

โครงการจัดซื้อครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงตามมาตรฐานวิชาชีพสากล
 แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

1 . ความเป็นมา

แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน อุตสาหกรรมและบริการขนส่งโลจิสติกส์ยุทธศาสตร์ชาติ ใช้ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยในการส่งเสริมการค้าคมนาคมขนส่ง และโลจิสติกส์ให้เป็นฐานการผลิตของภูมิภาคเพื่อการส่งออกสู่ตลาดโลก และศูนย์กลางการท่องเที่ยวในภูมิภาค ลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์และเพิ่มมูลค่าจากการเป็นศูนย์กลางทางภูมิศาสตร์ส่งเสริมอุตสาหกรรมและบริการที่เกี่ยวข้อง โดยการส่งเสริมการสร้างศูนย์กลางด้านโลจิสติกส์ระดับภูมิภาคและเชื่อมต่อกับเครือข่ายโลจิสติกส์ของโลก การผลักดันการเปลี่ยนผ่านของอุตสาหกรรมยานยนต์ทั้งระบบไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ส่งเสริมเทคโนโลยีและพัฒนาอุตสาหกรรมระบบกักเก็บพลังงานรวมทั้งส่งเสริมการลงทุนที่เน้นการวิจัยและ พัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยี ยานยนต์ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการผลิตยานยนต์ประเภทต่างๆ เป็นอันดับ ๑๐ ของโลก ในขณะที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าประเทศไทยจำเป็นต้องทำความเข้าใจและสร้างศักยภาพในการ ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเพื่อรักษาอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ให้ยังคงมีการผลิตใน ประเทศไทยและสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้านั้นยังคงลักษณะการใช้งานในรูปแบบเดิมเพียงแต่ เปลี่ยนแปลงระบบขับเคลื่อนจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการใช้รถพลังงานไฟฟ้าในเขต ชุมชน จะช่วยลดมลภาวะทางเสียงและอากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคทางเดินหายใจ พลังงานที่ใช้ ขับเคลื่อนมอเตอร์อาจจะมาจากการเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ หรือใช้เซลล์เชื้อเพลิงสร้างพลังงานไฟฟ้า ตลอดจนการใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าชนิดพิเศษ ปัจจุบันยังคงมีการวิจัยค้นคว้าเพื่อหาระบบการทำงานที่ดีที่สุด ทั้ง ความปลอดภัย ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการรักษาภาวะแวดล้อม นอกจากนี้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีการ พัฒนามาจนปัจจุบันนั้นยังมีโอกาสที่จะพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพลดน้ำหนัก รวมถึงการพัฒนาแรงบิดให้มี คุณลักษณะตรงตามการใช้งานได้มากขึ้น

ดังนั้นการผลักดันการเปลี่ยนผ่านอุตสาหกรรม ยานยนต์ทั้งระบบไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการสายการบินของประเทศ พัฒนาขีดความสามารถในการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรม ซ่อมบำรุงและผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน ตลอดจนสนับสนุนให้มีกลไกในการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา อุตสาหกรรมระบบราง และอุตสาหกรรมสนับสนุนภายในประเทศ และรองรับระบบคมนาคมในอนาคต นอกจากนี้ เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ มิใช่มีเพียงยานยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงยานยนต์ที่สามารถเชื่อมต่อกับสิ่งต่าง ๆ (Connected vehicle) หรือยานยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตนเอง (Autonomous vehicle) ด้วย รวมทั้งแนวโน้มการใช้งานยานยนต์ของผู้คนจะเปลี่ยนไปสู่การใช้ยานพาหนะร่วมกัน (Shared mobility) มากยิ่งขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีนโยบายหรือแผนงานใด ๆ ที่ครอบคลุม เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ทั้งหมด ซึ่งหากประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดังกล่าวได้ทั้งหมด จะสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ความแออัดด้านการจราจร ลดอุบัติเหตุ และช่วยทำให้ผู้คนสามารถเคลื่อนที่ไปยังที่ต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้มุ่งเน้นที่กิจกรรมของผู้เรียน และนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ จากการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่มุ่งผลิตบัณฑิตเป็นนักปฏิบัติที่มีคุณภาพ ได้รับความรู้และนวัตกรรมจากการศึกษาวิจัยมาบูรณาการให้เกิดการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันของการประกอบอาชีพ ก่อให้เกิดความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้เรียน ต้องได้ลงมือกระทำมากกว่ารับฟัง ดังนั้นสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลมีการจัดการเรียนการสอนของสาขา วิชาี้ จำนวน 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เครื่องกล) และหลักสูตรอุตสาหกรรม ศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ซึ่งพื้นฐานการเรียนรู้ของสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลนักศึกษาที่จบ การศึกษาต้องมีความรู้ด้านทฤษฎีและความสามารถด้านปฏิบัติทางด้านเครื่องกลและระบบอัตโนมัติสมัยใหม่ ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยตรวจสอบวิเคราะห์ข้อบกพร่องเพื่อแก้ไขปัญหา และลงมือปฏิบัติแก้ไขได้ เพื่อให้ นักศึกษานำความรู้ไปทำงานได้ตรงตามลักษณะบัณฑิตพึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการปรับปรุงหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (ต่อเนื่อง) รวมถึงนโยบายของรัฐบาลตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ในเรื่องการ พัฒนาคณาจารย์การศึกษา เห็นควรต้องปรับปรุงวิธีการสอนให้นักศึกษาเข้าใจ เพื่อวิเคราะห์สาเหตุสำหรับ แก้ปัญหาและปฏิบัติได้ (วิเคราะห์จากทฤษฎี แล้วจึงลงมือปฏิบัติ) เพิ่มเติมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความ ทันสมัยให้เหมาะสมกับยุคปัจจุบันที่นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อลดระยะเวลาทำงานอย่างถูกต้อง จากลักษณะงาน ของแต่ละหลักสูตรสามารถแยกให้เห็นดังนี้ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เครื่องกล) เป็นหลักสูตร ที่ผลิตครูช่าง/นักเทคโนโลยี เพื่อทำอาชีพครูสอนในระดับ ปวช./ปวส./มัธยมปลาย การทำงานที่เกี่ยวข้องกับ อุตสาหกรรมเป็นหลัก สำหรับหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (ต่อเนื่อง) (วิศวกรรมเครื่องกล) โดยทาง หลักสูตรได้เล็งเห็นความสำคัญถึงการนำเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ นำมาผสมผสานกับการจัดการเรียนการ สอน หลักสูตรประกาศนียบัตร (Non-degree) โดย Up skilling , Reskilling เพื่อยกระดับภาพให้นักศึกษา มีทักษะวิชาชีพทางการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ การทดสอบเครื่องยนต์ โดยสามารถบูรณาการ ร่วมกันระหว่าง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ให้มีความรู้ ความสามารถที่เกี่ยวข้อง กับทางด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นทางด้าน การทดสอบระบบจักรยานยนต์ไฟฟ้า การติดตั้ง และการทดสอบ ที่มีระบบไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นต้น จึงได้มีการสอดแทรกรายวิชาและเนื้อหาที่มีความ ทันสมัย เพื่อให้นักศึกษาได้เตรียมพร้อมองค์ความรู้สำหรับการนำไปปฏิบัติงานจริงในภาคอุตสาหกรรม ยานยนต์หรือประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการสร้างพื้นฐานทางวิชาชีพให้มั่นคง ส่งผลไปถึงการทำงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 เพราะสามารถต่อยอดการใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ และสามารถทดสอบความรู้ความสามารถในวิชาชีพเพื่อเพิ่ม สมรรถนะและยกระดับในการแข่งขันต่อไป

สิ่งที่คาดหวังเมื่อดำเนินการติดตั้งชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าตัดแปลงตาม มาตรฐานวิชาชีพสากล ได้วางแนวทางการใช้งานครุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน การบริการ วิชาการ และการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ การทำหลักสูตรประกาศนียบัตร (Non-degree) ให้ตรง ตามความต้องการ อุตสาหกรรมเป้าหมายหรือ S-Curve, New S-Curve และการหารายได้เข้าคณะฯ โดยแบ่งตามเนื้อหาวิชาและองค์ความรู้ที่ได้จัด เป็นกลุ่ม ดังนี้

(ลงชื่อ)

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

1. กลุ่มที่ 1 เป็นขั้นพื้นฐานการเรียนรู้และปฏิบัติการ ประกอบด้วยการเรียนการสอน 4 รายวิชา คือ วิชาเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน, เทคโนโลยียานยนต์ 2 , วิชาเครื่องมือและการทดสอบรถยนต์ และ อิเล็กทรอนิกส์ไฟฟ้ายานยนต์ ความรู้ที่ได้ประกอบด้วย
 - การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัด การทดสอบระบบรถยนต์ไฟฟ้า งานบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่
 - เรียนรู้การทำงานของระบบจักษยานยนต์ไฟฟ้า (Ev-motor) และเทคโนโลยีการควบคุม การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่อง การโปรแกรมควบคุมระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. กลุ่มที่ 2 เป็นขั้นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้สำหรับโครงการบริการวิชาการ ประกอบด้วย การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับบุคคลทั่วไปให้มีพื้นฐานความรู้เบื้องต้นด้านระบบการควบคุมยานยนต์ไฟฟ้า
3. กลุ่มที่ 3 เป็นแนวทางสำหรับวางแผนการหารายได้เข้าคณะฯ โดยการจัดการฝึกอบรมการเรียนรู้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน(อุตสาหกรรมยานยนต์) และบุคคลทั่วไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Modern Automotive Engineering)
2. เพื่อพัฒนาทักษะบัณฑิตของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่เรียนในหลักสูตร และบุคลากรในสถานประกอบการ (RE-Skill) ด้านยานยนต์สมัยใหม่
3. เพื่อพัฒนา และจัดหาครุภัณฑ์การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการศาสตร์ ที่มุ่งเน้นสมรรถนะการทำงานตามความต้องการของประเทศ
4. เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยด้านพัฒนาการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและด้านการบริการวิชาแก่สังคม

3. คุณสมบัติ

ตามประกาศประกวดราคาและเอกสารประกวดราคาจากระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ e-GP

4. รูปแบบรายการหรือคุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าตัดแปลงตามมาตรฐานวิชาชีพสากล แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ระบบ ประกอบด้วย

ชื่อรายการประกอบที่ 1 ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การตรวจสอบและจัดเรียงระบบแบตเตอรี่ จำนวน 5 สถานี

- 1.1. ชุดจัดเรียงระบบแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
 - 1.1.1.แบตเตอรี่ จำนวน 100 ก้อน
 - เป็นชนิดลิเธียมฟอสเฟต หรือดีกว่า
 - แรงดันไฟฟ้า 3.2 VDC หรือดีกว่า
 - ความจุไฟฟ้า 20,000 mAh หรือดีกว่า
 - 1.1.2.บอร์ด BMS สำหรับจัดการระบบแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
 - ใช้สำหรับแบตเตอรี่แรงดัน 48 VDC หลังจากทำการแพ็คแบตเตอรี่เสร็จ
 - สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าจากบอร์ด BMS ได้ 20 A หรือดีกว่า

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- มีสายเชื่อมต่อแบตเตอรี่เข้าบอร์ด BMS จำนวน 1 ชุด
- 1.1.3. อแดปเตอร์ชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชิ้น
 - ใช้สำหรับแบตเตอรี่แรงดัน 48 VDC หลังจากทำการแพ็คแบตเตอรี่เสร็จ
 - สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ 1 A หรือดีกว่า
- 1.1.4. เทปใยไฟเบอร์ สำหรับยึดแบตเตอรี่ให้แน่นหนา จำนวน 1 ม้วน
- 1.1.5. กระจาดขนวนสี่เหลี่ยม สำหรับติดก้อนแบตเตอรี่เพื่อป้องกันไฟฟ้าช็อต จำนวน 1 ม้วน
- 1.2. ชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับต่อทดลอง จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
 - 1.2.1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) จำนวน 1 ตัว
 - ใช้แรงดันไฟฟ้า 80 VDC หรือมากกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 10 Kw
 - ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาที หรือดีกว่า
 - มีสายไฟเชื่อมต่อจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับเบรกเกอร์ชนิด DC Breaker
 - 1.2.2. เบรกเกอร์ชนิด DC Breaker ป้องกันไฟฟ้าและกระแสเกิน จำนวน 1 ชิ้น
 - เป็นแบบ 2 โพล
 - อัตราทนกระแสไฟฟ้า 20 A หรือดีกว่า
 - มีสายไฟเชื่อมต่อเบรกเกอร์ชนิด DC Breaker เข้ากับแบตเตอรี่
 - 1.2.3. เหล็กฉากยึดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3. เครื่องมือวัดสำหรับตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่และค่าความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง รายละเอียดดังนี้
 - 1.3.1. ช่วงในการวัดความต้านทาน มีดังนี้
 - 20 m Ω ความแม่นยำ 0.7%+7
 - 200 m Ω ความแม่นยำ 0.5%+5
 - 2 Ω ความแม่นยำ 0.5%+5
 - 20 Ω ความแม่นยำ 0.5%+5
 - 200 Ω ความแม่นยำ 0.6%+5
 - 1.3.2. ช่วงในการวัดแรงดันไฟฟ้า มีดังนี้
 - 1 V ความแม่นยำ 0.15+0.015
 - 10 V ความแม่นยำ 0.15+0.010
 - 100 V ความแม่นยำ 0.15+0.015
 - 1.3.3. ความจุแบตเตอรี่ 2,000 mA หรือดีกว่า
 - 1.3.4. มีช่องทางเชื่อมต่อแบบ Micro USB สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ได้
 - 1.3.5. มีชุดสายไฟที่ใช้ในการตรวจสอบมาให้พร้อมใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 1.4. ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
 - 1.4.1. กล่องพลาสติกใสสำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง
 - 1.4.2. ประแจแหวนเดี่ยวขนาดขันไฟฟ้า ขนาด 7 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.4.3. เครื่องคิดเลขสำหรับคำนวณค่าต่าง ๆ ในชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 1 ชิ้น

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- 1.4.4. ถู่มือถักเคลือบ PU จำนวน 1 คู่
- 1.4.5. กรรไกรสำหรับตัดแต่งกระดาษ จำนวน 1 ชิ้น
- 1.4.6. ไชควงแหวนสำหรับชั้นยึดนี้้อต จำนวน 1 ชิ้น
- 1.4.7. แวนกันลม จำนวน 1 ชิ้น
- 1.4.8. ผ้าเช็ดอุปกรณ์ จำนวน 1 ผืน
- 1.5. หัวข้อการเรียนรู้ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การตรวจสอบและจัดเรียงระบบแบตเตอรี่ รายละเอียดดังนี้
 - 1.5.1. หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า เช่น เครื่องมือวัดสำหรับตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่และค่าความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น
 - 1.5.2. การตั้งค่าและใช้งานของเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า เช่น เครื่องมือวัดสำหรับตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่และค่าความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น
 - 1.5.3. การตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าภายในของแบตเตอรี่ ที่ใช้ในรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
 - 1.5.4. การจัดเรียงระบบแบตเตอรี่ แบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม ให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ
 - 1.5.5. เรียนรู้ความปลอดภัยในการทำงานมาตรฐานสากล
 - 1.5.6. วิทยากรผู้อบรม ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การตรวจสอบและจัดเรียงระบบแบตเตอรี่ ให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ที่เกี่ยวข้อง ตามรายละเอียดข้อ 1.5 ณ สถานที่ติดตั้ง ต้องได้รับมาตรฐานพร้อมมีเอกสารรับรองผู้ผ่านการสอบมาตรฐาน Thai meister Germany ด้าน electrical engineering, Pyrotechnics & Aircondition, chassis, braking systems, Motor management & mechanics, Diagnostic system, Data transmission technology หรือเทียบเท่า พร้อมแนบเอกสารรับรองมาในวันที่ยื่นข้อเสนอเพื่อประกอบการพิจารณา

ชื่อรายการประกอบที่ 2 ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 5 สถานี

- 2.1 ชุดระบบขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
 - 2.1.1. ชุดมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - สามารถเชื่อมต่อร่วมเพลลาขับเคลื่อนอย่างน้อย 12 นิ้ว
 - แรงดันไฟฟ้า 72 VDC หรือดีกว่า
 - กำลังไฟอย่างน้อย 5,000 วัตต์
 - 2.1.2. คานรับระบบขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด
 - ทำจากเหล็ก หรือวัสดุที่ดีกว่า
 - สามารถใส่กับชุดมอเตอร์ได้
- 2.2. เครื่องมือวัดสำหรับตรวจสอบระบบขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
 - 2.2.1. เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน จำนวน 1 เครื่อง
 - มีหน้าจอแสดงค่าแบบ Digital Display หรือ Analog Display หรือดีกว่า
 - สามารถวัดความต้านทานของฉนวนไฟฟ้า ได้ตั้งแต่ 0.01 MΩ ถึง 10.00 GΩ
 - สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบความต้านทานของฉนวนไฟฟ้า ได้ตั้งแต่ 50 V ถึง 1000 V

(ลงชื่อ).....


(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฉนวนไฟฟ้าเมื่อมีการทดสอบ อยู่ที่ 1.8 mA หรือดีกว่า
- มีฟังก์ชัน Polarization Index (PI) สำหรับคำนวณค่าสัดส่วนระหว่างค่าความต้านทาน หลังจากการชาร์จตัว
- ได้รับมาตรฐาน EN 61010-1 และ EN61010-2-030 ของการทดสอบความปลอดภัย สำหรับเครื่องมือวัด
- ใช้ได้ในช่วงอุณหภูมิ 0° C ถึง 40° C หรือดีกว่า
- ใช้ได้ในช่วงความชื้น 40% ถึง 75% หรือดีกว่า
- มีน้ำหนัก ไม่เกิน 900 ก.
- มีขนาด (กxยxส) ไม่เกิน 155 มม. x 200 มม. x 76 มม.
- มีชุดสายไฟที่ใช้ในการตรวจสอบมาให้พร้อมใช้งาน จำนวน 1 ชุด

2.2.2. เครื่องวัดความต้านทาน จำนวน 1 เครื่อง

- มีหน้าจอแสดงค่าแบบ LCD Display หรือดีกว่า
- ช่วงในการวัดความต้านทาน มีดังนี้
 - 20 mΩ ความแม่นยำ +/- (1.5%rdg +/-3)
 - 200 mΩ ความแม่นยำ +/- (0.5%rdg +/-3)
 - 2 Ω ความแม่นยำ +/- (0.5%rdg +/-3)
 - 20 Ω ความแม่นยำ +/- (0.5%rdg +/-3)
 - 200 Ω ความแม่นยำ +/- (0.5%rdg +/-3)
 - 2 kΩ ความแม่นยำ +/- (0.5%rdg +/-3)
- ใช้ได้ในช่วงอุณหภูมิ -15 C ° ถึง 55 C °
- ใช้ได้ในช่วงความชื้นไม่เกิน <75% RH หรือดีกว่า
- มีน้ำหนัก ไม่เกิน 580 ก.
- มีขนาด (กxยxส) ไม่เกิน 116 มม. x 175 มม. x 62 มม.
- มีชุดสายไฟที่ใช้ในการตรวจสอบมาให้พร้อมใช้งาน จำนวน 1 ชุด

2.3. หัวข้อการเรียนรู้ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ระบบขับเคลื่อนจักรยานยนต์ไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

- 2.3.1. เรียนรู้หลักการการทำงานเบื้องต้นของเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้า เช่น เครื่องมือวัดค่าความต้านทาน (Milliohm Meter), เครื่องมือวัดค่าความเป็นฉนวน (Insulation Tester) เป็นต้น
- 2.3.2. เรียนรู้การตั้งค่าและใช้งานของเครื่องวัดทางไฟฟ้า เช่น เครื่องมือวัดค่าความต้านทาน (Milliohm Meter), เครื่องมือวัดค่าความเป็นฉนวน (Insulation Tester) เป็นต้น
- 2.3.3. เรียนรู้การตรวจวัดค่าความต้านทานของขดลวดที่ใช้ในรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
- 2.3.4. เรียนรู้การตรวจวัดค่าความเป็นฉนวนของสายไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานปัจจุบัน
- 2.3.5. เรียนรู้มาตรฐานสีของสายไฟแต่ละชนิด ที่ใช้ในปัจจุบัน
- 2.3.6. เรียนรู้ความปลอดภัยในการทำงานมาตรฐานสากล

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- 2.4 วิทยากรผู้อบรม ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การตรวจสอบและจัดเรียงระบบแบตเตอรี่ ให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ที่เกี่ยวข้อง ตามรายละเอียดข้อ 2.3 ณ สถานที่ติดตั้ง ต้องได้รับมาตรฐานพร้อมมีเอกสารรับรองผู้ผ่านการสอบมาตรฐาน Thai meister Germany ด้าน electrical engineering, Pyrotechnics & Aircondition, chassis, braking systems, Motor management & mechanics, Diagnostic system, Data transmission technology หรือเทียบเท่า พร้อมแนบเอกสารรับรองมาในวันที่ยื่นข้อเสนอเพื่อประกอบการพิจารณา

ชื่อรายการประกอบที่ 3 ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมภายในยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 5 สถานี

3.1.ชุดระบบควบคุม จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้

3.1.1. กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 กล่อง

- แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 72 VDC หรือ มากกว่า
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังชุดมอเตอร์
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังชุดสวิตช์กัญแจพร้อมลูกกุญแจสำหรับ ปิด-เปิด การทำงาน
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังชุดคันเร่งไฟฟ้า
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังชุดเบรกมือ
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังชุดสัญญาณกันขโมย
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังช่องต่อ Bluetooth
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณไปยังจอแสดงผลแบบ LCD
- มีสายไฟสำหรับต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในยานยนต์ไฟฟ้า

3.1.2. อุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 กล่อง

- แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 24-80 VDC หรือดีกว่า
- แรงดันไฟฟ้าขาออก 12 VDC หรือดีกว่า

3.1.3. แบตเตอรี่ จำนวน 50 ก้อน

- เป็นแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมฟอสเฟต หรือดีกว่า
- ขนาดแรงดันไฟฟ้า 72 VDC หรือดีกว่า
- ความจุไฟฟ้า 20 Ah หรือดีกว่า

3.1.4. บอร์ด BMS สำหรับจัดระบบแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด

- ใช้สำหรับแบตเตอรี่แรงดัน 72 VDC หรือดีกว่า
- สามารถจ่ายกระแสไฟจากบอร์ด BMS ได้ 5 A หรือดีกว่า
- มีสายเชื่อมต่อแบตเตอรี่เข้าบอร์ด BMS จำนวน 1 ชุด
 - 1) ซอฟต์แวร์ควบคุมตั้งค่าระบบการจัดการแบตเตอรี่
 - 2) สามารถรองรับและแสดงผลค่าเซลล์แบตเตอรี่ได้ไม่น้อยกว่า 15 เซลล์
 - 3) รองรับระบบปฏิบัติการ Android และ iOS พร้อมแนบเอกสารภาพประกอบการแสดงผลมายังวันยื่นซอง
 - 4) มีระบบแสดงผลเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่แบบเข็มและตัวเลข
 - 5) สามารถแสดงผลค่าผลรวมแรงดันได้(Sum volt)

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- 6) สามารถแสดงค่ากระแสการใช้งานได้
 - 7) สามารถแสดงผลค่า min/max แบตเตอรี่ได้
- 3.1.5. อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
- แรงดันไฟฟ้าด้านขาเข้า 230 VAC
 - แรงดันไฟฟ้าด้านขาออก 72 VDC หรือดีกว่า
 - สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้ได้ 5 A หรือดีกว่า
 - มีสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ชาร์จเข้ากับแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
- 3.1.6. เบรกเกอร์ชนิด DC Breaker ป้องกันไฟฟ้าและกระแสเกิน จำนวน 1 ชิ้น
- เป็นแบบ 1 โพล
 - อัตราทนกระแสไฟฟ้า 5 A หรือดีกว่า
 - มีสายไฟเชื่อมต่อเบรกเกอร์ชนิด DC Breaker เข้ากับแบตเตอรี่
- 3.1.7. จอแสดงผลแบบ LCD จำนวน 1 จอ
- เป็นจอแสดงผลแบบดิจิทัล
 - สามารถแสดงค่าความเร็วของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ได้
 - สามารถแสดงปริมาณความจุของแบตเตอรี่ได้
- 3.1.8. ชุดสวิตช์กุญแจพร้อมลูกกุญแจสำหรับ ปิด-เปิด การทำงาน จำนวน 1 ชุด
- 3.1.9. ชุดคันเร่งไฟฟ้า พร้อมสวิตช์ไฟต่าง ๆ จำนวน 1 ชุด
- 3.1.10. ชุดสัญญาณกันขโมย จำนวน 1 ชุด
- 3.1.11. ชุดสายไฟสำหรับทดสอบค่าความต้านทาน จำนวน 1 ชุด
- 3.2. เครื่องมือวัดสำหรับตรวจสอบระบบควบคุม จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
- 3.2.1. เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าแบบแคลมป์ จำนวน 1 เครื่อง รายละเอียดดังนี้
- ช่วงในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง มีดังนี้
 - 1) 400 mV ความแม่นยำ +/- (0.7%+3)
 - 2) 4 V ความแม่นยำ +/- (0.5%+2)
 - 3) 40 V ความแม่นยำ +/- (0.5%+2)
 - 4) 400 V ความแม่นยำ +/- (0.5%+2)
 - 5) 600 V ความแม่นยำ +/- (0.5%+2)
 - ช่วงในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ มีดังนี้
 - 1) 4 V ความแม่นยำ +/- (1%+5)
 - 2) 40 V ความแม่นยำ +/- (0.8%+5)
 - 3) 400 V ความแม่นยำ +/- (0.8%+5)
 - 4) 600 V ความแม่นยำ +/- (0.8%+5)
 - 5) ช่วงในการวัดกระแสไฟฟ้าตรง มีดังนี้
 - 6) 40 A ความแม่นยำ +/- (2%+5)
 - 7) 400 A ความแม่นยำ +/- (2%+5)

(ลงชื่อ)

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- ช่วงในการวัดกระแสไฟฟ้าตรง มีดังนี้
 - 1) 40 A ความแม่นยำ +/- (2%+5)
 - 2) 400 A ความแม่นยำ +/- (2%+5)
 - 3) ช่วงในการวัดกระแสไฟฟ้าสลับ มีดังนี้
 - 4) 40 A ความแม่นยำ +/- (2%+5)
 - 5) 400 A ความแม่นยำ +/- (2%+5)
 - ช่วงในการวัดความต้านทาน มีดังนี้
 - 1) 400 Ω ความแม่นยำ +/- (1.0%+2)
 - 2) 4 k Ω ความแม่นยำ +/- (0.8%+2)
 - 3) 40 k Ω ความแม่นยำ +/- (0.8%+2)
 - 4) 400 k Ω ความแม่นยำ +/- (0.8%+2)
 - 5) 4 M Ω ความแม่นยำ +/- (2.5%+5)
 - 6) 40 M Ω ความแม่นยำ +/- (2.5%+5)
 - ช่วงในการวัดค่าความจุ มีดังนี้
 - 1) 40 nF ความแม่นยำ +/- (4%+5)
 - 2) 400 nF ความแม่นยำ +/- (4%+5)
 - 3) 4 uF ความแม่นยำ +/- (4%+5)
 - 4) 40 uF ความแม่นยำ +/- (4%+5)
 - 5) 400 uF ความแม่นยำ +/- (4%+5)
 - 6) 4 mF ความแม่นยำ +/- 10%
 - 7) 40 mF ความแม่นยำ +/- 10%
- 3.2.2. มีชุดสายที่ใช้ในการทดสอบมาให้พร้อมใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 3.3. ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
- 3.3.1. ถังมือถักเคลือบ PU จำนวน 1 คู่
 - 3.3.2. ถังมือยาง จำนวน 1 คู่
 - 3.3.3. ไชควงแหวนแบบมีฉนวนหุ้ม สำหรับชั้นยึดนี้้อต จำนวน 1 ชิ้น
 - 3.3.4. แวนกันลม จำนวน 1 ชิ้น
 - 3.3.5. ผ้าเช็ดอุปกรณ์ จำนวน 1 ผืน
-
- 3.4. หัวข้อการเรียนรู้ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมภายในยานยนต์ไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้
- 3.4.1. หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบควบคุมที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า
 - 3.4.2. หลักการทำงานพื้นฐานของเซ็นเซอร์ ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า
 - 3.4.3. การตรวจวัดเซ็นเซอร์ ที่ใช้บอกตำแหน่งการทำงานของฮับมอเตอร์
 - 3.4.4. วงจรที่ใช้ภายในรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งาน
 - 3.4.5. การประกอบเชื่อมต่อสายไฟฟ้าในวงจรยานยนต์ไฟฟ้า
 - 3.4.6. หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า
 - 3.4.7. การตั้งค่าและใช้งานของเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า
 - 3.4.8. เรียนรู้ความปลอดภัยในการทำงานตามมาตรฐานสากล

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

3.5 วิทยากรผู้อบรม ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ระบบควบคุมภายในยานยนต์ไฟฟ้า ให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ที่เกี่ยวข้อง ตามรายละเอียดข้อ 3.4 ณ สถานที่ติดตั้ง ต้องได้รับมาตรฐานพร้อมมีเอกสารรับรองผู้ผ่านการสอบมาตรฐาน Thai meister Germany ด้าน electrical engineering, Pyrotechnics & Aircondition, chassis, braking systems, Motor management & mechanics, Diagnostic system, Data transmission technology หรือเทียบเท่า พร้อมแนบเอกสารรับรองมาในวันที่ยื่นข้อเสนอเพื่อประกอบการพิจารณา

ชื่อรายการประกอบที่ 4 ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การถอดประกอบยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการดัดแปลงสู่ EV
CONVERSION จำนวน 5 สถานี

- 4.1. ชุดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับถอดประกอบ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้
- 4.1.1. โครงสร้างทำจากเหล็กอย่างดีเป็นตัวถังที่ผลิตจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาป
 - 4.1.2. ชุดใช้คหน้าและชุดใช้คหลัง
 - 4.1.3. มีชุดล้อแม็กพร้อมยาง จำนวน 4 ล้อ ขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว
 - 4.1.4. ชุดดีสเบรคหน้าแบบคาลิปเปอร์เบรค ด้านหลังแบบดรัมเบรค
 - 4.1.5. ระบบปั้มเบรคพร้อมระบบหม้อลมเบรคและระบบสร้างแรงดันไฟฟ้า
 - 4.1.6. กล่องควบคุมการทำงานภายในของยานยนต์ไฟฟ้า
 - 4.1.7. กล่องแปลงแรงดันไฟฟ้า DC – DC 12V
 - 4.1.8. มีชุดรองรับการชาร์จแบบ TYPE 2 พร้อมระบบรองรับออนบอร์ดชาร์จเจอร์และเบรกเกอร์ควบคุมเพื่อความปลอดภัย
 - 4.1.9. ชุดสวิตช์กุญแจ พร้อมลูกกุญแจ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 4.1.10. ชุดคันเร่ง แป้นเหยียบเบรค สวิตช์ไฟต่าง ๆ เช่น ไฟหน้า, ไฟเลี้ยว และแตร ไฟท้าย สภาพสมบูรณ์ครบถ้วน
 - 4.1.11. ชุดเบาะไม่น้อยกว่า 1 คู่เพื่อทดสอบการขับเคลื่อน
 - มีระบบปรับอากาศพร้อมระบบส่งความเย็นและระบายความร้อนและคอมเพรสเซอร์ไฟฟ้า
 - มีระบบประตูไม่น้อยกว่า 4 บาน พร้อมกระจกอำนวยความมืดแบบไฟฟ้าทั้ง 4 บาน
 - มีขนาดตัวถังไม่น้อยกว่า 3,000x1,400,1600 มม.
 - ผู้เสนอราคาจะต้องทำการดัดแปลงระบบต่าง ๆ เพื่อรองรับระบบการติดตั้งให้สามารถพร้อมใช้งานได้อย่างถูกต้อง
 - เป็นระบบขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนล้อหน้าหรือล้อหลัง
 - มีกระจกมองข้างทั้งซ้ายและขวา
 - ระบบรองรับการสิ้นสະเทือนด้านหน้าแบบแมคเฟอร์สันสตรัทและด้านหลังแบบสปริง

(ลงชื่อ).....
(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- ระบบจำลองสถานการณ์แสดงผลผ่านจอสัมผัส มีรายละเอียดดังนี้
 - สามารถทำงานได้ในระบบจำลองงานผ่านแอปพลิเคชัน Android หรือ IOS ได้
 - มีระบบป้องกันแบบรหัสผ่านไม่น้อยกว่า 7 หลัก
 - เป็นระบบที่สามารถตัดสถานะการทำงานได้แบบไร้สาย ไม่น้อยกว่า 20 จุดดังนี้
 - 1.VCPA1
 - 2.VPA1
 - 3.VCPA2
 - 4.VPA2
 - 5.THW
 - 6.BVS
 - 7.AVCC
 - 8.BT
 - 9.ACH
 - 10.ACL
 - 11.FRONT L/H
 - 12.FRONT R/H
 - 13.REAR L/H
 - 14.REAR R/H
 - 15.HORN
 - 16.WASHER
 - 17.BELT
 - 18.STOP
 - 19.TAIL
 - 20.REVERSE
 - มีขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว 16:9 TFT หรือดีกว่า
 - มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 700×400 หรือดีกว่า

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- เป็นจอแสดงผลแบบ LED Backlight
- ค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 200 cd/m² หรือดีกว่า
- จอภาพสามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง
- สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมผ่านทาง USB SLAVE/Serial port หรือ ดีกว่า
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 VDC หรือดีกว่า
- เป็นชุดแสดงผลที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างสมบูรณ์
- สามารถรองรับระบบปฏิบัติการควบคุมโครงข่ายระบบได้
พร้อมมีตัวอย่างการทำงานดังนี้
 - Power Industry
 - Transportation
 - Packaging Industry
 - E&C Industry
 - Textile Industry
 - Medical Industry
 - ระบบดังกล่าวเป็นตัวอย่างการจำลองพร้อมภาพจำลองเคลื่อนไหว
- ภายในซอฟต์แวร์สามารถรองรับการเขียนคำสั่งของ PLC ที่
สามารถต่อรวมได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
 - Hitachi
 - Bosch Rexroth
 - Mitsubishi FX3U, Fx5U
 - Delta
 - Emerson EC10
 - Fatek
 - Fuji SPB
 - omron
 - Schneider
 - Siemens
 - Yokogawa
 - Yaskawa
 - Toshiba
 - อื่นๆถ้ามี

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- เป็นจอแสดงผลที่ได้รับมาตรฐาน CE หรือ มาตรฐานอุตสาหกรรมพร้อมแนบเอกสารรับรองมาตรฐานมาในวันยื่นข้อเสนอ
- ควบคุมการทำงานเครื่องสร้างสถานการณ์แบบไร้สายผ่านการเชื่อมต่อ wifi ได้
- สามารถสื่อสารผ่านมาตรฐาน TCP/IP ได้
- สนับสนุนระบบ DHCP
- สนับสนุนรหัสผ่านเพื่อความปลอดภัยของเครื่องจำลองของเครื่องสร้างสถานการณ์
- รองรับการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ บนระบบปฏิบัติการ Windows/Linux/Mac
- เป็นชุดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้แบบกระเป๋าหรือกล่องควบคุมที่มีความแข็งแรงทนทาน

4.2. เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า (Digital Meter) จำนวน 1 เครื่อง รายละเอียดดังนี้

- 4.2.1. สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Current) ได้ หรือดีกว่า
- 4.2.2. สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) ได้ หรือดีกว่า
- 4.2.3. สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage) ได้ หรือดีกว่า
- 4.2.4. สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ (AC Voltage) ได้ หรือดีกว่า
- 4.2.5. สามารถวัดค่าความต้านทาน (Resistance) ได้ หรือดีกว่า
- 4.2.6. สามารถวัดค่าความถี่ (Frequency) ได้ หรือดีกว่า
- 4.2.7. มีจอแสดงผล LED แบบดิจิทัล พร้อมไฟแบล็คไลท์ เพื่อให้แสดงข้อมูลอย่างชัดเจน
- 4.2.8. มีชุดสายที่ใช้ในการทดสอบมาให้พร้อมใช้งาน จำนวน 1 ชุด

4.3. ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้

- 4.3.1. ชุดเครื่องมือหุ้มฉนวนที่สามารถกันไฟได้อย่างน้อย 1000 V จำนวน 41 ชิ้น ประกอบไปด้วย
 - คีมปากแหลมหุ้มฉนวน จำนวน 1 ชิ้น
 - คีมปากจิ้งจกหุ้มฉนวน จำนวน 1 ชิ้น
 - ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนแบบ SL3.0x75 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนแบบ SL4.0x100 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนแบบ SL5.5x125 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ไขควงปากแฉกหุ้มฉนวนแบบ Phillips Screwdriver : PH1x80 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ไขควงปากแฉกหุ้มฉนวนแบบ Phillips Screwdriver : PH2x100 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 10 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 11 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 12 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 13 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 14 มม. จำนวน 1 ชิ้น

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 17 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด 19 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ไชควงเช็คไฟหุ้มฉนวนขนาด 3x70 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - มีดตัดสายเคเบิลหุ้มฉนวนขนาด 50x180 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - กรรไกรช่างไฟฟ้าหุ้มฉนวนขนาด 6 นิ้ว จำนวน 1 ชั้น
 - ประแจเลื่อนหุ้มฉนวนขนาด 10 นิ้ว จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 12 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 13 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 14 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 16 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 17 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 19 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 22 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 24 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 27 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 30 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 32 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์เตื่อยไพล์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์เตื่อยไพล์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 5 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์เตื่อยไพล์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 6 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ลูกบ็อกซ์เตื่อยไพล์หุ้มฉนวนแบบ 6 เหลี่ยม 1/2 นิ้ว ขนาด 8 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ประแจแหวนหุ้มฉนวนขนาด 14 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ประแจแหวนหุ้มฉนวนขนาด 17 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ประแจแหวนหุ้มฉนวนขนาด 19 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ข้อต่อบ็อกซ์หุ้มฉนวน 1/2 นิ้ว ขนาด 125 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ข้อต่อบ็อกซ์หุ้มฉนวน 1/2 นิ้ว ขนาด 250 มม. จำนวน 1 ชั้น
 - ด้ามพริหุ้มฉนวน 1/2 นิ้ว จำนวน 1 ชั้น
 - ด้ามขันตัวที่หุ้มฉนวน 1/2 นิ้ว จำนวน 1 ชั้น
 - เทปพันสายไฟ จำนวน 1 ม้วน
 - ชุดเครื่องมือบรรจุในกล่องพลาสติก MBC แข็งแรง ทนทาน
- 4.3.2. ถังมือถักเคลือบ PU จำนวน 1 คู่
- 4.3.3. ถังมือยาง จำนวน 1 คู่
- 4.3.4. แวนกันลม จำนวน 1 ชั้น
- 4.3.5. แผ่นยางรองพื้น จำนวน 1 ผืน
- 4.3.6. ผ้าเช็ดอุปกรณ์ จำนวน 1 ผืน
- 4.3.7. รถเข็นเครื่องมือช่างแบบมีลิ้นชัก จำนวน 1 คัน

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

- 4.4. หัวข้อการเรียนรู้ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้การถอดประกอบยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง รายละเอียดดังนี้
- 4.4.1. เรียนรู้หลักการทำงานทั้งหมดภายในยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการนำไปต่อยอดในการสร้างเสริม และซ่อมแซมระบบให้ดีขึ้นในอนาคต
 - 4.4.2. เรียนรู้หลักการถอดชิ้นส่วนออกจากโครงสร้าง เพื่อการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและปลอดภัย
 - 4.4.3. เรียนรู้หลักการประกอบชิ้นส่วนจนกลายเป็นยานยนต์หนึ่งคัน ให้ถูกต้องและปลอดภัย
 - 4.4.4. เรียนรู้วงจรที่ใช้ภายในยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งาน

ชื่อรายการประกอบที่ 5 ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้บอร์ดควบคุมระบบอัตโนมัติไฟฟ้า จำนวน 5 สถานี

- 5.1. หน่วยประมวลผลหลักมีอย่างน้อย 2 Core ที่สามารถแยกกันควบคุมกันได้ และสามารถปรับความเร็วของ CPU ได้ตั้งแต่ 80 MHz ถึง 240 MHz หรือดีกว่า
 - 5.2. รองรับการเชื่อมต่อโมดูล Wi-Fi ,Bluetooth ,Bluetooth LE MCU สามารถใช้งานได้กับงานที่ต้องการพลังงานต่ำ หรืองานที่ต้องการประมวลผลเสียง การสตรีมเพลง และการถอดรหัส MP3
 - 5.3. มีหน่วยความจำ (RAM) ขนาด 520 KB และโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Current) มีค่าการบริโภคกระแสน้อยกว่า 5 ไมโครแอมป์ หรือดีกว่า
 - 5.4. รองรับการเชื่อมต่อกับ SD card, Ethernet, SPI, UART, I2S, I2C, capacitive touch sensors, Hall sensors หรือดีกว่า
 - 5.5. แผงวงจรควบคุมรองรับแรงดันไฟเลี้ยง 24 โวลต์ดีซี มีขั้วต่อใช้งาน VCC,0V,COM
 - 5.6. มีอินพุต จำนวน 6 ช่องสัญญาณ พร้อมไฟแอลอีดีแสดงสถานะสัญญาณ
 - 5.7. มีช่องสัญญาณเอาต์พุต 4 ช่องแบบรีเลย์พร้อมไฟแอลอีดีแสดงสถานะสัญญาณ
 - 5.8. รองรับการเชื่อมต่อ WiFi พร้อมเสาอากาศ หรือดีกว่า
 - 5.9. มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อแบบ RJ45 1 ช่อง หรือดีกว่า
 - 5.10. รองรับการสื่อสารแบบ RS485, ModbusRTU, ModbusTCP พร้อมไฟแอลอีดีแสดงสถานะ หรือดีกว่า
 - 5.11. มีช่องสำหรับการโปรแกรมเป็นแบบมินิยูเอสบี (micro USB Port) หรือดีกว่า
 - 5.12. รองรับการเขียนโปรแกรมภาษาซี Arduino IDE หรือ VSCode หรือโปรแกรมอื่นที่รองรับภาษาซี
 - 5.13. รองรับการเขียนโปรแกรม พีแอลซีแล็คเตอร์ (Ladder PLC)
 - 5.14. สามารถเปิดโปรแกรมอิดิตเตอร์พร้อมกันได้โดยไม่ต้องลงเฟิร์มแวร์ใหม่
5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ
ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ
พิจารณาตามเกณฑ์ราคา

7. วงเงินในการจัดหา

4,500,000.- บาท (สี่ล้านห้าแสนบาทถ้วน)

8. งานงวดและการจ่ายเงิน

จ่ายชำระงวดเดียว เมื่อผู้ขายดำเนินการติดตั้งและส่งมอบพัสดุตามสัญญาครบถ้วนถูกต้อง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

(ลงชื่อ).....


(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)

9. อัตราค่าปรับ

ปรับเป็นรายวัน อัตราร้อยละ 0.20 ของมูลค่าของครุภัณฑ์ที่ยังไม่ได้รับมอบ

10. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

รับประกันสินค้า 1 ปี นับถัดจากวันที่ได้รับส่งมอบงาน และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว

11. สถานที่ติดต่อเพื่อขอรับทราบข้อมูลเพิ่มเติม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โทร. 0-2665-3777 ต่อ 7151

12. เงื่อนไข

1. รับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 1 ปี นับถัดจากวันที่ตรวจรับเรียบร้อยแล้ว
2. ชุติฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน หรือผ่านการใช้งานมาก่อน
3. รายการที่ 1-2 บริษัทผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยรับรองจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทย พร้อมแนบมากับการยื่นประกวดราคาเพื่อสะดวกในการบริการหลังการขายและการซ่อมบำรุง
4. มีเอกสารประกอบการเรียนรู้ภาษาไทยหรืออังกฤษ จำนวน 1 ชุด ในรูปแบบเล่มหรือรูปแบบไฟล์ PDF ใน USB Drive โดยมีเนื้อหาครอบคลุมตามหัวข้อของรายละเอียดของชุดฝึกรายการที่ 1-5 พร้อมแนบมาในวันที่ตรวจรับ
5. มีการฝึกอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรของสถานศึกษา จำนวนอย่างน้อย 2 วัน หลังจากส่งมอบตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

(ลงชื่อ).....

(ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ)