

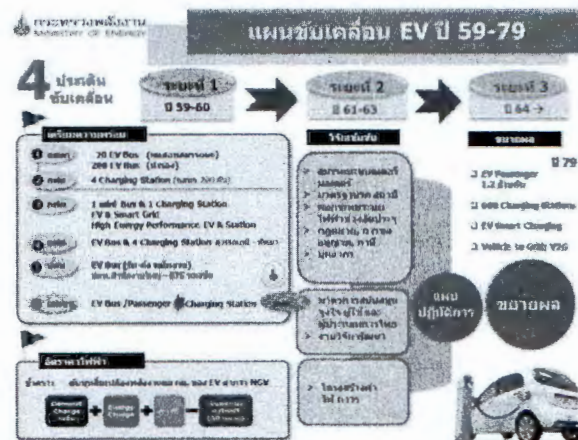
**ร่างขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)**  
**โครงการซื้อ ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (EV Car)**  
**ตำบลป่าป้อ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ชุด**  
**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา**

## 1. ความเป็นมา

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

ระยะที่ 1 ปี 2559-2560 เตรียมความพร้อมด้านกฎหมายการขออนุญาตและการสนับสนุนการวิจัย เรื่อง แบตเตอรี่ นำร่องกลุ่มรถโดยสารไฟฟ้าสาธารณะขององค์กรขนส่งมวลชนกรุงเทพ และนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าโดยมีการยกเว้นภาษีอากรนำเข้า รวมถึงเตรียมความพร้อมด้านสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยกรมการขนส่งทางบก ดำเนินการเสนอร่างประกาศ เรื่องกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อน ตามกฎหมายว่าด้วยยานยนต์ และแนวทางการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กอย่างปลอดภัย

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



รูปที่ 1 แผนการขับเคลื่อนการกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย  
 ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)

ระยะที่ 3 ปี 2564-2579 ขยายผลการศึกษาส่งเสริมไปยังยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และคาดหวังว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามาแทนที่รถน้ำมันได้อย่างเต็มรูปแบบตามแผนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1

การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการดำเนินการตามแผนขับเคลื่อนการกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาได้มีการจัดทำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (ต่อเนื่อง) หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2564 เพื่อผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติ

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

ด้านเทคโนโลยีในงานอุตสาหกรรมเพื่อรองรับความต้องการของตลาดแรงงาน และการแข่งขันของโลก โดยในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน การดำเนินการทางธุรกิจ ในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในหน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชน ดังนั้น หลักสูตรนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อตอบรับการขยายตัวอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพในการต่อยอด (First S-curve) ด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่โดยมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตในด้านงานออกแบบวิจัย และพัฒนาด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง และตอบสนองอุตสาหกรรมเป้าหมายที่มีศักยภาพจะเป็นปัจจัยขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (New – Growth Engine) ของประเทศ รวมถึงแผนการวิจัย และพัฒนายานยนต์พลังงานทางเลือกภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 13 และโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) อีกทั้งได้จัดทำการเรียนการสอนเป็นแบบโมดูล (Modules) ในรูปแบบการจัดฝึกอบรม

จากเหตุผลดังกล่าว ทางหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาครุภัณฑ์ ห้องปฏิบัติการระบบยานยนต์ (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 และจัดหาครุภัณฑ์การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการศาสตร์ 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 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของ

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



หน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

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

#### 4. คุณสมบัติเฉพาะ (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 และซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับการทดลองหรือแสดงผลผ่านหน้าจอของชุดประมวลผล

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

- 4.5 มีการรับประกันภายใต้การใช้งานปกติเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.6 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ
- 4.7 มีใบงานชุดทดลองเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ
- 4.8 มีเอกสารประกอบการอบรมเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ
- 4.9 ครูภัณฑ์สามารถใช้ทดสอบมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพสาขาวิชาชีพบริการยานยนต์ 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. ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับสัญญาณ   | จำนวน 1 ชุด |
| 6. ชุดปฏิบัติการหาข้อบกพร่องของมอเตอร์ และชุดขับเคลื่อนไฟฟ้า-เชิงกล (MOTOR DIAGNOSIS AND ELECTROMECHANICAL BRAKE/STEERING) | จำนวน 1 ชุด |
| 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. เครื่องวิเคราะห์สมรรถนะและสัญญาณเซ็นเซอร์ในยานยนต์   | จำนวน 1 ชุด |
| 12. เครื่องวิเคราะห์ฉนวนแรงดันสูง 1000 v สำหรับแบตเตอรี่ หรือแหล่งจ่ายของยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า                     | จำนวน 1 ชุด |

มีรายละเอียดดังนี้

5.1. ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.1.1. ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่รถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.1.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบจัดการแบตเตอรี่ที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้าในชุดทดลองประกอบด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LifePo4) พร้อมกับระบบจัดการและป้องกัน ผู้เรียนสามารถวัดค่าความต้านทานและค่าความจุของแบตเตอรี่ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ ไม่น้อยกว่าดังนี้

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



- 1) การวัดความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ (Battery internal resistance measurement experiment)
- 2) การวัดความจุของแบตเตอรี่ (Battery capacity measurement experiment)
- 3) กราฟพื้นฐานการคายประจุ (Discharge Curve) พลังงานของแบตเตอรี่ (The basic discharge curve drawing of the battery)
- 4) การวิเคราะห์กราฟการคายประจุพลังงานที่แตกต่างกัน (Analysis of different power discharge curves)
- 5) การทดลองการคายประจุพลังงานของแบตเตอรี่ (Analysis of different power discharge curves)
- 6) การทดลองการคายประจุกระแสคงที่ (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
  - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LiFePO<sub>4</sub>)
  - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3V, 8AH
- 2) ฝาครอบด้านบนของชุดแบตเตอรี่เพื่อป้องกัน ทำจากวัสดุโปร่งแสงขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. และง่ายต่อการสังเกต
- 3) มีอุปกรณ์ป้องกันแบตเตอรี่ ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถทดลองเชื่อมต่อได้
- 4) มีสวิตช์ป้องกันแบตเตอรี่แบบฉุกเฉิน
- 5) อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่
  - พิกัด ไม่น้อยกว่า 60V, 4A พร้อมฟังก์ชันการรับรู้การชาร์จอัตโนมัติ
  - มีหน้าจอแสดงผลสถานะการชาร์จ LED
  - สามารถใช้ชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมได้

- 6) เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิแบตเตอรี่ จำนวน 4 กลุ่ม
  - ติดตั้งไว้ด้านบนของแบตเตอรี่
- 7) มีอุปกรณ์จัดการแบตเตอรี่แบบ BMS
- 8) อุปกรณ์มอนิเตอร์การชาร์จและควบคุม
  - แรงดันพิกัดการใช้งานช่วงไม่น้อยกว่า 4-50V กระแสพิกัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 20A
  - มีระบบควบคุมการชาร์จและดิสชาร์จ
- 9) มีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แบบแรงดันสูง
- 10) มอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน
  - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 50V หรือดีกว่า
  - พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 400W หรือดีกว่า
  - ความเร็วพิกัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 2500 รอบต่อนาที
- 11) มีคันเร่งสำหรับควบคุมมอเตอร์
- 12) มีสวิตช์ฉุกเฉิน 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, ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
  - 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 reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1 mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า



- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  โดยมีค่าความแม่นยำ  $0.2\%$  of reading ในย่านวัดต่ำสุด หรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่  $100mV$ - $1000V$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01mV$  โดยมีค่าความแม่นยำ  $1.5\%$  of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่  $1mA$ - $10A$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.1mA$  โดยมีค่าความแม่นยำ  $1.2\%$  of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก  $100Hz$  –  $10MHz$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01Hz$
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

21) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.1.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.1.2. ชุดปฏิบัติการการจัดการพลังงาน

จำนวน 1 ชุด

##### 5.1.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์แบบชาร์จเร็วและแบบชาร์จช้า ฯลฯ เพื่อแสดงโครงสร้างและกระบวนการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

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

- 1) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (To understand the structure and main components of electric car super capacitor system)
- 2) ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (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) ตัวเก็บประจุซูเปอร์คาปาซิเตอร์ (Super Capacitor) : ไม่น้อยกว่า 1000000 MFD, 25VDC
- 2) มอเตอร์กระแสตรง (DC Reduction motor) : DC24V, ไม่น้อยกว่า 200 รอบต่อนาที
- 3) มอเตอร์กระแสตรง (Brush DC motor) : DC24V, ไม่น้อยกว่า 6000 รอบต่อนาที
- 4) DC แอมป์มิเตอร์
- 5) การชาร์จเร็ว
- 6) การชาร์จช้า
- 7) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
- 8) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
- 9) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม 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, ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
  - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V, มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
  - เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าหรือมาตรฐานการผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
  - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า



- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  โดยมีค่าความแม่นยำ  $0.2\%$  of reading ในย่านวัดต่ำสุด หรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่  $100mV$ - $1000V$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01mV$  โดยมีค่าความแม่นยำ  $1.5\%$  of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่  $1mA$ - $10A$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า  $0.1mA$  โดยมีค่าความแม่นยำ  $1.2\%$  of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก  $100Hz$  –  $10MHz$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า  $0.01Hz$
  - วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสาร แค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
  - มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
- 12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.1.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.1.3. ชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าชนิด SUV

จำนวน 1 ชุด

##### 5.1.3.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าชนิด SUV เป็นชุดที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบเบรก, ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเอง เมื่อระบบเกิดปัญหา พร้อมไฟแสดงสถานะ, ระบบเครื่องยนต์ เครื่องปรับอากาศ ระบบบังคับเลี้ยวควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า, ระบบเกียร์, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง ระบบกระพริบมองข้างปรับพับไฟฟ้า, ประตูไฟฟ้า เซ็นทรัลล็อก, ระบบเสียงและวิทยุ เป็นชุดที่สามารถขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอด้วยหนังสังเคราะห์หรือผ้าสังเคราะห์ มีเบรกมือตรงรุ่น เพื่อทดสอบสัญญาณจอด เป็นชุดระบบยานยนต์ที่ถูกผลิตใหม่ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

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

### 5.1.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) PM Synchronous Motor มอเตอร์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 140 แรงม้า แรงบิดไม่น้อยกว่า 340 นิวตันเมตร แบตเตอรี่ Lithium-ion
- 2) ขับเคลื่อนล้อหน้า
- 3) มีแบตเตอรี่ Lithium-ion จำนวน 3 แผง หัวชาร์จแบบ Type-II ใช้เวลาไม่เกิน 7 ชม. สำหรับการชาร์จ 0 – 100 % และหัวชาร์จแบบ Quick Charge ใช้เวลาไม่เกิน 50 นาที ที่ระดับแบตเตอรี่ 0 - 80% หรือ ดีกว่า
- 4) ระบบเบรกแบบ ABS (พร้อมระบบกระจายแรงเบรก , ระบบเสริมแรงเบรก ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ )
- 5) มีถุงลมนิรภัย (Air Bags) คู่หน้า + ด้านข้าง, ม่านนิรภัย
- 6) มีระบบกระจกไฟฟ้า
- 7) อุปกรณ์มาตรฐานความปลอดภัย
  - ระบบควบคุมการทรงตัวอัตโนมัติ (ระบบป้องกันล้อหมุนฟรีและควบคุมการลื่นไถล)
  - ระบบกระจายแรงเบรก
  - ตัวถังนิรภัย
  - เข็มขัดนิรภัย
  - มีระบบตรวจสอบความผิดปกติของลมยาง
  - มีระบบสั่งการด้วยเสียง
  - มีกล้อง
- 8) อุปกรณ์มาตรฐานความสะดวกสบาย
  - Cruise Control
  - มีกระจกมองข้างปรับไฟฟ้า
  - ระบบพวงมาลัยพาวเวอร์
  - ระบบแอร์ (แบบดิจิตอล)
  - ระบบพวงมาลัยมัลติฟังก์ชั่น
  - ปุ่มควบคุมเครื่องเสียงบนพวงมาลัย
  - มีระบบสั่งการด้วยเสียงภายในรถ และระบบสั่งการผ่านสมาร์ตโฟน ค้นหาตำแหน่งสตาร์ท เปิดระบบปรับอากาศ
- 9) ชุดชาร์จแบตเตอรี่รถยนต์ EV
  - มีหัวชาร์จชนิด Type II หรือ Quick Charge
  - มีระบบชาร์จแบบด่วนที่ 0-80% (Quick Charge) ที่ระยะเวลาไม่เกิน 50 นาทีหรือใช้น้อยกว่า
  - มีชุดป้องกันไฟฟ้าเกินหรือป้องกันอุปกรณ์ชาร์จหรือดีกว่า
  - มีมาตรฐาน IP67 ซึ่งเป็นมาตรฐานในการป้องกันน้ำ และฝุ่น หรือดีกว่า
  - ต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวรถ หรือได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์นั้น ๆ
- 10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

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



### 5.1.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 5.1.4. เครื่องตั้งศูนย์ 3D

จำนวน 1 ชุด

#### 5.1.4.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์การวัดที่ ออกแบบมาสำหรับรถยนต์ มาพร้อมกับกล้องระดับอุตสาหกรรม 2 ตัว เลนส์ออปติคอลฟูลเฟรม ไม่น้อยกว่า 20 มม. ความละเอียดไม่น้อยกว่า 5 MP เครื่องสามารถวัดได้ที่มีความสูงต่างกันใช้ได้พอดีกับลิฟท์เอ็กซ์ และสามารถทำงานจากกล้องถึงแท่นหมุนกลางระยะตั้งแต่ 1600 มม. ถึง 2500 มม. และมีโปรแกรมตั้งศูนย์ล้อรถยนต์ 4 ล้อ แสดงผลแบบ 3 มิติ

- 1) ชดเชยการหมุนของล้อ
- 2) หน้าจอใช้งานมือเดียวได้ตามหลักการออกแบบให้ใช้งานอย่างปลอดภัยและสะดวกสบาย
- 3) ใช้งานได้อย่างหลากหลาย
- 4) ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าบนล้อ
- 5) ใช้งานอย่างต่อเนื่องและแม่นยำ
- 6) วัดแกนมุมโท แคมเบอร์และมุมทรีสท์หน้าและหลังได้อย่างรวดเร็ว
- 7) มีฟังก์ชันถ่ายทอดมุมเคสเตอร์
- 8) มีการแสดงผลของ Navigation bar

#### 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 หรือดีกว่า ดังนี้

- เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ 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
- 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) ขาจับกระโถลจับได้ไม่น้อยกว่า 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) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้



#### 5.1.5. ลิฟต์เอ็กซ์สำหรับเครื่องตั้งศูนย์ล้อ

จำนวน 1 ชุด

##### 5.1.5.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ยกรถยนต์แบบลิฟต์เอ็กซ์สำหรับตั้งศูนย์ล้อ

##### 5.1.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ดับลูกปืนมีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง ความยืดหยุ่นของรางเลื่อนเป็นพิเศษสำหรับการตั้งศูนย์ล้อ
- 2) แม่แรงยืดออกได้
- 3) แท่นหมุนเสริมสามารถวางตำแหน่งต่าง ๆ ได้ เพื่อให้เหมาะกับรถอื่น ๆ ในท้องตลาด
- 4) ตัวหยุดการเลื่อนใช้วัสดุที่ทนต่อการสึกหรอได้สูงแบบ ไม่ใช้น้ำมัน
- 5) มีเสียงเตือนเมื่อเครื่องเลื่อนลง
- 6) ปุ่มปล่อยลม
- 7) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

##### ข้อมูลจำเพาะ

- รับน้ำหนักรถได้ไม่น้อยกว่า 4500 กิโลกรัม
- ยกได้สูงที่สุด ไม่น้อยกว่า 2100 มิลลิเมตร
- มีลิฟท์ยกรถชั้นที่สอง ความสูงของชั้นที่สองสูงสุด ไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร
- ความสูงต่ำสุด ไม่เกินกว่า 330 มิลลิเมตร
- เวลาที่ใช้ในการยกขึ้นจากต่ำสุดจนถึงจุดสูงสุด ไม่เกินกว่า 60 วินาที
- เวลาที่ใช้ในการลงจากจุดสูงสุดถึงต่ำสุด ไม่เกินกว่า 60 วินาที
- กำลังไฟฟ้า 220v/380v
- กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 2.2kw

##### 5.1.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้
- 3) ผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดครุภัณฑ์ให้มีความพร้อมในการใช้งานได้อย่างปลอดภัย สามารถใช้งานได้สะดวก พร้อมการกันพื้นที่การใช้งานครุภัณฑ์อย่างเป็นสัดส่วน และเก็บรักษาครุภัณฑ์ได้อย่างปลอดภัย

#### 5.2 ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

##### 5.2.1. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้าและระบบควบคุมรถยนต์ไฟฟ้า

##### 5.2.1.1. รายละเอียดทั่วไป

ปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฟฟ้า เป็นชุดที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเรียนรู้ เกี่ยวกับระบบเบรก, ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิด

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

ปัญหาพร้อมไฟแสดงสถานะ, ระบบเครื่องยนต์ เครื่องปรับอากาศ ระบบบังคับเลี้ยวควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า, ระบบเกียร์, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง ระบบกระจกมองข้างปรับไฟฟ้า, ประตูไฟฟ้า เซ็นทรัลล็อก, ระบบเสียง และวิทยุ เป็นชุดที่สามารถขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะนั่งหุ้มด้วยหนังสังเคราะห์หรือผ้าสังเคราะห์ ไม่น้อยกว่า 2 ที่นั่ง มีเบรกมือประกอบได้ชุดจากผู้ผลิตสำหรับการทดสอบสัญญาณจอด สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และเป็นการประกอบชุดครุภัณฑ์จากผู้ผลิต

#### 5.2.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) เป็นชุดฝึกที่มีระบบขับเคลื่อนพลังงานไฟฟ้า ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 39 kWh
- 2) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า ไฟสองเรือนไมล์ ไฟหรี ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมา กับชุดฝึกตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 3) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญาณเบรก ไฟหรี ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
- 4) มีชุดอำนวยความสะดวกแบบประตูไฟฟ้า พร้อมสวิตช์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างปรับไฟฟ้า ตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
- 5) มีระบบไฟส่องสว่างเพดาน ตรงตามรุ่น
- 6) มีระบบวิเคราะห์อาการเสียของระบบด้วยตนเองแสดงผลผ่านจอแสดงผล ตรงตามรุ่นของชุดฝึกที่นำเสนอ
- 7) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
- 8) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปิดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
- 9) มีสวิตช์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตช์สัญญาณยกเลี้ยว สวิตช์สัญญาณไฟสูงสัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิตช์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปิดน้ำฝน
- 10) มีชุดสั่งการระบบขับเคลื่อนพร้อมพวงมาลัยบังคับเลี้ยวติดตั้งกับชุดฝึกอย่างเรียบร้อยสวยงามตรงตามรุ่น
- 11) มีระบบบังคับเลี้ยวแบบประกอบเข้ากับชุดเลี้ยวและพวงมาลัยอย่างสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
- 12) มีด้ามเบรกมือเพื่อทดสอบสัญญาณจอด
- 13) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งและแป้นเบรกสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
- 14) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวตรงตามรุ่น ติดตั้งกับชุดฝึกเพื่อวิเคราะห์ระบบและขับเคลื่อน
- 15) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม สวิตช์ปรับระดับความเย็นและลม
- 16) มีระบบอำนวยความสะดวกวิทยุและเสียง
- 17) มีระบบเซ็นทรัลล็อกพร้อมชุดสวิตช์ควบคุม จำนวน 1 คู่ สามารถใช้งานได้ปกติ
- 18) หน้าปัดเรือนไมล์ประกอบด้วย เกจความเร็ว เกจวัดรอบ เกจแสดงพลังงานแบตเตอรี่
- 19) มีระบบใช้คหน้าไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 20) มีชุดขับเคลื่อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์และสามารถขับเคลื่อนด้วยวิธีปกติได้
- 21) มีชุดฝาปิดเครื่องยนต์พร้อมระบบล็อกป้องกันการสูญหาย
- 22) มีดิสก์เบรกพร้อมคาลิปเปอร์หน้าติดตั้งอยู่กับชุดคอป์หน้าเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเบรกและเครื่องล่าง
- 23) แบตเตอรี่เป็นแบบไอออนลิเทียม แรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 360 โวลต์เพื่อขับเคลื่อนและอำนวยความสะดวกของระบบไฟฟ้ายานยนต์
- 24) กำลังผลิตไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 24.0 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

ลงชื่อ .....

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ

ลงชื่อ .....

กรรมการ



- 25) กำลังในการชาร์จแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 3.6 กิโลวัตต์/ชั่วโมง
- 26) มีอุปกรณ์การชาร์จ สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ตรงตามรุ่น
- 27) มีระบบเบรก ABS เพื่อเรียนรู้ระบบช่วยเบรก
- 28) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเพิ่มขีดนิรภัยคู่หน้าได้อย่างสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 29) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบ ถ่วงมนิรภัยที่ถูกติดตั้งมากับระบบพวงมาลัยบังคับเลี้ยว ไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 30) ชุดฝึกมีทั้งฟิวส์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เครื่องยนต์และไฟฟ้าอำนวยความสะดวกครบตรงตามรุ่นของ เครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 31) ชุดฝึกมีการเดินวงจรไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วพร้อมใช้งานได้ทันที
- 32) ชุดฝึกสามารถขับเคลื่อนได้พร้อมล้อทั้งสี่ล้อขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว เพื่อทดสอบระบบ ช่วงล่างและเบรก สามารถทำความเร็วขณะวิ่งทดสอบบนถนนไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงได้
- 33) ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
- 34) ระบบเบรกหน้าแบบดิสก์เบรกพร้อมตัวจับคาลิปเปอร์ ส่วนเบรกหลังแบบดรัมเบรกหรือดีกว่าสามารถ ใช้งานสัมพันธ์กับระบบเครื่องล่างอย่างมีประสิทธิภาพ
- 35) มีระบบอำนวยความสะดวกประตูไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 บาน เพื่อเรียนรู้และแก้ไขระบบ ไฟฟ้า
- 36) ชุดฝึกมีระบบการขับเคลื่อนแบบประหยัดพลังงาน (eco drive indicator)
- 37) มีระบบอัจฉริยะสามารถสื่อสารระหว่างระบบควบคุม ECU กับสมาร์ทโฟนและ คอมพิวเตอร์ได้
- 38) มีระบบประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge)
- 39) มีระบบแสดงภาพขณะทดสอบสัญญาณถอย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 40) มีระบบตรวจสอบความดันของล้อยาง
- 41) มีระบบ Vehicle Dynamic Control ตรงตามรุ่นที่นำเสนอ
- 42) มีระบบพอร์ตชาร์จประจุไฟฟ้าติดตั้งมาตรฐาน
- 43) มีระบบระบายความร้อนของระบบขับเคลื่อนตรงตามรุ่น
- 44) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.2.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่าย การฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.2.2. ชุดปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

##### 5.2.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการควบคุม มอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า มีอุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง มีชุดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 24VDC, 200W และมีความเร็วรอบในช่วงไม่น้อยกว่า 0 ถึง 2500 รอบต่อนาที ชุดแป้นคันเร่ง จุดต่อแรงดันไฟฟ้า พร้อมวงจรพิมพ์หรือ

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

สกรีนไว้บนแผงโมดูลซึ่งสามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย 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
  - มีจอแสดงผลค่าพารามิเตอร์แบบดิจิทัล
- 4) มีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แบบแรงดันสูง (High-voltage)
- 5) มอเตอร์แรงดันสูง
  - ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 24 VDC, 200W
  - ความเร็วพิกัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 2500 รอบต่อนาที
- 6) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรการทดลองอย่างชัดเจน
- 7) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
- 8) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

11) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.2.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.2.3. เครื่องวัดและทดสอบแรงม้า

จำนวน 1 ชุด

##### 5.2.3.1. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องวัดประสิทธิภาพยานพาหนะใช้วัดสมรรถนะรถยนต์ ใช้วัดแรงบิดแรงม้าของรถยนต์เป็นระบบชุดโทรศัพท์มิเตอร์แบบไดนามิกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นแบบชนิดลูกกลิ้งชนิดกลมที่มีความแม่นยำสูงขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว มีความสามารถในการวัดได้ไม่น้อยกว่า 1,900 แรงม้าสามารถติดตั้งแบบฝังพื้นหรือดีกว่า พร้อมระบบลิฟต์สี่เสา

##### 5.2.3.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) การทำงานของเครื่องวัดและทดสอบแรงม้า การปรับแต่งประสิทธิภาพรถยนต์ทั่วไป
- 2) การประเมินประสิทธิภาพรถยนต์ของแต่ละรุ่น

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

- 3) การวิเคราะห์แรงบิดของรถยนต์
- 4) การตรวจสอบมาตรวัดความเร็วของรถยนต์
- 5) สามารถทำการทดสอบปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
- 6) รายละเอียดเครื่องยนต์และทดสอบแรงม้า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้หรือดีกว่า
- 7) สามารถวัดกำลังได้ไม่น้อยกว่า 1,900 HP/TORQUE
- 8) น้ำหนักสูงสุด (Maximum axle weight) ไม่น้อยกว่า 1,300 kg
- 9) ความเร็วการทดสอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 250 Kph
- 10) มีชุดควบคุมการเบรกด้วยระบบลม (AIR ACTUATED BRAKE SYSTEM)
- 11) มีเซ็นเซอร์วัดความเร็วไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 12) ใช้ไฟฟ้า 220V เฟสเดียว หรือ 380V หรือดีกว่า
- 13) 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
    - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ 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

- ทัวไป (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) สามารถทำการอัปเดตซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติและแบบแมนนวลได้
- หน้าต่าง Home สามารถเปิดไฟล์และบันทึกไฟล์ที่ทำการทดสอบได้ มีฟังก์ชันแก้ไข 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 สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Pounds-Force, Newtons
- Power สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Horsepower, Kilowatts, Pferdestarke
- Torque สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Foot-Pounds, Newton-Meters, Kilogram-Meters
- Temp สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Fahrenheit, Celsius
- Pressure สามารถปรับตั้งค่าหน่วยเป็น Atmospheres, 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
  - เมนูฟังก์ชันแสดงผลวิเคราะห์รูปแบบตัวเลขและกราฟ 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
  - แสดงค่าอุณหภูมิห้องเผาไหม้และองศาเซลเซียสได้
  - มีปุ่มแสดงสถานะของเซ็นเซอร์เมื่อพร้อมสำหรับการใช้งานสามารถกำหนดค่าสีแสดงสถานะได้ไม่น้อยกว่า 5 สี (น้ำเงิน, เขียว, แดง, ส้ม, เหลือง เป็นต้น)

17) ชุดโปรแกรมประมวลผลสำหรับปรับแต่งค่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์เป็นโปรแกรมที่ถูกต้องตามกฎหมาย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- มีกล่องควบคุมสมองกลประกอบด้วยตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายตัวเป็น Technology ตัวใหม่ล่าสุด เช่น ตัวต้านทาน, ตัว Mosfet ขนาดเล็ก
- 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)
  - Throttle (%)
  - Load 1 (mV)
  - Load 2 (mV)
  - V-Load (%)



- ECT (C)
- IAT (C)
- Fan Duty (%)
- Injection (ms.)
- INJ Compen (FAC)
- Fuel Trim (%)
- INJ Timing (Dgs.)
- Ignition Out (Dgs.)
- Cold START
- Fuel Pump
- VTEC Stats
- Missfire
- TPS Raw (%)
- หน้าต่างแสดงผล Trigger1 แสดงรายละเอียดดังนี้
  - Trigger Setting
  - Crank/Cam Setting
  - Firing Oder Setting
- หน้าต่างแสดงผล Trigger 2 แสดงรายละเอียดดังนี้
  - Main Axis Fuel and ignition
  - Trim Axis#1
  - Trim Axis#2
- หน้าต่างแสดงผล TPS Setting แสดงรายละเอียดดังนี้
  - TPS Min Max Setting
  - TPS Idle Wot setting

18) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.2.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้
- 3) ผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดครุภัณฑ์ให้มีความพร้อมในการใช้งานได้อย่างปลอดภัย สามารถใช้งานได้สะดวก พร้อมการกันพื้นที่การใช้งานครุภัณฑ์อย่างเป็นสัดส่วน และเก็บรักษาครุภัณฑ์ได้อย่างปลอดภัย

#### 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 ในช่วงไม่น้อยกว่า 40 – 400 V DC
- 4) มีกระแสไฟฟ้าเอาต์พุต DC ไม่น้อยกว่า 100 A
- 5) สามารถรองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ 3G , LAN: 10/100 Base-T Ethernet หรือดีกว่า
- 6) มีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรไม่เกิน 15 kA
- 7) มีจอทัชสกรีนในการแสดงผลแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 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 ประกอบด้วย

จำนวน 1 ชุด

#### 5.3.1. ชุดปฏิบัติการระบบปรับอากาศยานยนต์และระบบควบคุม

จำนวน 1 ชุด

##### 5.3.1.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองถูกออกแบบมาเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับชุดระบบปรับอากาศในรถยนต์ โดยสามารถแสดงให้เห็นโครงสร้างหรือกระบวนการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยมีอุปกรณ์จริงของระบบปรับอากาศในรถยนต์ติดตั้งมาให้ เช่น คอนเดนเซอร์, คอมเพรสเซอร์, พัดลมระบายความร้อน พร้อมวงจรพิมพ์หรือสกินไว้นบนแผงโมดูล เพื่อง่ายต่อการศึกษารับรู้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย 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) เพื่อฝึกการตรวจจบบริการรั่วไหลของสารทำความเย็น (Refrigerant leakage detection training)
- 5) เพื่อศึกษาวงจรไฟฟ้าหลักของระบบปรับอากาศ (Understanding for the main

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



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) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสแตนเลสหรืออลูมิเนียม พื้นมีล้อสามารถล็อกได้
- 6) ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 900 มม. x 1500 มม. x 1700 มม.
- 7) ชุดทดลองมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 150 กิโลกรัม
- 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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 reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100  $\Omega$  ถึง 100M $\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01 $\Omega$  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
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อก อย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.3.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 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 สมองกลสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหาพร้อมไฟแสดงสถานะผ่านจอไมล์, ระบบเครื่องยนต์ เครื่องปรับอากาศ ระบบบังคับเลี้ยว, ระบบเกียร์อัตโนมัติ, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง, ประตูล็อค, เซ็นทรัลล๊อค, ระบบเสียงและวิทยุ, ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เป็นชุดที่สามารถขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่น่าเสนอ พร้อมปลั๊กวิเคราะห์ปัญหา OBD II พร้อมจุดทดสอบและความต้านทานแรงดันไฟฟ้าของ ECU

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



### 5.3.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ชุดทดลองระบบขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไฮบริดจ์ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรวมเอาเทคโนโลยีขั้นสูงของงานด้าน วิศวกรรมยานยนต์ เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ของยานยนต์แก๊สโซลีน ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยระบบควบคุมเครื่องยนต์ ระบบไฮบริด ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์
- 2) เป็นรถยนต์ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ไฮบริด ขนาด 4 สูบ ความจุไม่น้อยกว่า 1,700 ซีซี
- 3) มีชุดพอร์ท OBD II สำหรับวิเคราะห์สัญญาณของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
- 4) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า/หลัง ไฟส่องเรือนไมล์ ไฟหรี ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมากับชุดฝึก ตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 5) เป็นเครื่องยนต์ระบบจ่ายน้ำมันแบบ หัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ EFI
- 6) มีระบบเกียร์อัตโนมัติแบบ E-CVT
- 7) อัตราการสิ้นเปลืองขณะเครื่องยนต์ทำงานไม่น้อยกว่า 20 กม./ลิตร หรือดีกว่า
- 8) มีระบบแปลงพลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์มาประจุยังแบตเตอรี่ไฮบริดจ์
- 9) เครื่องยนต์ทำงานแบบพลูไฮบริดจ์
- 10) มีระบบขับเคลื่อนขณะรอบต่ำแบบมอเตอร์ซิงค์โครนัสแบบแม่เหล็กถาวร
- 11) มอเตอร์รองรับแรงดันไฟฟ้าไม่เกินกว่า 600 โวลต์
- 12) แบตเตอรี่ชนิดนิเกิลเมทัลไฮดรไร ถูกติดตั้งบนโครงสร้าง chassis ที่แข็งแรง
- 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) มีระบบแจ้งเตือนเมื่อความดันลมยางผิดปกติ (Tire Pressure Monitoring System)
- 18) มีระบบช่วยเตือนมุมอับสายตาที่กระจกมองข้าง
- 19) มีระบบ ABS
- 20) มีระบบ TRC
- 21) มีระบบ VSC
- 22) มีชุดระบบไฟเตือนดังนี้ ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญาณเบรก ไฟหรี ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึกจากผู้ผลิต
- 23) มีชุดอำนวยความสะดวก กระจกประตูขึ้นหรือลงด้วยไฟฟ้า พร้อมสวิตช์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างปรับไฟฟ้าตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
- 24) มีระบบไฟส่องสว่างในห้องโดยสาร ตรงตามรุ่น
- 25) มีระบบสัญญาณแดรพร้อมใช้งาน
- 26) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปิดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
- 27) มีสวิตซ์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตซ์สัญญาณไฟเลี้ยว สวิตซ์สัญญาณไฟสูง สัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแดร สวิตซ์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปิดน้ำฝน
- 28) มีชุดคันเกียร์ถูกติดตั้งมาพร้อมกับชุดทดลอง สามารถเข้าเกียร์ เดินหน้า ถอยหลังเพื่อ

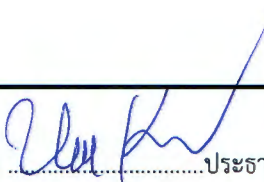
ขับเคลื่อนชุดฝึก และเข้าเกียร์ว่างได้

- 29) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งและแป้นเบรกสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
- 30) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวติดตั้งกับชุดทดลอง
- 31) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการส่งจ่ายลม สวิตช์ปรับแบบแยกทิศทาง
- 32) มีระบบเซ็นทรัลล็อกพร้อมชุดสวิตช์ควบคุม สามารถใช้งานได้ปกติ
- 33) หน้าปัดเรือนไมล์แสดงการทำงานของชุดฝึก
- 34) มีระบบกรองอากาศครบตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 35) มีระบบใช้คหน้า ไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 36) มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ พร้อมพัดลมไฟฟ้าตรงตามรุ่น สภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานและทำงานตามอุณหภูมิของเครื่องยนต์
- 37) มีถังน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า 20 ลิตร พร้อมติดตั้งปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงและถูกหล่อไว้ในตัว อยู่ในสภาพสมบูรณ์
- 38) มีเข็มวัดนิรภัยคู้หน้าและหลังใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 39) มีจุดลมนิรภัยที่ถูกติดตั้งมากับระบบพวงมาลัยบังคับเลี้ยวไม่น้อยกว่า 1 จุดและจุดอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 2 จุด
- 40) มอเตอร์ไฟฟ้าให้กำลังไม่น้อยกว่า 53 kW
- 41) มีโหมดการใช้งานแบบ EV MODE
- 42) มีโหมดการใช้งานแบบ SPORT MODE
- 43) มีโหมดการใช้งานแบบ ECO MODE
- 44) มีระบบสตาร์ทเครื่องยนต์แบบ PUSH START
- 45) มีระบบส่งการผ่านจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
- 46) มีระบบสัญญาณเตือนกันขโมย
- 47) มีระบบเปิดประตูอัจฉริยะ (Smart Entry)
- 48) อุปกรณ์มาตรฐานต่าง ๆ ครบตามมาตรฐานผู้ผลิต พร้อมเงื่อนไขบริการต่างๆ ที่ผู้ผลิตจัดขึ้น ณ เวลานั้น ๆ
- 49) สามารถติดเครื่องยนต์ด้วยวิธีปกติและขับเคลื่อนได้ทั้งระบบมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์
- 50) สภาพของระบบอำนวยความสะดวกด้านระบบปรับอากาศ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ต้องตรงตามรุ่นและยี่ห้อที่นำเสนอ
- 51) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.3.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ


- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี จากผู้ผลิต
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

ลงชื่อ



ประธานกรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ



#### 5.4. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริด ประกอบด้วย

จำนวน 1 ชุด

##### 5.4.1. ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม

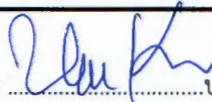
##### 5.4.1.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการสาธิตยานยนต์ไฮบริดและระบบควบคุมยานยนต์ไฮบริดแบบอนุกรม เป็นระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า มีชุดเครื่องยนต์เพื่อใช้สร้างกระแสไฟฟ้าโดยไม่ต้องทำการชาร์ตจากภายนอก แบบแก๊สโซลีน ชนิดไม่น้อยกว่า 3 สูบ 4 จังหวะขนาดความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 1,000 ซีซี ระบายความร้อนด้วยน้ำ ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์สมองกล สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหาพร้อมไฟแสดงสถานะผ่านจอโมล์, ระบบเครื่องยนต์, เครื่องปรับอากาศ, ระบบบังคับเลี้ยว, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง, ประตูปower เซ็นทรัลล็อก, ระบบเสียง, ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เป็นชุดที่สามารถ ขับเคลื่อนได้ เรียนรู้การทำงานของระบบเครื่องยนต์ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอ พร้อมปลั๊กวิเคราะห์ปัญหา OBD II พร้อมจุดทดสอบและความต้านทานแรงดันไฟฟ้าของ ECU เป็นต้นไป

##### 5.4.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ชุดฝึกยานยนต์ EV ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรวมเอาเทคโนโลยีขั้นสูงของงานด้าน วิศวกรรมยานยนต์ เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ของยานยนต์ EV ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่ง ประกอบด้วยระบบควบคุมเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2) ใช้ระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนสำหรับสร้างกระแสไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ ขนาดไม่น้อยกว่า 3 สูบ ความจุไม่น้อยกว่า 1,000 ซีซี
- 3) มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นชนิดซิงโครนัส (Synchronous Motor)
- 4) มีปุ่มปรับเปลี่ยนรูปแบบการขับขี่ด้วยระบบไฟฟ้า (EV Mode Switch)
- 5) มีจอแสดงผลข้อมูลการทำงานแบบ TFT หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
- 6) มีชุดพอร์ท OBD II สำหรับวิเคราะห์สัญญาณของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
- 7) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า ไฟหรี ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมากับชุดฝึก ตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 8) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญาณเบรก ไฟหรี ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
- 9) มีประตูและกระจกไฟฟ้า พร้อมสวิตช์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างปรับไฟฟ้า ตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
- 10) มีระบบไฟส่องสว่างเพดาน ตรงตามรุ่น
- 11) มีระบบวิเคราะห์อาการเสียของระบบด้วยตนเองแสดงผลผ่านจอโมล์ ตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 12) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
- 13) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปิดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
- 14) มีสวิตช์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิตช์สัญญาณยกเลี้ยว สวิตช์สัญญาณไฟสูง สัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิตช์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปิดน้ำฝน

ลงชื่อ .....



ประธานกรรมการ

ลงชื่อ .....



กรรมการ

ลงชื่อ .....



กรรมการ

- 15) มีชุดสตาร์ทเครื่องยนต์พร้อมพวงมาลัยบังคับเลี้ยวติดตั้งกับชุดฝึกอย่างเรียบร้อยสวยงาม
- 16) มีระบบบังคับเลี้ยวแบบไฟฟ้าสั่งการผ่านกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
- 17) มีเบรกมือเพื่อทดสอบสัญญาณจอด หรือ เบรก ABS
- 18) มีชุดคันเกียร์ถูกติดตั้งมาพร้อมกับชุดฝึกสามารถเข้าเกียร์ เดินหน้า ถอยหลัง เกียร์ว่างได้
- 19) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งและแป้นเบรกสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
- 20) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวติดตั้งกับชุดฝึก
- 21) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม มีชุดปรับระดับความเย็นและลม
- 22) มีแผงคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น เอ็กแฟนชั่นวาล์ว พร้อมประจุน้ำยาภายในระบบ R134a ขับเคลื่อนระบบด้วยคอมเพรสเซอร์ ให้สามารถใช้งานได้
- 23) มีระบบอำนวยความสะดวกเครื่องเล่นเสียง
- 24) มีระบบเซ็นทรัลล็อกพร้อมชุดสวิทช์ควบคุม จำนวน 1 คู่ สามารถใช้งานได้ปกติ
- 25) หน้าปัดเรือนไมล์ประกอบด้วย เกจความเร็ว เกจแสดงน้ำมันเชื้อเพลิงหรือแสดงระดับแบตเตอรี่
- 26) สามารถวิเคราะห์สัญญาณการจุดระเบิดของเครื่องยนต์
- 27) มีระบบใช้คาน้ำไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 28) มีระบบควบคุมกันล้อล็อก พร้อมเซ็นเซอร์ FR, FL, RR, RL ติดตั้งมากับเครื่องระบบเบรกทั้งเบรกชุดหน้าและเบรกชุดหลัง
- 29) มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำพร้อมพัดลมไฟฟ้าตรงตามรุ่น สภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานและทำงานตามอุณหภูมิ ของเครื่องยนต์
- 30) มีเครื่องยนต์อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสามารถติดเครื่องยนต์ด้วยวิธีปกติ
- 31) มีชุดฝาปิดเครื่องยนต์พร้อมระบบล็อกป้องกันการสูญหาย
- 32) มีดิสก์เบรกพร้อมคาลิปเปอร์หน้าติดตั้งอยู่กับข้อค้ำพู่หน้าเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเบรกและเครื่องล่าง
- 33) มีชุดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery)
- 34) มีระบบกรองอากาศครบตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 35) มีถังน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า 20 ลิตร พร้อมติดตั้งปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงและลูกลอยไว้ในถัง อยู่ในสภาพสมบูรณ์
- 36) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบเข็มขัดนิรภัยคู่หน้าและหลังได้อย่างสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 37) สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบ ถุงลมนิรภัยที่ถูกติดตั้งมากับระบบพวงมาลัยบังคับเลี้ยวไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 38) ระบบขับเคลื่อนเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าให้กำลังไม่น้อยกว่า 120 แรงม้า
- 39) มีระบบรองรับน้ำหนักล้อหน้า แบบแม็คเฟอร์รสันสตรีท พร้อมเหล็กกันโคลง และระบบรองรับน้ำหนักล้อหลัง
- 40) มีระบบเบรกหน้าและหลังเป็นแบบดิสก์เบรกหรือดีกว่า
- 41) ระบบบังคับเลี้ยว เป็นแบบพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยไฟฟ้า
- 42) มีระบบความปลอดภัยมาตรฐาน ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
  - ถุงลมนิรภัย คู่หน้า



- ระบบเบรกป้องกันล้อล็อก (ABS)
  - ระบบกระจายแรงเบรก
  - ระบบเบรกมือไฟฟ้า
  - สัญญาณเตือนจอดด้านหลัง
  - ระบบเซ็นทรัลล็อกพร้อมปุ่มควบคุม
  - มีกุญแจรีโมท พร้อมระบบกุญแจแบบ Immobilizer
- 43) มีระบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวกและความปลอดภัยพิเศษ ดังต่อไปนี้
- มีระบบเปิด-ปิดไฟหน้าอัตโนมัติ
  - มีสวิตช์ปรับระดับไฟฟ้า
  - มีระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ
  - ควบคุมเสถียรภาพการทรงตัวอัตโนมัติ
  - มีเทคโนโลยีช่วยตรวจจับและส่งสัญญาณเตือนวัตถุหรือบุคคลที่เคลื่อนไหวกจากกล้องหรือเซนเซอร์
  - มีเทคโนโลยีเตือนก่อนการชนด้านหน้าอัจฉริยะ
- 44) อุปกรณ์มาตรฐานต่าง ๆ ครอบคลุมมาตรฐานผู้ผลิต พร้อมเงื่อนไขบริการต่างๆ ที่ผู้ผลิตจัดขึ้น ณ เวลานั้นๆ
- 45) สามารถติดเครื่องยนต์ด้วยวิธีปกติและขับเคลื่อนได้ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า
- 46) สภาพของระบบอำนวยความสะดวกด้านระบบปรับอากาศ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ต้องตรงตามรุ่นและยี่ห้อที่ นำเสนอ
- 47) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.4.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ
- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 3 ปี จากผู้ผลิต
  - 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จนกว่าจะสามารถใช้งานได้

#### 5.5. ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์ ประกอบด้วย

จำนวน 1 ชุด

##### 5.5.1. ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และตัวรับรู้ยานยนต์

##### 5.5.1.1. รายละเอียดทั่วไป

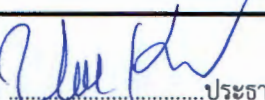
เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์พร้อมตัวรับรู้เซนเซอร์ต่างๆในรถยนต์ การส่งสัญญาณดิจิทัลสำหรับรถยนต์โดยเรียนรู้ผ่านทางโปรแกรมมัลติมีเดียที่สามารถแสดงผลออกทางคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้

##### 5.5.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ชุดเมนบอร์ดชนิดมือสวิตช์ 4 แชนแนล ผ่านคอมพิวเตอร์แบบพกพาและคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ชุด
  - เป็นเมนบอร์ดทดลองหลักสามารถใช้กับคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้
  - มีช่องสำหรับวางคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Tablet) บนตัวเมนบอร์ดหลัก
  - มีพอร์ต USB หรือ RS-232 สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

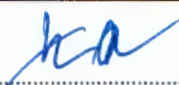
- มีพอร์ต แบบ RJ45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต และมีระบบเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย (WLAN) ร่วมด้วย เป็นอย่างน้อย
- ใช้สายทดลองแบบเซฟตี้ช็อกเก็ท ขนาดไม่น้อยกว่า 2 มม.
- รองรับการควบคุมและเชื่อมต่อพร้อมทั้งแสดงผลอุปกรณ์การวัดต่างๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์
- ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) จำนวน 2 ชุด
  - สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับได้ในช่วงระหว่าง 2/20 V หรือกว้างกว่า
    - สามารถวัดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับได้ในช่วง 0.2/2 A หรือกว้างกว่า
    - สามารถวัดความต้านทานได้ในช่วง  $2k\Omega$   $20k\Omega$   $200 k\Omega$  และ  $M\Omega$  หรือกว้างกว่า
    - มีระบบปรับช่วงการวัดอัตโนมัติ (Automatic range measurement)
  - ดิจิตอลฟังก์ชัน 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 โวลท์มิเตอร์ ออสซิลโลสโคปได้
  - รองรับระบบปฏิบัติการ Window หรือระบบปฏิบัติการอื่น
  - สามารถแสดงได้ว่าผู้ทำการทดลองผ่านการทดลองใดบ้าง
  - เป็นโปรแกรมสำหรับการเรียนรู้การทดลอง พร้อมทั้งเป็นคู่มือการทดลองด้วย
  - โปรแกรมการทดลองออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับชุดเมนบอร์ดหลัก
- 3) แผงทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับรถยนต์ จำนวน 1 ชุด
  - สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ตั้งหัวข้อต่อไปนี้
    - Voltage
    - Ohm's law
    - Series and parallel circuit
    - Complex circuit
    - Measuring instrument in general
- 4) แผงทดลองวงจรเซ็นเซอร์สำหรับตัวรับรู้ยานยนต์ จำนวน 1 ชุด
  - สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ตั้งหัวข้อต่อไปนี้
    - Component
    - Sensors

ลงชื่อ



ประธานกรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ



- Schematics
  - Batteries and accumulator
  - Capacitance
  - Motors
  - Transistors in vehicles
- 5) แผงทดลองเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับรถยนต์ I จำนวน 1 ชุด
- สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้
    - TTL-AND
    - TTL-OR
    - TTL-NOT
    - TTL-XOR
    - TTL-NAND
    - Multiplexer
    - Fundamentals CAN data bus
- 6) แผงทดลองเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับรถยนต์ II จำนวน 1 ชุด
- สามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้
    - Flip-Flop
    - RS Flip-Flop
    - JK Flip-Flop
    - Shift register
    - Counter
    - Multivibrator
- 7) คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต 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 และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณี

ที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
  - เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 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

9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.5.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.5.2. ชุดฝึกยานยนต์ Plug-in Hybrid

จำนวน 1 ชุด

##### 5.5.2.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกยานยนต์ Plug-in Hybrid เป็นระบบขับเคลื่อนที่ผสมกับมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์สมองกล สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าสองส่วาง, ไฟสัญญาณเลี้ยว, สัญญาณถอย, ไฟสัญญาณแจ้งเตือนด้วยตนเองเมื่อระบบเกิดปัญหาพร้อมไฟแสดง สถานะผ่านจอไมล์, เครื่องปรับอากาศ, ระบบบังคับเลี้ยว, ระบบเครื่องล่างและส่งกำลัง, ประตูลูกบิด, ระบบเสียง, ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เป็นชุดที่สามารถ ขับเคลื่อนได้ พร้อมเบาะตรงรุ่นที่นำเสนอ พร้อมปลั๊กวิเคราะห์ปัญหา OBD II พร้อมจุดทดสอบและความต้านทานแรงดันไฟฟ้าของ ECU เป็นต้นไป

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



### 5.5.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ชุดฝึกยานยนต์ Plug-in Hybrid ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรวมเอาเทคโนโลยีขั้นสูงของงานด้าน วิศวกรรมยานยนต์ เพื่อใช้ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ของยานยนต์ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ประกอบด้วยระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ผสมกับมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2) มีชุดเครื่องยนต์เบนซินเทอร์โบความจุกระบอกสูบขนาดไม่น้อย 1400 CC
- 3) มีชุดมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor)
- 4) มีแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม (Lithium)
- 5) ให้กำลังสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 85 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
- 6) ให้แรงบิดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 240 นิวตัน/เมตร หรือดีกว่า
- 7) มีชุดพอร์ท OBD II สำหรับวิเคราะห์สัญญาณของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
- 8) มีจอแสดงผลความเร็ว หรือ ความจุแบตเตอรี่ หรือดีกว่า
- 9) มีชุดไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟหน้า ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟสัญญาณเลี้ยวด้านหน้า ไฟหรี ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งมากับชุดฝึก ตรงตามรุ่นยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 10) มีชุดไฟฟ้า ไฟสัญญาณถอย ไฟสัญญาณเบรก ไฟหรี ไฟสัญญาณเลี้ยว ไฟฉุกเฉิน ติดตั้งอยู่กับชุดฝึก
- 11) มีประตูกะจกไฟฟ้า พร้อมสวิทช์ ไม่น้อยกว่า 1 คู่ พร้อมกระจกมองข้างพับ และปรับไฟฟ้า พร้อมไฟเลี้ยวตรงตามรุ่นของชุดที่นำเสนอ
- 12) มีระบบวิเคราะห์อาการเสียของชุดฝึกผ่านจอแสดงผล ตรงตามรุ่นเครื่องยนต์ที่นำเสนอ
- 13) มีระบบสัญญาณแตรพร้อมใช้งาน
- 14) มีระบบฉีดน้ำฝนพร้อมชุดปิดน้ำฝนตรงตามรุ่นยี่ห้อที่นำเสนอ
- 15) มีสวิทช์สั่งการไฟฟ้าแสงสว่างโคมไฟหน้าและหลัง สวิทช์สัญญาณยกเลี้ยว สวิทช์สัญญาณไฟสูง สัญญาณไฟต่ำ สัญญาณแตร สวิทช์สั่งการชุดระบบสั่งฉีดและปิดน้ำฝน
- 16) มีระบบกุญแจรีโมทอัจฉริยะ (Smart Key) พร้อม Push Start
- 17) มีระบบบังคับเลี้ยวแบบไฟฟ้าสั่งการผ่านกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
- 18) มีเบรกมือชนิดไฟฟ้าเพื่อทดสอบสัญญาณจอด หรือ เบรก ABS
- 19) มีสวิทช์ปรับสำหรับเลือกการทำงาน เดินหน้า ถอยหลัง เกียร์ว่างได้
- 20) มีชุดแป้นเหยียบคันเร่งสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
- 21) มีเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 2 ตัวติดตั้งกับชุดฝึก
- 22) มีระบบปรับอากาศพร้อมตู้ควบคุมการสั่งจ่ายลม มีชุดปรับระดับความเย็นและลม
- 23) มีสัญญาณเตือนระยะถอยหลังหรือ กล้องมองหลัง หรือดีกว่า
- 24) มีพวงมาลัยมัลติฟังก์ชัน ควบคุมเครื่องเสียงพร้อมปุ่มรับ – วางสายโทรศัพท์ หรือดีกว่า
- 25) มีระบบอำนวยความสะดวกเครื่องเล่นเสียง และมีระบบเชื่อมต่อสมาร์ตโฟน หรือดีกว่า
- 26) สามารถวิเคราะห์สัญญาณการจุดระเบิดของเครื่องยนต์
- 27) มีระบบใช้คหน้าไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 28) มีระบบเบรกหน้าดิสก์เบรกหรือดีกว่า
- 29) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

### 5.5.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 3 ปี จากผู้ผลิต
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

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

### 5.6.1. ชุดปฏิบัติการหาข้อบกพร่องของมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด

#### 5.6.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการหาข้อบกพร่องของมอเตอร์และการกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 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) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

## 5.6.2. ชุดปฏิบัติการระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า – เชิงกล จำนวน 1 ชุด

### 5.6.2.1. ชุดปฏิบัติการระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

#### 5.6.2.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบพวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของรถยนต์ไฟฟ้าส่วนประกอบของระบบกันสะเทือนหน้าและจัดเรียงตามตำแหน่งของรถเดิม เหมาะสำหรับการเรียนการสอนของทฤษฎีและการบำรุงรักษาระบบพวงมาลัยพาวเวอร์รถยนต์ไฟฟ้าและระบบกันสะเทือนหน้า ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีความสามารถรองรับเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 1) ทำความเข้าใจส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์ไฟฟ้า
- 2) ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบบังคับเลี้ยวรถยนต์ไฟฟ้า
- 3) การวินิจฉัยข้อผิดพลาดระบบพวงมาลัยไฟฟ้า



## 4) การแก้ไขปัญหาของระบบพวงมาลัยไฟฟ้า

## 5.6.2.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ระบบกันสะเทือน,คอม้า,ตุ่มล้อและยาง
- 2) มอเตอร์ในพวงมาลัยขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 kW
- 3) สวิตช์จุดระเบิด,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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบไร้สาย เช่น แบบบลูทูธ ดีกว่าหรือเทียบเท่า
  - มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
  - เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าหรือมาตรฐานการผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
  - มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 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 หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสาร แค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

6) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.6.2.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่าย การฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

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

##### 5.6.2.2.1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการระบบเบรกเป็นชุดปฏิบัติการเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดปฏิบัติการนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบเบรกพื้นฐานของยานยนต์ไฟฟ้า สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีความสามารถรองรับ เนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 1) เรียนรู้โครงสร้างและระบบการทำงานของระบบเบรกในรถยนต์ไฟฟ้า
- 2) ถอดและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ในระบบเบรกของรถยนต์ไฟฟ้า

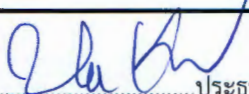
##### 5.6.2.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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 reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  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
  - วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
  - มีสายวัดสัญญาณ ความยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

ลงชื่อ



ประธานกรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ

### 5.6.2.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 5.6.3. ชุดมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า 5 ประเภทแบบ cutaway

จำนวน 1 ชุด

#### 5.6.3.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์แบบแบ่งส่วน 5 ประเภทที่ใช้ในด้านพลังงานไฟฟ้า สามารถหมุนได้ 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) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบลูปหรือดีกว่า
- มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V , มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าหรือมาตรฐานการผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุด ไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 100 $\Omega$  ถึง 100M $\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01 $\Omega$  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
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.6.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

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

#### 5.6.4. ชุดทดลองตัวเก็บประจุประสิทธิภาพสูงของรถยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

##### 5.6.4.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์แบบชาร์จเร็วและแบบชาร์จช้า ฯลฯ เพื่อแสดงโครงสร้างและกระบวนการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์ในรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 1) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (To understand the structure and main components of electric car super capacitor system)
- 2) ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบซูเปอร์คาปาซิเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า (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) ตัวเก็บประจุซูเปอร์คาปาซิเตอร์ (Super Capacitor) : ไม่น้อยกว่า 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) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรทดลองอย่างชัดเจน
- 8) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
- 9) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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 reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- 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
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อก อย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.6.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.7. ชุดปฏิบัติการ CAN BUS แบบแยกโมดูล

จำนวน 1 ชุด

##### 5.7.1. รายละเอียดทั่วไป

- 5.7.1.1. เพื่อศึกษาระบบแสงสว่างของรถยนต์แบบ CAN-BUS
- 5.7.1.2. สามารถอินเทอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ได้
- 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) มีสวิตช์สตาร์ทควบคุมการจุดระเบิด (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 จำนวน 1 เครื่อง
- 1) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB หรือ RS232 หรือดีกว่า
  - 2) มีฟังก์ชันของการใช้งานไม่น้อยกว่า 4 ฟังก์ชัน คือ Input A, Input B, Relay และ Voltage source S หรือดีกว่า
  - 3) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor หรือดีกว่า
  - 4) มีอะแดปเตอร์สำหรับแปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 12 V
  - 5) มีช่อง Analog input จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่อง ดังต่อไปนี้
    - ช่อง Analog voltage input จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง คือ Input A และ Input B
    - ช่วงของการวัด  $\pm 0.3/1/3/10/30/100$  V หรือมีช่วงของการวัดที่ดีกว่า



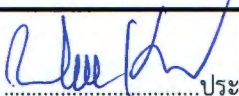
- ช่อง Analog current input จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง คือ Input A
- ช่วงของการวัด  $\pm 0.1/0.3/1/3$  A หรือมีช่วงของการวัดที่ดีกว่า
- ช่อง Analog input สำหรับต่อกล่องเซนเซอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีช่อง Changeover relay จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่อง Analog output จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.7.2.11 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องมือวัดขนาด 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
  - 2) สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
  - 3) จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลัง ตัวเครื่อง, ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
  - 4) มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V, มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
  - 5) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 6) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 7) มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด
  - 8) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 9) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 10) มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
  - 11) วัดค่าคาปาซิแตนซ์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
  - 12) มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
  - 13) สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
  - 14) สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน


- 15) มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
- 5.7.2.12. กล่องรับสัญญาณ CAN bus จำนวน 1 ชุด
- 1) ใช้ร่วมกับอุปกรณ์อินเตอร์เฟส
- 5.7.2.13. โมดูลแหล่งจ่ายไฟ จำนวน 1 ชุด
- 1) แรงดันไฟฟ้าขาออกไม่น้อยกว่า 13 V
- 2) กระแสไฟฟ้าสูงสุดขาออกไม่น้อยกว่า 36 A
- 3) มีจุดต่อแบบ Safety socket
- 5.7.2.14. ชุดรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 5.7.2.15. 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 ด้านด้วย PVC
  - 3) โครงสร้างโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 48 x 48 มม. หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. เคลือบด้วยสีอีพอกซี
  - 4) ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกัน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ
  - 5) มีความสูงอยู่ระหว่าง 750 - 800 มม.
  - 6) 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
      - มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 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

ลงชื่อ



ประธานกรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ

ลงชื่อ



กรรมการ



- 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
  - มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 8) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.7.4. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 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) รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 220 V. ได้ และให้กระแสไฟฟ้า 16 A หรือ 32 A
- 2) จ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก 220 V. ได้ และให้กระแสไฟฟ้า 16 A หรือ 32 A
- 3) หัวชาร์ตแบบ Type 1 หรือ Type 2 ที่มีมาตรฐาน IEC 62196-6
- 4) มีระบบป้องกัน Over current, Under voltage, Over voltage, Residual current, short circuit หรือดีกว่า
- 5) สามารถแสดงสถานะ Power, Status, charge, Fault หรือดีกว่า
- 6) มีสวิตช์หรือปุ่มควบคุม 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) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

## 5.8.2. ชุดปฏิบัติการระบบแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

### 5.8.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบจัดการแบตเตอรี่ที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของรถยนต์ไฟฟ้าในชุดทดลองประกอบด้วยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LifePo4) พร้อมกับระบบจัดการและป้องกันผู้เรียนสามารถวัดค่าความต้านทานและค่าความจุของแบตเตอรี่ชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 1) การวัดค่าความต้านทานในแบตเตอรี่ ( Battery internal resistance measurement)
- 2) การวัดค่าความจุของแบตเตอรี่ ( Battery capacity measurement )
- 3) การวาดเส้นโค้งหรือกราฟการคายประจุของแบตเตอรี่ ( The basic discharge curve drawing of the battery )
- 4) การวิเคราะห์การคายประจุจากเส้นโค้ง 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) ทดลองค่าพารามิเตอร์ของการคายประจุของแบตเตอรี่แบบกลุ่มหรือรวมกันหลายๆ เซลล์ (Discharge parameter battery grouping experiment)
- 8) การทดลองการชาร์จประจุแบบแรงดันคงที่ (Constant voltage charging experiment)
- 9) การทดลองการชาร์จประจุแบบกระแสคงที่ (Constant current charging experiment)
- 10) การทดลองการชาร์จประจุแบบแรงดันและกระแสคงที่ (Constant voltage constant current charging experiment)
- 11) การชาร์จประจุแบบอิสระ (Free charging experiment)
- 12) การทดลองค่าพารามิเตอร์ของการชาร์จประจุของแบตเตอรี่แบบกลุ่มหรือรวมกันหลายๆ เซลล์ (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
  - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
  - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3V,8AH
- 2) ฝาปิดด้านบนของชุดแบตเตอรี่เพื่อป้องกัน ทำจากวัสดุโปร่งแสงขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. และง่ายต่อการสังเกต

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



- 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) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสีเคลือบหรืออลูมิเนียม 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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 reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 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 ความ

ละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

- มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

16) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.8.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 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) หลักการทำงานของระบบชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
- 3) การควบคุมกระแสในกระบวนการชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
- 4) วิธีการชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
- 5) วิธีการ เชื่อมต่อระบบชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า
- 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 สัญญาณแชมปลิงและรีเบิ้ล
  - กระแสขาเข้า กระแสขาออก สัญญาณแชมปลิงและสัญญาณป้องกันแบบ IPM
  - สัญญาณป้องกันการลัดวงจร
  - สามารถสังเกตลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นและความถี่ผ่าน ออสซิลโลสโคปหรือมัลติมิเตอร์
- 4) สามารถสาธิตการป้องกันระหว่างการชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า ดังนี้
  - การป้องกันการลัดวงจร
  - การป้องกันอุณหภูมิสูง
  - การป้องกันการโอเวอร์โวลตและกระแสเกิน
  - การป้องกันแรงดันไฟฟ้าตก
  - การป้องกันความผิดพลาดของหัวชาร์จ
- 5) สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการชาร์จประจุของรถยนต์ไฟฟ้า
  - การตรวจสอบการเริ่มต้นชาร์จแบบอัตโนมัติ
  - การควบคุมการชาร์จอัตโนมัติ
- 6) ขนาดของชุดทดลองไม่น้อยกว่า 1300 มม. X 500 มม. x 1700 มม. ( 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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 reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความ

ละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า

- มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  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
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

9) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.8.3.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.8.4. ชุดปฏิบัติการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์รถยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

##### 5.8.4.1. รายละเอียดทั่วไป

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

- 1) การวัดค่าความต้านทาน (resistance) ในมอเตอร์
- 2) การวัดค่าความจุของแบบแบตเตอรี่
- 3) การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่

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



- 4) การวิเคราะห์การคายประจุจากเส้นโค้ง หรือกราฟ
- 5) การทดลองคายประจุของแบตเตอรี่
- 6) การทดลองการคายประจุแบบกระแสคงที่
- 7) การทดลองความจุของแบตเตอรี่แรงดันสูง
- 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
  - เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
  - พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3V,8AH
- 2) มีอุปกรณ์ชาร์ตแบตเตอรี่
- 3) มีอุปกรณ์ควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบแรงดันสูง
- 4) มีคันเร่งและเบรกสำหรับควบคุมมอเตอร์
- 5) มีชุดควบคุมตำแหน่งเกียร์
- 6) มีไมโครสำหรับชาร์ตแบตเตอรี่
- 7) มีการสกรีนหรือพิมพ์สัญลักษณ์แสดงหน้าแผงวงจรทดลองอย่างชัดเจน
- 8) สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V ได้
- 9) โครงสร้างเป็นเหล็กพันด้วยสแตนเลสหรืออลูมิเนียม 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,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธหรือดีกว่า
  - 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  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  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
- วัดค่าคาปาซิแตนซ์ 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 โดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- มีสายวัดสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.8.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.8.5. ชุดปฏิบัติการระบบขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

##### 5.8.5.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะชุดทดลองนี้จะศึกษาเกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าแบบมอเตอร์ติดล้อหรือHub Motor ซึ่งเป็นระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าแบบหนึ่งที่มีความซับซ้อนทางกลน้อยมีประสิทธิภาพสูง ชุดทดลองมี Hub Motor จำนวน 2 ชุด โดย Hub Motor แบบสมบูรณ์สำหรับใช้ทดลองระบบขับเคลื่อนและ Hub Motor แบบผ่าสำหรับใช้เพื่อเรียนรู้ส่วนประกอบชุดทดลองออกแบบให้สามารถศึกษาได้ตั้งแต่พื้นฐานของระบบไปจนถึงขั้นสูงได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ ไม่น้อยกว่าดังนี้

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



- 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
  - แผงทดลองแนวดิ่งพร้อมไดอะแกรมของระบบ
  - มีล้อ 4 ล้อ สามารถล็อกได้ไม่น้อยกว่า 2 ล้อ
  - มีขนาดไม่น้อยกว่า 1300 มม. X 500 มม. x 1700 มม. (ยาวxกว้างxสูง)
- 2) แบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 14 เซลล์

- เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LifePo4)
  - พิกัดแรงดัน ไม่น้อยกว่า 3V,8AH
- 3) ฝาครอบด้านบนของชุดแบตเตอรี่แพ็คเพื่อป้องกัน ทำจากวัสดุโปร่งแสงขนาดความหนา ไม่น้อยกว่า 3.0 มม. และง่ายต่อการสังเกต
  - 4) อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ พิกัดไม่น้อยกว่า 40V,10A มีฟังก์ชันรับรู้การชาร์จอัตโนมัติ
  - 5) ชุด Hub Motor ที่ 1 พร้อมตัวครอบป้องกันผู้เรียนไม่ให้ถูกหนีบ หรือได้รับบาดเจ็บจากการใช้งานมอเตอร์ที่ความเร็วสูงในระหว่างการบวนการทดลอง
  - 6) ชุด Hub Motor ที่ 2 แบบแสดงให้เห็นลักษณะกายวิภาค สามารถมองเห็นโครงสร้าง และหลักการของมอเตอร์ติดล้อได้
  - 7) อุปกรณ์ควบคุม Hub Motor
    - สามารถควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์
    - ตั้งค่าแรงดันและกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์
    - ตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วของมอเตอร์
    - ส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปยังหน้าจอแสดงผล
  - 8) มีคั่นเร่ง ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ในการควบคุมความเร็ว
  - 9) ตัวเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ในการควบคุมการเดินหน้า-ถอยหลัง
  - 10) จอแสดงการวัดค่าต่าง ๆ
  - 11) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
    - 1) เป็นเครื่องมือวัดขนาด 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
    - 2) สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
    - 3) จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง, ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMS และมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
    - 4) มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V, มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
    - 5) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
    - 6) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1 mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
    - 7) มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่าน



วัดต่ำสุด หรือดีกว่า

- 8) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- 9) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
- 10) มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
- 11) วัดค่าคาปาซิแตนซ์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
- 12) มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรม Auto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
- 13) สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
- 14) สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
- 15) มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมง โดยแสดงในเอกสาร แค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
- 16) มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
- 12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.8.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 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

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ

- 5.9.2.2. ชุดจัดการระบบชาร์จแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน (Lilo) จำนวน 1 โมดูล
- 1) มีปุ่มรีเซ็ต
  - 2) มีไฟแสดงสถานะผิดพลาด (Error)
  - 3) มีระบป้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จไฟและการคายประจุมากเกินไป
- 5.9.2.3. ชุดจัดการระบบชาร์จแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมฟอสเฟต (LiFe) จำนวน 1 โมดูล
- 1) มีปุ่มรีเซ็ต
  - 2) มีไฟแสดงสถานะผิดพลาด (Error)
  - 3) มีระบป้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จไฟและการคายประจุมากเกินไป
- 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. ชุดโมดูลอินเทอร์เฟซเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ตัว
- 1) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB หรือ RS232 หรือดีกว่า
  - 2) มีฟังก์ชันของการทำงานไม่น้อยกว่า 4 ฟังก์ชัน คือ Input A, Input B, Relay และ Voltage source S หรือดีกว่า
  - 3) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor หรือดีกว่า
  - 4) มีอะแดปเตอร์สำหรับแปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 12 V
  - 5) มีช่อง Analog input จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่อง ดังต่อไปนี้
    - ช่อง Analog voltage input จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องคือ Input A และ Input B
      - ช่วงของการวัด  $\pm 0.3/1/3/10/30/100$  V หรือมีช่วงของการวัดที่ดีกว่า
    - Analog current input จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง คือ Input A
      - ช่วงของการวัด  $\pm 0.1/0.3/1/3$  A หรือมีช่วงของการวัดที่ดีกว่า
    - ช่อง Analog input สำหรับต่อกล่องเซนเซอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
    - มีช่อง Changeover relay จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
    - มีช่อง Analog output จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.9.2.8. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
- 1) เป็นเครื่องมือวัดขนาด 4 หลัก ความละเอียดระดับไม่น้อยกว่า 10,000 counts
  - 2) สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด,



- อุณหภูมิ, Capacitance, Zlow-low impedance หรือมากกว่า
- 3) จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ ,มีไฟฉายสำหรับส่องสว่างที่ด้านหลังตัวเครื่อง,ฟังก์ชันอ่านค่าแบบ True RMSและมีฟังก์ชันรองรับการบันทึกข้อมูลแบบบลูทูธ
  - 4) มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V, มีมาตรฐาน CE, UL, CSA รองรับและมีระบบป้องกัน IP67 โดยแสดงหน้าเครื่องอย่างชัดเจน หรือมากกว่า
  - 5) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.09 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 6) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1 mA โดยมีค่าความแม่นยำ 0.3 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 7) มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่  $100\Omega$  ถึง  $100M\Omega$  หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า  $0.01\Omega$  โดยมีค่าความแม่นยำ 0.2 % of reading ในย่านวัดต่ำสุด หรือดีกว่า
  - 8) มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 100mV-1000 V หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01mV โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 9) มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA-10A หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.2 % of reading ในทุกย่านวัดหรือดีกว่า
  - 10) มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz – 10 MHz หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz
  - 11) วัดค่าคาปาซิแตนซ์ ได้จาก 1000nF-10mF หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1nF
  - 12) มีโปรแกรม Manual data logging ได้ไม่น้อยกว่า 100 ค่า และโปรแกรมAuto/event logging ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ค่า
  - 13) สามารถรองรับการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิได้
  - 14) สามารถวัดค่า Harmonic ratio ได้
  - 15) มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ไม่น้อยกว่า 399 ชั่วโมงโดยแสดงในเอกสารแค็ตตาล็อกอย่างชัดเจน
  - 16) มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

## 5.9.2.9. โปรแกรมควบคุม

จำนวน 1 ชุด

- 1) เป็นโปรแกรมสำหรับควบคุมการประจุหรือแสดงการประจุ
- 2) สามารถแสดงผลแรงดัน, กระแสไฟฟ้า, กำลังงาน หรือดีกว่า

## 5.9.2.10. 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
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 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

## 5.9.2.11. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

## 5.9.3 รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้



**5.10. เครื่องวิเคราะห์สมรรถนะยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า**  
ประกอบด้วย

**จำนวน 1 ชุด**

**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 หรือมากกว่าและการประมวลผลไม่น้อยกว่า Dual core 1GHz
- 3) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีการแสดงผลการตรวจสอบความผิดพลาดเครื่องยนต์ได้ แบบตัวเลข แบบดิจิตอลและกราฟ
- 4) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีหน้าจอแสดงผลเป็นระบบสัมผัส (Touch Screen) หรือสูงกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
- 5) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีสัญญาณวิดีโอผ่านพอร์ต HDMI
- 6) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีซอฟต์แวร์ของเครื่องวิเคราะห์สามารถอัปเดตผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้
- 7) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้ทั้ง กระแสไฟฟ้า 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 เข้าถึงช่วงล่างของรถได้อย่างง่ายดายเมื่อยังไม่ยึดแขนและเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับรถที่มีขนาดยาวและกว้าง เมื่อยึดแขนออกมา

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

ใช้ได้แม้รถขับเคลื่อนสี่ล้อ แขนปรับได้ ทำให้ง่ายต่อการรับน้ำหนักที่ไม่สมดุลและการเปิดประตู แขนยกสองข้างส่งถ่ายกำลังไปยังเสาตรงข้ามด้วยสายสลิง สายเคเบิลแบบไม่ใช้ตัวล็อกป็น ช่วยให้การรับน้ำหนักเป็นไปอย่างสมดุลไม่ว่าจะมีน้ำหนักเท่าใดก็ตาม วาล์วนิรภัยช่วยป้องกันน้ำหนักเกิน และสายไฮดรอลิกเสียหาย ควบคุมความเร็ว ของการยกรถลงด้วยวาล์วไฮดรอลิก การทำงาน ระบบไฟฟ้า-ไฮดรอลิก

#### 5.10.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) แขนล้อยอกและปลดล้อยอกอัตโนมัติขณะที่อยู่บนพื้น
- 2) แขนเหมาะสำหรับข้อต่อสวมเร็ว
- 3) ระบบนิรภัยหยุดทำงานอัตโนมัติ 24V
- 4) ระบบเปิด - ปิด อัตโนมัติด้วยวาล์วแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้มั่นใจถึงความปลอดภัยในขั้นตอนการล้อยอก
- 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 หน้าจอดิจิทัล 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) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 5.10.4. เครื่องถอด-ใส่ยางไม่น้อยกว่า 50 ตัน

จำนวน 1 ชุด

#### 5.10.4.1. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องเปลี่ยนยางกึ่งอัตโนมัติ พร้อมแกนเอียงสำหรับเปลี่ยนยางรถยนต์, มอเตอร์ไฮดรอลิกและรถเพื่อการพาณิชย์ เส้นผ่านศูนย์กลางขบล้อตั้งแต่ 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.kW หรือดีกว่า
- 10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

### 5.10.4.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

### 5.10.5. ตู้เติมลมไนโตรเจน

จำนวน 1 ชุด

#### 5.10.5.1. รายละเอียดทั่วไป

หน้าจอแอลซีดีดิจิทัลขนาดใหญ่ ทำการทดสอบและควบคุมอัตโนมัติ มีกล่องเก็บสายอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 9 เมตร มีชุดกรองและแยกน้ำ / น้ำมัน แบบกรองสองชั้นช่วยยืดอายุของชิ้นส่วนหลักภายในได้

#### 5.10.5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) วัดได้ 3 หน่วย บาร์ , PSI, kgf/cm<sup>2</sup> หรือมากกว่า
- 2) มีโหมดสำหรับตั้งค่าแรงดันและเติมลมไนโตรเจน
- 3) มีฟังก์ชันระบายลมสำหรับเติมไนโตรเจนในยางให้สูงขึ้น
- 4) สามารถปรับการทำงานแบบแมนนวล
- 5) ฟังก์ชันการเติมลมและเติมไนโตรเจนกลับกัน
- 6) มีวาล์วปรับความบริสุทธิ์ของไนโตรเจน (วาล์วปรับอัตราการไหล)

- 7) รองรับระบบไฟฟ้า 220V, 50/60Hz
  - 8) แรงดันลมเข้า 9-10 บาร์
  - 9) แรงดันไนโตรเจนขาออก 1-6 บาร์
  - 10) ความจุถังไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 50 ลิตร
  - 11) ถังเก็บสายอัดไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 9 เมตร
  - 12) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.10.5.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.10.6. ถังรองถ้าน้ำมันเครื่อง 80 ลิตร

จำนวน 1 ชุด

##### 5.10.6.1. รายละเอียดทั่วไป

เหมาะสำหรับการเก็บน้ำมันเก่า โดยใช้แรงโน้มถ่วงและโดยใช้สุญญากาศ ถังรองน้ำมันปรับได้ที่สูงตั้งแต่ 1190 – 1730 มม. พร้อมล้อ 2 ล้อ และกลิ้งใส่ชิ้นส่วนขนาดเล็กที่ถอดออกได้ ท่อดูดหลักและสายดูดไม่น้อยกว่า 6 สาย และหัวแปลงเชื่อมต่อสามารถใช้ได้กับรถส่วนใหญ่

##### 5.10.6.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ความจุของถังไม่น้อยกว่า 80 ลิตร
- 2) ความจุของถังรองน้ำมันไม่น้อยกว่า 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 และวิเคราะห์ข้อขัดข้องเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ไฮบริดจ์ได้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดการทำงานของระบบสมองกลยานยนต์ ECU, ECM ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลแบบคอมมอนเรล ในกลุ่มรถยนต์ ยุโรป, อเมริกา, และเอเชีย ได้น้อยกว่า 30 ยี่ห้อ

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



- 2) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีระบบปฏิบัติงาน Android 4.1 หรือมากกว่าและ การประมวลผลไม่น้อยกว่า Dual core 1GHz
- 3) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีการแสดงผลการตรวจสอบความผิดพลาดเครื่องยนต์ ได้ แบบตัวเลข แบบดิจิตอลและกราฟ
- 4) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีหน้าจอแสดงผลเป็นระบบสัมผัส (Touch Screen) หรือสูงกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
- 5) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีซอฟต์แวร์ของเครื่องวิเคราะห์สามารถอัปเดต ผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้
- 6) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้ทั้ง กระแสไฟฟ้า 220 VAC และ 12 VDC จากแบตเตอรี่รถยนต์ได้
- 7) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีกล่องบรรจุภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดอย่าง เรียบร้อยสมบูรณ์
- 8) เครื่องตรวจสอบความผิดพลาด มีอุปกรณ์มาตรฐานจากผู้ผลิต
- 9) เป็นผลิตภัณฑ์ผ่านมาตรฐาน ISO 9001 : 2008, CE Certificate หรืออย่างใดอย่าง หนึ่ง
- 10) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 5.11.1.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ
- 2) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่าย การฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.11.2. เครื่องชาร์จแบตเตอรี่

จำนวน 1 ชุด

##### 5.11.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ขนาดกะทัดรัดแต่ทรงพลังด้วยเทคโนโลยีแอคทีฟอินเวอร์เตอร์ สำหรับใช้ในโรงงาน สำหรับ รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก รถโดยสาร รถจักรยานยนต์ เหมาะสำหรับแบตเตอรี่ทั่วไปทุกประเภท โดยที่ไม่ต้องถอด แบตออกจากรถ มีจอแสดงผล LCD แสดงคำแนะนำฟังก์ชันและข้อมูลการชาร์จทั้งหมด สามารถตั้งค่าและอ่านค่าที่ เข้าใจง่ายจากจอแสดงผล ตัวเครื่องเป็นโลหะแข็งแรงทนทาน พร้อมขอยางป้องกันการกระแทก

##### 5.11.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

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

#### 5.11.2.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ

## 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) มีกระบอกอัดไฮดรอลิกไม่น้อยกว่า 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 และตู้เครื่องมือแบบมี



ล้อ 4 มุมแข็งแรง 7 ชั้น จำนวน 1 คู่ ประกอบด้วยเครื่องมือ

- 1) ชุดถาดลูกบ็อกซ์ 3/8 " 6 เหลี่ยม 33 ชั้น (Metric) ประกอบด้วย
  - ลูกบ็อกซ์สัน 6 เหลี่ยม จำนวน 15 ชั้น ขนาด 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,21,22,24 mm
- 2) ลูกบ็อกซ์ยาว 6 เหลี่ยม จำนวน 8 ชั้น ขนาด 10,11,12,13,14,15,17,19 mm
- 3) ลูกบ็อกซ์ชั้นหัวเทียน จำนวน 3 ชั้น ขนาด 16,18,21 mm
- 4) อุปกรณ์ จำนวน 7 ชิ้น ประกอบด้วย (ด้ามพรีหัวไข, ข้อต่อยาว 10", ข้อลด 3/8" F x 1/4"M, ข้ออ่อน, ข้อตัวหัวเดียว, ข้อต่อแบบปั๊มล็อค 3", ข้อเพิ่ม 1/2" F x 3/8" M)
- 5) ชุดถาดลูกบ็อกซ์ 1/2" 6 เหลี่ยม 27 ชั้น (Metric) ประกอบด้วย
  - ลูกบ็อกซ์สัน 6 เหลี่ยม จำนวน 17 ชั้น ขนาด 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,21,22,24,27,30,32,34 mm
- 6) ลูกบ็อกซ์ยาว 6 เหลี่ยม จำนวน 5 ชั้น ขนาด 10,13,17,19,22 mm
- 7) อุปกรณ์ จำนวน 5 ชิ้น ประกอบด้วย (ด้ามพรีหัวไข, ข้อต่อยาว 10", ข้ออ่อน, ข้อต่อแบบปั๊มล็อค 5", ข้อลด 3/8 F x 1/2" M)
- 8) ชุดประแจปากตาย 10 ชั้น (Metric)
- 9) ชุดประแจแหวน 10 ชั้น (Metric)
- 10) ชุดประแจแหวนข้างปากตาย และประแจแอล 30 ชั้น (Metric)
- 11) ชุดประแจแหวนข้างปากตาย 8 ชั้น (Metric)
- 12) ชุดประแจแหวนเกียร์ข้างปากตาย 19 ชั้น (Metric)
- 13) ประแจแหวนเกียร์ข้างปากตาย จำนวน 15 ชิ้น
- 14) หัวต่อกับลูกบ็อกซ์ ขนาด 1/4" Dr x 10 mm
- 15) หัวต่อกับลูกบ็อกซ์ ขนาด 3/8" Dr x 10 mm
- 16) หัวต่อกับลูกบ็อกซ์ ขนาด 1/2" Dr x 10 mm
- 17) หัวต่อกับหัวเดียว ขนาด 1/4" Dr x 10 mm
- 18) ประแจเลื่อน จำนวน 2 ชั้น ขนาด 8", 10"
- 19) คีมปากแหลม จำนวน 1 ชั้น ขนาด 6"
- 20) คีมล็อคปากโค้ง จำนวน 1 ชั้น ขนาด 7"
- 21) คีมล็อคปากแหลม จำนวน 1 ชั้น ขนาด 6"
- 22) คีมหนีบแหวนปากตรง จำนวน 1 ชั้น ขนาด 7"
- 23) คีมหนีบแหวนปากโค้ง จำนวน 1 ชั้น ขนาด 7"
- 24) คีมถ่างแหวนปากตรง จำนวน 1 ชั้น ขนาด 7"
- 25) คีมถ่างแหวนปากโค้ง จำนวน 1 ชั้น ขนาด 7"
- 26) คีมปากแหลม จำนวน 1 ชั้น ขนาด 6"

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 27) คีมตัด                  | จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6" |
| 28) คีมปากจิ้งจก            | จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 8" |
| 29) คีมตัดพลาสติก           | จำนวน 1 ชิ้น ขนาด 6" |
| 30) ลูกล็อกซ์สัน 6 เหลี่ยม  | จำนวน 20 ชิ้น        |
| 31) ลูกบล็อกซ์ยาว 6 เหลี่ยม | จำนวน 5 ชิ้น         |
| 32) ไส้ควงปากแบน (เล็ก)     | จำนวน 4 ชิ้น         |
| 33) ไส้ควงแฉก (เล็ก)        | จำนวน 2 ชิ้น         |
| 34) ไส้ควงปากแบน            | จำนวน 3 ชิ้น         |
| 35) ไส้ควงแฉก               | จำนวน 4 ชิ้น         |

#### 5.11.6.3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 1) บริษัทรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการใช้งานปกติ

### 5.12. เครื่องวิเคราะห์หณวนแรงดันสูง 1000 v สำหรับแบตเตอรี่ หรือแหล่งจ่ายของยานยนต์ไฮบริด และยานยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

#### 5.12.1. เครื่องวิเคราะห์หณวนแรงดันสูง 1000 V สำหรับแบตเตอรี่หรือแหล่งจ่าย

##### 5.12.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเกี่ยวกับการวัดอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

##### 5.12.1.2. รายละเอียดเฉพาะทางเทคนิค

- 1) แสดงค่าแรงดันไฟสลับ (AC voltage) ของวงจรที่วัดด้วยตัวเลขกะพริบ
- 2) ระบบปรับตั้งศูนย์อัตโนมัติ เพื่อลดผลกระทบจากสายวัด ก่อนที่จะใช้วัดค่าความต่อเนื่อง
- 3) สวิตช์ Trac-Lok ช่วยประหยัดแบตเตอรี่ในการวัดค่าหณวนไฟฟ้าและการวัดความต่อเนื่อง
- 4) มีเสียงเตือน หากวงจรที่วัดคายังมีแรงดันไฟฟ้าอยู่
- 5) ระบบคายประจุไฟฟ้าอัตโนมัติ จะคายประจุไฟฟ้าที่ค้างในวงจรที่วัดเมื่อปล่อยปุ่ม Test
- 6) มีไฟส่องสว่างสำหรับดูค่าในที่มีมืด
- 7) กระแสลัดวงจรในการวัดค่าความต่อเนื่องเท่ากับ 200mA ตามมาตรฐาน IEC 61557
- 8) กระแสต่ำสุดในการวัดค่าหณวนไฟฟ้าเท่ากับ 1mA ตามมาตรฐาน IEC 61557
- 9) สามารถทดสอบแรงดันไฟฟ้า (DC) 500V/1000V หรือดีกว่า
- 10) มีย่านการวัดค่าความต้านทานหณวน (ค่ากลางสเกล)  $20\text{M}\Omega/200\text{M}\Omega/2000\text{M}\Omega$  หรือดีกว่า
- 11) มีย่านการวัดค่าความต่อเนื่อง (ค่าสเกลกลาง)  $20\Omega/200\Omega/2000\Omega$  หรือดีกว่า
- 12) มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า (AC) 0~600 V AC
- 13) 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
- 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) มีการจัดอบรมให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 5 คน และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการฝึกอบรม จนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้

#### 5.12.2. ชุดฝึกการจักรยานยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 3 ชุด

##### 5.12.2.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกในรูปแบบจักรยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า ที่มีล้อจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ล้อ โดยสามารถชาร์ตไฟเข้าไปในแบตเตอรี่เพื่อเก็บไฟแล้วจ่ายพลังงานออกเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า และมีอัตราการประหยัพลังงานที่สามารถวิ่งได้มากกว่า 80 กม.ต่อการชาร์ตเต็มหนึ่งครั้ง

##### 5.12.2.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) มีมอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 2000 W
- 2) ความเร็วในการขับเคลื่อนสูงสุดไม่น้อยกว่า 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- 3) มีชุดแบตเตอรี่แบบลิเทียม Lithium หรือดีกว่า
- 4) มีชุดแบตเตอรี่ขนาด 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 ตำบลป่าป้อ 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

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือข้อบกพร่องของสิ่งของเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือข้อบกพร่อง 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

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัยฯ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

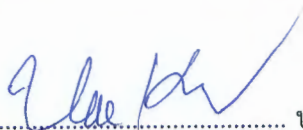
## 12. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

1. ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ จะพิจารณาคัดเลือกโดยในเกณฑ์ราคา (ใช้ราคาต่ำสุด)

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



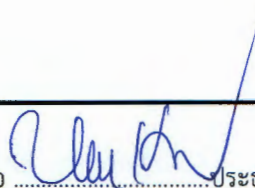
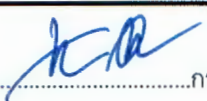
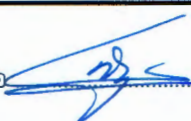
## คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน

(ลงชื่อ)  ประธานกรรมการ  
(รศ. อุเทน คำน่าน)

(ลงชื่อ)  กรรมการ  
(นายสมาน ดาวเวียงกัน)

(ลงชื่อ)  กรรมการ  
(ผศ. ว่าที่ร้อยโท ณัฐรัตน์ ปาณานนท์)

---

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ    ลงชื่อ  กรรมการ    ลงชื่อ  กรรมการ