาพแบตเตอรี่ลิเธียม

10) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินและกระแสไฟฟ้าเกิน
   - มีหน้าจอสำหรับแสดงผล
11) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
12) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
13) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
14) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ยาว x กว้าง x สูง)
15) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
   - เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
   - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
   - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
   - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

16) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.8.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.8.3. ชุดปฏิบัติการสถานีชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.8.3.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะ ชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับสถานีชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า ระบบควบคุมภายใน ระบบป้องกัน สัญญาณควบคุมการชาร์จแบบ CP ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) โครงสร้างของระบบชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
2) หลักการทำงานของของระบบชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
3) การควบคุมกระแสในกระบวนการชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
4) วิธีการชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
5) วิธีการ การเชื่อมต่อระบบชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
6) วิธีการชาร์จแบตเตอรี่แพ็ค
7) แสดงให้เห็นถึงหลักการและกระบวนการทำงานของระบบ Full-bridge Rectification แบบ 3 เฟส
8) แสดงให้เห็นถึงสัญญาณสื่อสารและกระบวนการของระบบการชาร์จ

5.8.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) มีอุปกรณ์ชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้าจริง
   - ใช้ระบบชาร์จแบบ Three-Phase Full-bridge Rectifying
   - สามารถแสดงการทำงานและหลักการทำงานของระบบชาร์จ

2) มีหัวชาร์จตาม
   - มีสัญลักษณ์ของขาสัญญาณแต่ละขาของหัวชาร์จแสดงบนแผงทดลอง
3) ชุดทดลองสามารถแสดงค่าสัญญาณต่าง ๆ จากเซนเซอร์ในระบบระหว่างการชาร์จ ดังนี้
   - สัญญาณ CP (Control Pilot)
   - แรงดันขาเข้า แรงดันขาออก สัญญาณแซมปลิ้งและริปเปิ้ล
   - กระแสขาเข้า กระแสขาออก สัญญาณแซมปลิ้งและสัญญาณป้องกันแบบ IPM
   - สัญญาณป้องกันการลัดวงจร
   - สามารถสังเกตลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นและความถี่ผ่านออสซิลโลสโคปหรือมัลติมิเตอร์
4) สามารถสาธิตการป้องกันระหว่างการชาร์จประจุไฟรถยนต์ไฟฟ้า ดังนี้
   - การป้องกันการลัดวงจร
   - การป้องกันอุณหภูมิสูง
   - การป้องกันการโอเวอร์โหลดและกระแสเกิน
   - การป้องกันแรงดันไฟฟ้าตก
   - การป้องกันความผิดพลาดของหัวชาร์จ
5) สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการชาร์จประจุของรถยนต์ไฟฟ้า
   - การตรวจสอบการเริ่มต้นชาร์จแบบอัตโนมัติ
   - การควบคุมการชาร์จอัตโนมัติ
6) ขนาดของชุดทดลองไม่น้อยกว่า 1300มม. X 500มม. x 1700มม. (ยาว x กว้าง x สูง)
7) โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ แข็งแรง ไร้สนิม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
8) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
   - เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
   - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
   - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
   - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับ และมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.8.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

5.8.4. ชุดปฏิบัติการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.8.4.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองออกแบบมาสำหรับการฝึกอบรมการบำรุงรักษาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์พลังงานทางเลือกใหม่ โดยชุดทดลองมีอุปกรณ์ชาร์ตอัจฉริยะ, อุปกรณ์ควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าแรงดันสูง, มีคันเร่งและแป้นเบรก, ชุดควบคุมตำแหน่งเกียร์, โมดูลสำหรับชาร์ตแบตเตอรี่ ติดตั้งมาบนชุดทดลองเพื่อง่ายต่อการศึกษาเรียนรู้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) การวัดค่าความต้านทาน (resistance) ในมอเตอร์
2) การวัดค่าความจุของแบบแบตเตอรี่รี่
3) การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่
4) การวิเคราะห์การคายประจุจากเส้นโครง หรือกราฟ
5) การทดลองคายประจุของแบตเตอรี่
6) การทดลองการคายประจุแบบกระแสคงที่
7) การทดลองความคุมอเตอร์แรงดันสูง
8) การทดลองถอดและประกอบของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแรงดันสูง
9) การทดสอบการถอดชิ้นส่วนและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง
10) การทดสอบการเชื่อมต่อสายไฟของระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแรงดันสูง
11) ชุดทดสอบการถอดชิ้นส่วนแบตเตอรี่
12) ปรับแรงดันไฟฟ้าทดลองชาร์จ
13) การทดสอบการวัดอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งเกียร์
14) การทดลองการวัดอุปกรณ์ควบคุมตัวเร่ง
15) การทดลองการวัดหลักการทำงานของอุปกรณ์ DC เป็น DC

5.8.4.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) แบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 14 เซลล์
   - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
   - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3V,8AH
2) มีอุปกรณ์ชาร์ตแบตเตอรี่รี่
3) มีอุปกรณ์ควมคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบแรงดันสูง
4) มีคันเร่งและเบรกสำหรับควบคุมมอเตอร์
5) มีชุดควบคุมตำแหน่งเกียร์
6) มีโมดูลสำหรับชาร์ตแบตเตอรี่
7) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน

8) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้

9) โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้

10) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. x 500 มม. x 1700 มม. (ยาวxกว้างxสูง)

11) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

- เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
- สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
- จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
- มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF

- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.8.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.8.5. ชุดปฏิบัติการระบบขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.8.5.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อ ใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าแบบมอเตอร์ติดล้อหรือHub Motor ซึ่งเป็นระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าแบบหนึ่งที่มีความซับซ้อนทางกลน้อยมีประสิทธิภาพสูง ชุดทดลองมี Hub Motor จำนวน 2 ชุด โดย Hub Motor แบบสมบูรณ์สำหรับใช้ทดลองระบบขับเคลื่อนและ Hub Motor แบบผ่าสำหรับใช้เพื่อเรียนรู้ส่วนประกอบ ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ ไม่น้อยกว่าดังนี้

1) การวัดความต้านทานภายในมอเตอร์ (Motor internal resistance measurement)
2) การตรวจวัดความจุแบตเตอรี่ (Battery capacity measurement)
3) การตรวจวัดแรงดันแบตเตอรี่ (Battery voltage measurement)
4) ลักษณะกราฟการใช้พลังงานของมอเตอร์ (Drawing of the basic discharge curve of the motor)
5) การวิเคราะห์กราฟการปลดปล่อยพลังงานที่แตกต่างกัน (Analysis of different power discharge curves)
6) การทดลองการปล่อยพลังงานของแบตเตอรี่ (Battery discharge experiment)
7) การทดลองตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (High voltage motor drive control experiment)
8) การทดลองวัดค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

9) การทดลองการถอดประกอบ Hub Motor (Disassembly and assembly of wheel hub motor)
10) การทดลองเชื่อมต่อสายไฟของระบบควบคุมมอเตอร์ (Wire connection experiment of motor drive control system)
11) การทดลองวัดค่าที่ส่งไปยังอุปกรณ์แสดงผลของรถยนต์ (Measurement experiment of car instrument display device)
12) การทดลองการถอดประกอบและการทดสอบการวัดแบตเตอรี่แพ็ค (Battery pack disassembly measurement experiment)
13) การทดลองปรับแรงดันชาร์จ (Adjustable voltage charging experiment)
14) การทดลองการวัดอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งเกียร์ (Gear position control device measurement experiment)
15) การทดลองการวัดสัญญาณจากคันเร่ง (Accelerator control device measurement experiment)
16) การทดลองการวัดความเร็วจากมอเตอร์ (Motor speed system device measurement experiment)
17) การทดลองการวัดระบบการชาร์จ (Charging measurement)

5.8.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) โครงสร้างชุดทดลอง มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า
   - ทำจากเหล็กหรืออลูมิเนียม มีความแข็งแรง มั่นคง
   - แผงทดลองแนวตั้งพร้อมไดอะแกรมของระบบ
   - มีล้อ 4 ล้อ สามารถล็อกได้ไม่น้อยกว่า 2 ล้อ
   - มีขนาดไม่น้อยกว่า 1300มม. X 500มม. x 1700มม. (ยาวxกว้างxสูง)
2) แบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 14 เซลล์
   - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
   - พิกัดแรงดัน ไม่น้อยกว่า 3V,8AH
3) ฝาครอบด้านบนของชุดแบตเตอรี่แพ็คเพื่อป้องกัน ทำจากวัสดุโปร่งแสงขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. และง่ายต่อการสังเกต
4) อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ พิกัดไม่น้อยกว่า 40V,10A มีฟังก์ชั่นรับรู้การชาร์จอัตโนมัติ
5) ชุด Hub Motor ที่ 1 พร้อมตัวครอบป้องกันผู้เรียนไม่ให้ถูกหนีบ หรือได้รับบาดเจ็บจากการใช้งานมอเตอร์ที่ความเร็วสูงในระหว่างการบวนการทดลอง
6) ชุด Hub Motor ที่ 2 แบบแสดงให้เห็นลักษณะกายวิภาค สามารถมองเห็นโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์ติดล้อได้

7) อุปกรณ์ควบคุม Hub Motor
   - สามารถควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์
   - ตั้งค่าแรงดันและกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์
   - ตรวจวัดอุณหูมิและความเร็วของมอเตอร์
   - ส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปยังหน้าจอแสดงผล
8) มีคันเร่ง ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ในการควบคุมความเร็ว
9) ตัวเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ในการควบคุมการเดินหน้า-ถอยหลัง
10) จอแสดงการวัดค่าต่าง ๆ
11) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
   - เป็นเครื่องมือวัดขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
   - สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
   - จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังชั่นรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
   - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of readingในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
   - มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100Ω ถึง 100MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
   - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อคอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.8.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.9. ชุดปฏิบัติการระบบประจุไฟฟ้าในยานยนต์และโปรแกรมควบคุม จำนวน 1 ชุด

5.9.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบจัดการชาร์จแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ มีระบบป้องกันแบตเตอรี่

5.9.2. รายละเอียดทางเทคนิค

5.9.2.1. โมดูลเชื่อมต่อเซลล์แบตเตอรี่ จำนวน 1 โมดูล

1) มีจุดสำหรับเชื่อมต่อเซลล์แบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 2 เซลล์
2) มีโหมดการทำงาน Charging, Discharging
3) มีชุดจำลองการทำงานหรืออาการเสีย

5.9.2.2. ชุดจัดการระบบชาร์จแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน (Lilo) จำนวน 1 โมดูล

1) มีปุ่มรีเซต
2) มีไฟแสดงสถานะผิดพลาด (Error)
3) มีระป้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จไฟและการคายประจุมากเกินไป

5.9.2.3. ชุดจัดการระบบชาร์จแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมฟอสเฟต (LiFe) จำนวน 1 โมดูล

1) มีปุ่มรีเซต
2) มีไฟแสดงสถานะผิดพลาด (Error)
3) มีระบ้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จไฟและการคายประจุมากเกินไป

5.9.2.4. โมดูลจัดการแบตเตอรี่ จำนวน 1 โมดูล

1) มีจุดเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แบบ USB หรือดีกว่า
2) มีปุ่มปรับควบคุมการประจุ
3) มีจุดต่อวัดกระแสไฟฟ้า
4) มีจุดแสดงสถานะของหน้าสัมผัส

5.9.2.5. โมดูลแปลงแรงดันไฟฟ้า DC/AC จำนวน 1 โมดูล

1) มีปุ่ม start/stop
2) มีจุดเชื่อมต่อจากโมดูลแบตเตอรี่ HV+ และ HV-
3) มีจุดต่อขาออกไฟฟ้า 3 เฟส L1, L2, L3 หรือดีกว่า

5.9.2.6. ชุดโมดูลเครื่องกลไฟฟ้าหรือมอเตอร์ จำนวน 1 โมดูล

1) มีจุดเชื่อมต่อ rotor position sensor แบบ 10-pin terminal strip
2) มีจุดเชื่อมต่อ three-phase generator แบบ 6-pin DIN socket
3) มีชุดขดลวดแบบ Rotor หรือ Stator

5.9.2.7. ชุดโมดูลอินเตอร์เฟสเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ตัว

1) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB หรือ RS232
2) มีฟังก์ชั่นของการใช้งาน 4 ฟังก์ชั่น คือ Input A, Input B, Relay และVoltage source S
3) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor
4) มีอะแดปเตอร์สำหรับแปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 12 V
5) มีช่อง Analog input ไม่น้อยกว่า 5 ช่อง เช่น
6) ช่อง Analog voltage input 2 ช่องคือ Input A และ Input B
   - ช่วงของการวัด ±0.3/1/3/10/30/100 V หรือมากกว่า
7) ช่อง Analog current input 1 ช่อง คือ Input A
   - ช่วงของการวัด ±0.1/0.3/1/3 A หรือมากกว่า
8) ช่อง Analog input สำหรับต่อกล่องเซนเซอร์ 2 ช่อง

5.9.2.8. โปรแกรมควบคุม จำนวน 1 ชุด

1) เป็นโปรแกรมสำหรับควบคุมการประจุหรือแสดงการประจุ
2) สามารถแสดงผลแรงดัน, กระแสไฟฟ้า, กำลังงาน หรือดีกว่า

5.9.2.9. คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล 1 ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

  - เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย

- มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

- มีแป้นพิมพ์และเมาส์

- มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

5.9.2.10. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.9.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

5.10. เครื่องวิเคราะห์สมรรถนะยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.10.1. เครื่องวิเคราะห์สมรรถนะยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด

5.10.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบสามารถวิเคราะห์ข้อขัดข้องเครื่องยนต์ได้

5.10.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

มีรายละเอียดดังนี้

1) สามารถวิเคราะห์กล่อง ECU, ECM และวิเคราะห์ข้อขัดข้องเครื่องยนต์แก๊สโซลีนไฮบริดจ์ได้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดการทำงานของระบบสมองกลยานยนต์ ECU,ECM ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลแบบคอมมอนเรล ในกลุ่มรถยนต์ ยุโรป, อเมริกา, และเอเชีย ได้ไม่น้อยกว่า 30 ยี่ห้อ
2) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีระบบปฏิบัติงาน Android 4.1 หรือมากกว่า และการประมวลผลไม่น้อยกว่า Dual core 1GHz
3) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีการแสดงผลการตรวจสอบความผิดพลาดเครื่องยนต์ได้ แบบตัวเลข แบบดิจิตอลและกราฟ
4) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีหน้าจอแสดงผลเป็นระบบสัมผัส (Touch Screen) หรือสูงกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
5) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีสัญญาณวีดีโอผ่านพอร์ต HDMI
6) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีซอฟแวร์ของเครื่องวิเคราะห์สามารถอัพเดทผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้
7) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้ทั้งกระแสไฟฟ้า 220 VAC และ 12 VDC จากแบตเตอรี่รถยนต์ได้
8) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีกล่องบรรจุภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์
9) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีอุปกรณ์มาตรฐานจากผู้ผลิต
10) เป็นผลิตภัณฑ์ผ่านมาตรฐาน ISO 9001 : 2008, CE Certificate หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง
11) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.10.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.10.2. ลิฟท์ยกรถ 2 เสา คานบน ขนาด 4 ตัน **จำนวน 1 ชุด**

5.10.2.1. รายละเอียดทั่วไป

ระยะห่างระหว่างเสาไม่น้อยกว่า 2.65 เมตร ระยะแท่นรองต่ำสุดไม่เกิน 95 มม. ออกแบบให้มีแขน 3 ช่วง เข้าถึงช่วงล่างของรถได้อย่างง่ายเมื่อยังไม่ยืดแขนและเหมาะอย่างยิ่งสำหรับรถที่มีขนาดยาวและกว้าง เมื่อยืดแขนออกมา ใช้ได้แม้รถขับเคลื่อนสี่ล้อ แขนปรับได้ ทำให้ง่ายต่อการรับน้ำหนักที่ไม่สมดุลและการเปิดประตู แขนยกสองข้างส่งถ่ายกำลังไปยังเสาตรงข้ามด้วยสายสลิง สายเคเบิลแบบไม่ใช้ตลับลูกปืน ช่วยให้การรับน้ำหนักเป็นไปอย่างสมดุลไม่ว่าจะมีหน้าหนักเท่าใดก็ตาม วาล์วนิรภัยช่วยป้องกันน้ำหนักเกิน และสายไฮดรอลิกเสียหาย ควบคุมความเร็ว ของการยกรถลงด้วยวาล์วไฮดรอลิก การทำงาน ระบบไฟฟ้า-ไฮดรอลิก

5.10.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) แขนล็อคและปลดล็อคอัตโนมัติขณะที่อยู่บนพื้น
2) แขนเหมาะสำหรับข้อต่อสวมเร็ว
3) ระบบนิรภัยหยุดทำงานอัตโนมัติ 24V
4) ระบบเปิด - ปิด อัตโนมัติด้วยวาล์วแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้มั่นใจถึงความปลอดภัยในขั้นตอนการล็อค
5) รับน้ำหนักได้ไม่เกิน 4000 กิโลกรัม
6) ระยะเวลายกขึ้น / ลง ไม่น้อยกว่า 50 วินาที
7) ความสูงการยกไม่เกิน 1950 มม.
8) มอเตอร์ไม่น้อยกว่า 2.2 kw – 3 ph : 230-400V/50Hz
9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.10.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.10.3. เครื่องถ่วงล้อ หน้าจอ LCD **จำนวน 1 ชุด**

5.10.3.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบถ่วงล้อหน้าและล้อหลัง

5.10.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) เครื่องถ่วงล้อคุณภาพสูง หน้าจอดิจิตอล LCD 18" สำหรับการใช้งานเป็นประจำ ครอบคลุมยางทุกขนาด
2) ป้อนข้อมูล 3D ระบบ SONAR
3) ความกว้างของขอบยาง 2" – 15"หรือดีกว่า

4) เส้นผ่านศูนย์กลางขอบยาง : 10" – 30"หรือดีกว่า

5) เส้นผ่านศูนย์กลาง ล้อสูงสุด 940 มม.

6) ความกว้างล้อสูงสุด 520 มม.

7) น้ำหนักล้อสูงสุด 70 กก.

8) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.10.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.10.4. เครื่องถอด-ใส่ยางไม่น้อยกว่า 50 ตัน จำนวน 1 ชุด

5.10.4.1. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องเปลี่ยนยางกึ่งอัตโนมัติ พร้อมแกนเอียงสำหรับเปลี่ยนยางรถยนต์, มอเตอร์ไซค์ และรถเพื่อการพาณิชย์ เส้นผ่านศูนย์กลางขอบล้อตั้งแต่ 11" ถึง 24"

5.10.4.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) แท่นหมุนปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่าสองระดับ (6, 12 รอบ / นาที)

2) หัวเติมลม

3) วาล์วจำกัดแรงดันสูงสุด 3.5 บาร์ (50PSI) หรือดีกว่า

4) ระยะจับขอบกระทะด้านนอก 11" - 22"หรือดีกว่า

5) ระยะจับขอบกระทะด้านนอก 13" - 24"หรือดีกว่า

6) แรงกดถอดยาง 30,200N (3,080 กก.)หรือดีกว่า

7) แรงดันทำงาน 8-11 บาร์

8) ระบบไฟฟ้า 400V 50Hz – 3 ph (เลือกได้ 230V 52 Hz – 3ph)

9) กำลังมอเตอร์ 0.8 – 1.1.kWหรือดีกว่า

10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.10.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.10.5. ตู้เติมลมไนโตรเจน จำนวน 1 ชุด

5.10.5.1. รายละเอียดทั่วไป

หน้าจอแอลซีดีดิจิตอลขนาดใหญ่ ทำการทดสอบและควบคุมอัตโนมัติ มีกล่องเก็บสายอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 9 เมตร มีชุดกรองและแยกน้ำ / น้ำมัน แบบกรองสองชั้นช่วยยืดอายุของชิ้นส่วนหลักภายในได้

5.10.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) วัดได้ 3 หน่วย บาร์ , PSI, kg_f/cm^2 หรือมากกว่า
2) มีโหมดสำหรับตั้งค่าแรงดันและเติมลมไนโตรเจน
3) มีฟังก์ชั่นระบายลมสำหรับเติมไนโตรเจนในยางให้สูงขึ้น
4) สามารถปรับการทำงานแบบแมนนวล
5) ฟังก์ชั่นการเติมลมและเติมไนโตรเจนกลับกัน
6) มีวาล์วปรับความบริสุทธิ์ของไนโตรเจน (วาล์วปรับอัตราการไหล)
7) รองรับระบบไฟฟ้า 220V, 50/60Hz
8) แรงดันลมเข้า 9-10 บาร์
9) แรงดันไนโตรเจนขาออก 1-6 บาร์
10) ความจุถังไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 50 ลิตร
11) กล่องเก็บสายอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 9 เมตร
12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.10.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.10.6. ถังรองถ่ายน้ำมันเครื่อง 80 ลิตร จำนวน 1 ชุด

5.10.6.1. รายละเอียดทั่วไป

เหมาะสำหรับการเก็บน้ำมันเก่า โดยใช้แรงโน้มถ่วงและโดยใช้สุญญากาศ ถาดรองน้ำมันปรับได้ที่ความสูงตั้งแต่ 1190 – 1730 มม. พร้อมล้อ 2 ล้อ และกล่องใส่ชิ้นส่วนขนาดเล็กที่ถอดออกได้ ท่อดูดหลักและสายดูดไม่น้อยกว่า 6 สาย และหัวแปลงเชื่อมต่อสามารถใช้ได้กับรถส่วนใหญ่

5.10.6.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) ความจุของถังไม่น้อยกว่า 80 ลิตร
2) ความจุของถาดรองน้ำมันไม่น้อยกว่า 15 ลิตร
3) เส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยไม่น้อยกว่า 580 มม.
4) แรงดันทำงาน 6-7 บาร์
5) ความเร็วการดูด 1.5 – 2 ลิตร / นาที

5.10.6.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

5.11. เครื่องวิเคราะห์สมองกลและสัญญาณเซ็นเซอร์ในยานยนต์ จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.11.1. เครื่องวิเคราะห์สมองกลและสัญญาณเซ็นเซอร์ในยานยนต์ จำนวน 2 ชุด

5.11.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เกี่ยวกับระบบวิเคราะห์กล่อง ECU, ECM และสัญญาณเซ็นเซอร์ของเครื่องยนต์ได้

5.11.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

มีรายละเอียดดังนี้

1) สามารถวิเคราะห์กล่อง ECU, ECM และวิเคราะห์ข้อขัดข้องเครื่องยนต์แก๊สโซลีนไฮบริดจ์ได้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดการทำงานของระบบสมองกลยานยนต์ ECU,ECM ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลแบบคอมมอนเรล ในกลุ่มรถยนต์ ยุโรป, อเมริกา, และเอเชีย ได้ไม่น้อยกว่า 30 ยี่ห้อ
2) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีระบบปฏิบัติงาน Android 4.1 หรือมากกว่า และการประมวลผลไม่น้อยกว่า Dual core 1GHz
3) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีการแสดงผลการตรวจสอบความผิดพลาดเครื่องยนต์ได้ แบบตัวเลข แบบดิจิตอลและกราฟ
4) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีหน้าจอแสดงผลเป็นระบบสัมผัส (Touch Screen) หรือสูงกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
5) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีซอฟแวร์ของเครื่องวิเคราะห์สามารถอัพเดทผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้
6) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้ทั้งกระแสไฟฟ้า 220 VAC และ 12 VDC จากแบตเตอรี่รถยนต์ได้
7) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีกล่องบรรจุภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์
8) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีอุปกรณ์มาตรฐานจากผู้ผลิต
9) เป็นผลิตภัณฑ์ผ่านมาตรฐาน ISO 9001 : 2008, CE Certificate หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง
10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.11.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

5.11.2. เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ **จำนวน 1 ชุด**

5.11.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ขนาดกะทัดรัดแต่ทรงพลังด้วยเทคโนโลยีแอคทีฟอินเวอร์เทอร์ สำหรับใช้ในโรงงาน สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก รถโดยสาร รถจักรยานยนต์ เหมาะสำหรับแบตเตอรี่ทั่วไปทุกประเภท โดยที่ไม่ต้องถอดแบตออกจากรถ มีจอแสดงผล LCD แสดงคำแนะนำฟังก์ชั่นและข้อมูลการชาร์จทั้งหมด สามารถตั้งค่าและอ่านค่าที่เข้าใจง่ายจากจอแสดงผล ตัวเครื่องเป็นโลหะแข็งแรงทนทาน พร้อมขอบยางป้องกันการกระแทก

5.11.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) สามารถชาร์จกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 35A หรือดีกว่า
2) มีปุ่มเลือกแรงเคลื่อนไฟฟ้า 6,12 หรือ 24 V หรือดีกว่า
3) มีโหมดอัดประจุไฟสามารถฟื้นฟูแบตเตอรี่ที่มีกำลังไฟอ่อนได้โดยขั้นตอนการทำงานนี้ จะใช้ระบบไมโครโพรเซสเซอร์
4) โหมดเครื่องจ่ายไฟ ใช้ไฟจากภายนอกโดยไม่ต้องใช้ไฟจากแบตเตอรี่
5) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.11.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

5.11.3. ขาตั้งยกรถ **จำนวน 2 ชุด**

5.11.3.1. รายละเอียดทั่วไป

ใช้สำหรับรองรับน้ำหนักรถยนต์

5.11.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 4 ตัน
2) ความสูงต่ำสุดไม่น้อยกว่า 390 มม.
3) ความสูงสูงสุดไม่น้อยกว่า 600 มม.

5.11.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

5.11.4. แม่แรงยกรถขนาดไม่น้อยกว่า 3 ตัน **จำนวน 1 ชุด**

5.11.4.1. รายละเอียดทั่วไป

ใช้สำหรับยกรถยนต์

5.11.4.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) แม่แรงตะเข้ไฮดรอลิกขนาดไม่น้อยกว่า 3 ตัน สำหรับรถโหลดเตี้ย
2) มีวาล์วนิรภัยควบคุมการลง เพื่อลดระดับลงได้
3) มีกระบอกอัดไฮดรอลิกส์ไม่น้อยกว่า 2 ชุด

5.11.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

5.11.5. บล็อกลมกระแทกขนาดไม่น้อยกว่า 1/2" จำนวน 1 ชุด

5.11.5.1. รายละเอียดทั่วไป

บล็อกลมกระแทกขนาดไม่น้อยกว่า 1/2" ระบบ Twin Hammer สมรรถนะสูงออกแบบมาเพื่องานหนักช่วยให้ได้แรงบิดไม่น้อยกว่า 1100 นิวตันเมตร ปรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 6 ระดับ

5.11.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) หัวบล็อกแบบสี่เหลี่ยม 1/2"
2) แรงบิดสูงสุดไม่น้อยกว่า 1100 นิวตันเมตร
3) แรงดันขณะใช้งานไม่น้อยกว่า 6.3 บาร์
4) เกลียวท่อ 1/4"

5.11.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

5.11.6. ตู้เครื่องมือพร้อมเครื่องมือช่าง จำนวน 1 ชุด

5.11.6.1. รายละเอียดทั่วไป

ใช้สำหรับถอด-ประกอบและซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า

5.11.6.2. รายละเอียดทางเทคนิค

มีรายละเอียดดังนี้

เป็นชุดเครื่องมือพื้นฐานจำนวนไม่น้อยกว่า 189 ชิ้น ใน 1 ชุด และตู้เครื่องมือแบบมีล้อ 4 มุมแข็งแรง 7 ชั้น จำนวน 1 ตู้ ประกอบด้วยเครื่องมือ

1) ชุดถาดลูกบ๊อกซ์ 3/8 " 6 เหลี่ยม 33 ชิ้น (Metric) ประกอบด้วย
   - ลูกบ๊อกซ์สั้น 6 เหลี่ยม จำนวน 15 ชิ้น ขนาด 8,9 ,10 ,11, 12,13,14,15,16 ,17, 18,19 , 21 , 22 , 24 mm
2) ลูกบ๊อกซ์ยาว 6 เหลี่ยม จำนวน 8 ชิ้น ขนาด10,11,12,13, 14,15,17,19 mm
3) ลูกบ๊อกซ์ขันหัวเทียน จำนวน 3 ชิ้น ขนาด 16 , 18 , 21 mm
4) อุปกรณ์ จำนวน 7 ชิ้น ประกอบด้วย (ด้ามฟรีหัวไข่ , ข้อต่อยาว 10" , ข้อลด 3/8" F x 1/4"M, ข้ออ่อน , ข้อตัวหัวเดือย , ข้อต่อแบบปุ่มล็อค 3" , ข้อเพิ่ม 1/2" F x 3/8 " M)
5) ชุดถาดลูกบ๊อกซ์ 1/2" 6 เหลี่ยม 27 ชิ้น (Metric) ประกอบด้วย

- ลูกบ๊อกซ์สั้น 6 เหลี่ยม จำนวน 17 ชิ้น ขนาด 10,11,12, 13, 14,15,16.17,18,19,21,22,24,27,30,32,34 mm

6) ลูกบ๊อกซ์ยาว 6 เหลี่ยม จำนวน 5 ชิ้น ขนาด 10,13,17,19,22 mm

7) อุปกรณ์ จำนวน 5 ชิ้น ประกอบด้วย (ด้ามฟรีหัวไข่ , ข้อต่อยาว 10" , ข้ออ่อน , ข้อต่อแบบปุ่มล็อค 5" , ข้อลด 3/8 F x 1/2 " M)

8) ชุดประแจปากตาย 10 ชิ้น (Metric)

9) ชุดประแจแหวน 10 ชิ้น (Metric)

10) ชุดประแจแหวนข้างปากตาย และประแจแอล 30 ชิ้น (Metric)

11) ชุดประแจแหวนข้างปากตาย 8 ชิ้น (Metric)

12) ชุดประแจแหวนเกียร์ข้างปากตาย 19 ชิ้น (Metric)

13) ประแจแหวนเกียร์ข้างปากตาย จำนวน 15 ชิ้น

14) หัวต่อกับลูกบ๊อกซ์ ขนาด 1/4" Dr x 10 mm

15) หัวต่อกับลูกบ๊อกซ์ ขนาด 3/8" Dr x 10 mm

16) หัวต่อกับลูกบ๊อกซ์ ขนาด 1/2" Dr x 10 mm

17) หัวต่อกับหัวเดือย ขนาด 1/4" Dr x 10 mm

18) ประแจเลื่อน จำนวน 2 ชิ้น ขนาด 8" , 10"

19) คีมปากแหลม จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6"

20) คีมล็อคปากโค้ง จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 7"

21) คีมล็อคปากแหลม จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6 "

22) คีมหนีบแหวนปากตรง จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 7"

23) คีมหนีบแหวนปากโค้ง จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 7"

24) คีมถ่างแหวนปากตรง จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 7"

25) คีมถ่างแหวนปากโค้ง จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 7"

26) คีมปากแหลม จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6"

27) คีมตัด จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6"

28) คีมปากจิ้งจก จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 8"

29) คีมตัดพลาสติก จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6"

30) ลูกล๊อกซ์สั้น 6 เหลี่ยม จำนวน 20 ชิ้น

31) ลูกบ๊อกซ์ยาว 6เหลี่ยม จำนวน 5 ชิ้น

32) ไขควงปากแบน (เล็ก) จำนวน 4 ชิ้น

33) ไขควงแฉก (เล็ก) จำนวน 2 ชิ้น

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

34) ไขควงปากแบน จำนวน 3 ชิ้น

35) ไขควงแฉก จำนวน 4 ชิ้น

5.11.6.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

5.12. เครื่องวิเคราะห์ฉนวนแรงดันสูง 1000 v สำหรับแบตเตอรี่ หรือแหล่งจ่ายของยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.12.1. เครื่องวิเคราะห์ฉนวนแรงดันสูง 1000 V สำหรับแบตเตอรี่หรือแหล่งจ่าย

5.12.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเกี่ยวกับการวัดอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

5.12.1.2. รายละเอียดเฉพาะทางเทคนิค

1) แสดงค่าแรงดันไฟสลับ (AC voltage) ของวงจรที่วัดด้วยตัวเลขกะพริบ
2) ระบบปรับตั้งศูนย์อัตโนมัติ เพื่อลดผลกระทบจากสายวัด ก่อนที่จะใช้วัดค่าความ
3) ต่อเนื่อง
4) สวิตช์ Trac-Lok ช่วยประหยัดแบตเตอรี่ในการวัดค่าฉนวนไฟฟ้าและการวัดความ
5) ต่อเนื่อง
6) มีเสียงเตือน หากวงจรที่วัดค่ายังมีแรงดันไฟฟ้าอยู่
7) ระบบคายประจุไฟฟ้าอัตโนมัติ จะคายประจุไฟฟ้าที่ค้างในวงจรที่วัดเมื่อปล่อยปุ่ม Test
8) มีไฟส่องสว่างสำหรับดูค่าในที่มืด
9) กระแสลัดวงจรในการวัดค่าความต่อเนื่องเท่ากับ 200mA ตามมาตรฐาน IEC 61557
10) กระแสต่ำสุดในการวัดค่าฉนวนไฟฟ้าเท่ากับ 1mA ตามมาตรฐาน IEC 61557
11) สามารถทดสอบแรงดันไฟฟ้า (DC) 500V/1000V หรือดีกว่า
12) มีย่านการวัดค่าความต้านทานฉนวน (ค่ากลางสเกล) 20MΩ/200MΩ/2000MΩ หรือดีกว่า
13) มีย่านการวัดค่าความต่อเนื่อง (ค่าสเกลกลาง) 20Ω/200Ω/2000Ω หรือดีกว่า
14) มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า (AC) 0~600 V AC
15) มีมาตรฐานความปลอดภัย IEC 61010-1 , CAT.3 300V Pollution degree 2, IEC 61010-031, IEC 61557-1/2/4, IEC 60529(IP54), IEC 61326-1(EMC)
16) ถุงมือป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000V, คลาส 0 จำนวนไม่น้อยกว่า 10 คู่

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

17) หมวกความปลอดภัยสำหรับช่างไฟฟ้า สามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 1,000V จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ใบ

18) แผ่นป้องกันหน้า สามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 1,000V จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชิ้น

19) แผ่นฉนวนทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 1,000V ขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 x 1,000 x 4 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 10 แผ่น

20) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.12.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

5.12.2. ชุดฝึกรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.12.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นรถรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ขับเครื่องด้วยระบบไฟฟ้า โดยสามารถชาร์ดไฟเข้าไปในแบตเตอร์รี่เพื่อเก็บไฟแล้วจ่ายพลังงานออกเพื่อขับเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า และมีอัตราการประหยัดพลังงานที่สามารถวิ่งได้มากกว่า 80 กม.ต่อการชาร์จเต็มหนึ่งครั้ง

5.12.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1) มีมอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 2000 W
2) ความเร็วในการขับเคลื่อนสูงสุดไม่น้อยกว่า 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
3) มีชุดแบตเตอร์รี่แบบลิเทียม Lithium หรือดีกว่า
4) มีชุดแบตเตอร์รี่ขนาด 70 โวลต์ กระแส 25 AH หรือดีกว่า
5) มีไฟส่องสว่างด้านหน้าและไฟเบรกเป็นแบบ LED
6) มีจอแสดงผลความเร็วติดตั้งมาพร้อมกับตัวรถ
7) มีระบบเบรกติดตั้งมาพร้อมกับตัวรถ

5.12.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

6. กำหนดการส่งมอบพัสดุ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมดภายในระยะเวลา 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

7. สถานที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุ ณ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ C4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ

8. วงเงินในการจัดซื้อ

งบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car) จำนวนเงิน 23,295,500 บาท (ยี่สิบสามล้านสองแสนเก้าหมื่นห้าพันห้าร้อยบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

ราคากลางในการจัดซื้อจัดจ้าง ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car) จำนวนเงิน 23,295,500 บาท (ยี่สิบสามล้านสองแสนเก้าหมื่นห้าพันห้าร้อยบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

9. การรับประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องของสิ่งของเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้อง ผู้เสนอราคาจะต้องซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน 30 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

10. เงื่อนไขการชำระเงิน

มหาวิทยาลัยฯ จะชำระเงินค่าสิ่งของให้แก่ผู้ขาย เมื่อมหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบสิ่งของไว้โดยครบถ้วนแล้ว และแบ่งชำระเป็น 3 งวด

งวดที่ 1 เมื่อผู้ขายส่งมอบครุภัณฑ์ ตามจำนวนรายละเอียดข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ครบตามจำนวน (ยังไม่ต้องติดตั้งและทดสอบการทำงาน) เป็นเงินร้อยละ 60 ของวงเงิน

งวดที่ 2 เมื่อผู้ขายส่งมอบครุภัณฑ์ ตามจำนวนรายละเอียดข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ครบตามจำนวน และติดตั้ง พร้อมทดสอบการทำงานให้สามารถทำงานได้ เป็นเงินร้อยละ 30 ของวงเงิน

งวดที่ 3 เมื่อผู้ขายส่งมอบครุภัณฑ์ทั้งหมดครบตามจำนวน และจัดฝึกอบรมเตรียมความพร้อม (Train the Trainer) ให้กับบุคลากรของคณะ และให้ได้รับการทดสอบและรับรองเพื่อทำหน้าที่วิทยากรฝึกอบรม (Certified Trainer) เป็นเงินร้อยละ 10 ของวงเงิน

11. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งขอภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัยฯ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

12. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

1. ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ จะพิจารณาตัดสินโดยในเกณฑ์ราคา **(ใช้ราคาต่ำสุด)**

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน

(ลงชื่อ) ..... ประธานกรรมการ

(รศ. อุเทน คำน่าน)

(ลงชื่อ) ..... กรรมการ

(นายสมาน ดาวเวียงกัน)

(ลงชื่อ) ..... กรรมการ

(ผศ. ว่าที่ร้อยโท ณัฐรัตน์ ปาณานนท์)

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง(ราคาอ้างอิง)

ในการจัดซื้อจัดจ้างที่มิใช่งานก่อสร้าง

1. ชื่อโครงการครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car)

หน่วยงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

2. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร 23,295,500 บาท (ยี่สิบสามล้านสองแสนเก้าหมื่นห้าพันห้าร้อยบาทถ้วน)

3. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) 19 มกราคม 2564

เป็นเงิน 23,295,500 บาท (ยี่สิบสามล้านสองแสนเก้าหมื่นห้าพันห้าร้อยบาทถ้วน)

ข้อ	รายการ	ราคากลาง/หน่วย	จำนวน	รวม (บาท)
1	**ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน**	**3,468,900**	**1 ชุด**	**3,468,900**
	1.1 ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน	3,428,900	1 ชุด	3,428,900
	1.2 คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล	30,000	1 ชุด	30,000
	1.3 เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED สีชนิด Network	10,000	1 ชุด	10,000
2	**ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า**	**4,486,900**	**1 ชุด**	**4,486,900**
	2.1 ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า	4,446,900	1 ชุด	4,446,900
	2.2 คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล	30,000	1 ชุด	30,000
	2.3 เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED สีชนิด Network	10,000	1 ชุด	10,000
3	**ชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศยานยนต์และระบบควบคุม**	**3,636,600**	**1 ชุด**	**3,636,600**
4	**ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริด**	**1,511,200**	**1 ชุด**	**1,511,200**
5	**ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์**	**2,303,700**	**1 ชุด**	**2,303,700**
	5.1 ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์	2,303,700	1 ชุด	2,203,700
	5.2 คอมพิวเตอร์แท็ปเล็ต	20,000	2 ชุด	40,000
	5.3 คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล	30,000	2 ชุด	60,000
6	**ชุดปฏิบัติการหาข้อบกพร่องของมอเตอร์และชุดขับเคลื่อนไฟฟ้า-เชิงกล(MOTOR DIAGNOSIS**	**2,459,200**	**1 ชุด**	**2,459,200**
7	**ชุดปฏิบัติการ CAN BUS แบบแยกโมดูล**	**1,039,400**	**1 ชุด**	**1,039,400**
	7.1 ชุดปฏิบัติการ CAN BUS แบบแยกโมดูล	999,400	1 ชุด	999,400
	7.2 คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล	30,000	1 ชุด	30,000
	7.3 เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED สีชนิด Network	10,000	1 ชุด	10,000
8	**ชุดปฏิบัติการระบบ E-mobility ในยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่และโปรแกรมควบคุม**	**1,625,200**	**1 ชุด**	**1,625,200**
9	**ชุดปฏิบัติการระบบประจุไฟฟ้าในยานยนต์และโปรแกรมควบคุม**	**1,027,600**	**1 ชุด**	**1,027,600**
	9.1 ชุดปฏิบัติการระบบประจุไฟฟ้าในยานยนต์และโปรแกรมควบคุม	997,600	1 ชุด	997,600
	9.2 คอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล	30,000	1 ชุด	30,000
10	**เครื่องวิเคราะห์สมรรถนะยานยนต์ไฮบริดและยานยนต์ไฟฟ้า**	**881,500**	**1 ชุด**	**881,500**
11	**เครื่องวิเคราะห์สมองกลและสัญญาณเซ็นเซอร์ในยานยนต์**	**665,800**	**1 ชุด**	**665,800**
12	**เครื่องวิเคราะห์ฉนวนแรงดันสูง 1000 v สำหรับแบตเตอรี่ หรือแหล่งจ่ายของยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า**	**189,500**	**1 ชุด**	**189,500**
	รวมเป็นเงิน			**23,295,500**

4.แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง)

4.1 บริษัท แอลดี ไดแด็คติค (ประเทศไทย) จำกัด

4.2 บริษัท โปรดัค แฟมิลี่ เทรดดิ้ง จำกัด

4.3 บริษัท เบต้า ไซเทค จำกัด (สำนักงานใหญ่)

5. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ทุกคน

5.1 รองศาสตราจารย์อุเทน คำน่าน

5.2 นายสมาน ดาวเวียงกัน

5.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยโทณัฐรัตน์ ปานานนท์