

ร่างขอบเขตของงาน
สำหรับการซื้อ ชุดครุภัณฑ์เพื่อสนับสนุนการจัดตั้ง EV Training Center
ตามมาตรฐานสากล มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานฝีมือแรงงาน ในระยะที่ ๑
จำนวน ๑ ชุด

๑. ความเป็นมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เปิดการเรียนการสอนในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งภารกิจหลักของมหาวิทยาลัยนั้นให้ผู้สำเร็จการศึกษาเป็นนักปฏิบัติที่มีความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีและนวัตกรรม ประกอบกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีจุดเน้นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ของประเทศตามกรอบอุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ (New S-Curve) ด้านยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้น เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาเป็นนักปฏิบัติที่มีความเชี่ยวชาญนั้น มหาวิทยาลัยฯ จำเป็นต้องมีเครื่องมือในการฝึกทักษะที่มีความเพียงพอพร้อมทันสมัยสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักศึกษาในทุกๆระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า จำเป็นต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มศักยภาพการ จัดการเรียน การสอน รองรับการผลิตบุคลากรด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงสามารถจัดฝึกอบรมด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานสากล มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานฝีมือแรงงาน รวมทั้งเพื่อสร้างความรู้เฉพาะทางให้กับอาจารย์ และนักศึกษา นำไปบริการด้านวิชาการแก่สังคมได้ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะพัฒนาทักษะนักศึกษาของมหาวิทยาลัยให้มีความรู้ ความสามารถในการศึกษาให้ทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อเพิ่มศักยภาพการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับภาคอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และรองรับการผลิตบุคลากรด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

๒.๒ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนนักศึกษาทุกระดับให้สอดคล้องกับการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

๒.๓ เพื่อจัดฝึกอบรมด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานสากล มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานฝีมือแรงงาน รวมทั้งเพื่อสร้างความรู้เฉพาะทางให้กับอาจารย์ นักศึกษา และบุคลากรภาคอุตสาหกรรมเพื่อให้บริการด้านวิชาการแก่สังคม

๒.๔ เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนวิชาด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

๒.๕ เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยด้านการจัดการการศึกษาให้มีคุณภาพและด้านการบริการวิชาการแก่สังคม

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวดิน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๓. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวาง การแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน เว้นแต่ในกรณีกิจการร่วมค้าที่มีข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นสามารถใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

กรณีมีข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงดังกล่าวจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่ และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญา มากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตินกร ภูวติน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีผลการดำเนินงานบ่งแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า ๒ ล้านบาท

(๓) สำหรับการซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน ๙๐ วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบโดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน)

(๕) กรณีตาม (๑) - (๔) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(๕.๑) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(๕.๒) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ ๑๐) พ.ศ. ๒๕๖๑

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

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวดิน)
(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๖๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๖๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๗,๐๐๐,๐๐๐ บาท (เจ็ดล้านบาทถ้วน)

๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

๙. เงื่อนไขและการจ่ายเงิน

มหาวิทยาลัยฯ จะจ่ายเงินให้กับผู้ขาย เมื่อมหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบสิ่งของถูกต้องครบถ้วนตามที่กำหนด

๑๐. อัตราค่าปรับ

อัตราค่าปรับกำหนดให้คิดในอัตราร้อยละ ๐.๒๐ ของราคาค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน

๑๑. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

การรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องของสิ่งของ เป็นระยะเวลา ๑ ปี นับถัดจากวันที่มหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบสิ่งของทั้งหมดไว้โดยถูกต้องครบถ้วนตามที่กำหนด โดยต้องรีบจัดการซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้ดังเดิมภายใน ๑๕ วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่อง

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. อาจารย์ ดร.ประจวบ	อินระวงศ์	ประธานกรรมการ	
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวติน		กรรมการ	
๓. อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร	ก่องนอก	กรรมการและเลขานุการ	

ลงชื่อ (ผู้อนุมัติ)

(รองศาสตราจารย์ไมเชิด ศรีภูธร)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
สำหรับการซื้อ ชุดครุภัณฑ์เพื่อสนับสนุนการจัดตั้ง EV Training Center
ตามมาตรฐานสากล มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานฝีมือแรงงาน ในระยะที่ ๑
จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑.๑ ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่พลังงาน (Integrated power battery workstation) จำนวน ๒ ชุด

๑.๑.๑ คุณลักษณะทั่วไป

ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่พลังงานนี้ถูกอ้างอิงจากส่วนประกอบของระบบจัดการแบตเตอรี่ของยานยนต์พลังงานใหม่ โดยจะมีการจัดเตรียมส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการแบตเตอรี่ ซึ่งสามารถรองรับความต้องการสำหรับการสอนเกี่ยวกับการทดสอบส่วนประกอบหลักของระบบจัดการแบตเตอรี่ การแบ่งและจัดประเภทความจุของเซลล์แบตเตอรี่ การคัดแยก การประกอบโมดูลแบตเตอรี่ การประกอบระบบ และการตรวจสอบความสามารถในการทำงานของระบบได้อย่างครบถ้วน และสามารถใช้งานได้ในด้านการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในหลักการโครงสร้าง การทำงาน และการประกอบของระบบจัดการแบตเตอรี่พลังงานได้อย่างครบถ้วน อย่างน้อยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๑.๑.๑.๑ มีการจัดเตรียมโต๊ะปฏิบัติการที่ติดตั้งฉนวนไฟฟ้า สำหรับการสอนและฝึกอบรมเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโครงสร้างของส่วนประกอบ การประกอบ และการเชื่อมต่อสายไฟของระบบจัดการแบตเตอรี่

๑.๑.๑.๒ มีการใช้สวิตช์สำหรับการบำรุงรักษา รองรับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการประกอบและการเดินสายวงจรสำหรับสวิตช์เหล่านี้

๑.๑.๑.๓ ระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS) จะต้องสามารถรวบรวมข้อมูลแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แบตเตอรี่ ๒๔ เซลล์ และอุณหภูมิของแบตเตอรี่แพ็คเกจไดนามิกได้แบบเรียลไทม์ ค่า SOC (State of Charge) แรงดันเซลล์แบตเตอรี่ กระแสการชาร์จและการคายประจุ แรงดันรวมของชุดแบตเตอรี่ อุณหภูมิ และข้อมูลอื่นๆ จะถูกส่งไปยังหน้าจอมัลติมีเดียขนาด ๓๒ นิ้ว ผ่าน CAN bus หน้าจอสัมผัส และซอฟต์แวร์ดิจิทัล

๑.๑.๑.๔ ใช้โมดูลแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต พร้อมติดตั้งฐานรองรับและเชื่อมต่อสำหรับเชื่อมต่อ เพื่อรองรับการถอดประกอบเข้าและการฝึกอบรมเกี่ยวกับแบตเตอรี่ โมดูลแบตเตอรี่หนึ่งหน่วยประกอบด้วยเซลล์แบตเตอรี่ ๔ เซลล์ และต้องมีทั้งหมด ๖ โมดูล

๑.๑.๑.๕ มีการติดตั้งอินเทอร์เฟซการชาร์จและโมดูลออนบอร์ดชาร์จเจอร์ที่เป็นไปตามมาตรฐานสากลของยานพาหนะ สำหรับการติดตั้งและปรับแต่งเครื่องชาร์จ หลังจากการติดตั้งและปรับแต่งเสร็จสิ้นระบบสามารถชาร์จผ่านสถานีชาร์จได้

๑.๑.๑.๖ มีคอนแทคเตอร์แรงดันสูงสำหรับการชาร์จและการคายประจุ ใช้ในการสอนและฝึกอบรมเกี่ยวกับการติดตั้งและการเดินสายวงจรของคอนแทคเตอร์แรงดันสูง

๑.๑.๑.๗ มีโมดูล DC/DC สำหรับการติดตั้งและการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเดินสายวงจรของโมดูล DC/DC

๑.๑.๑.๘ มีตัวต้านทานพรีชาร์จและคอนแทคเตอร์พรีชาร์จ สำหรับการสอนและการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเดินสายวงจรของวงจรพรีชาร์จ

๑.๑.๑.๙ มีเครื่องทดสอบความต้านทานภายในสำหรับคัดแยกเซลล์แบตเตอรี่

๑.๑.๑.๑๐ มีเครื่องปรับสมดุลแบตเตอรี่สำหรับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการปรับสมดุลของเซลล์แบตเตอรี่

๑.๑.๑.๑๑ ต้องมีสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวดิน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๑.๑.๒. คุณสมบัติทางเทคนิค

๑.๑.๒.๑ ชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่พลังงาน

๑.๑.๒.๑.๑ รายการอุปกรณ์ที่ต้องมีในชุดนี้ ประกอบไปด้วยอย่างน้อย:

- (๑) ชุดออนบอร์ดชาร์จเจอร์ ๑ ชุด
- (๒) ชุดสวิตช์บำรุงรักษา ๑ ชุด
- (๓) ชุดเซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า ๑ ชุด
- (๔) ชุดตัวรับชาร์จไฟ AC ๑ ชุด
- (๕) ชุดตัวต้านทานพรีชาร์จ ๑ ชุด
- (๖) ชุดแหล่งจ่ายไฟเสริม ๑ ชุด
- (๗) ชุดโมดูล DC/DC ๑ ชุด
- (๘) ชุดคอนแทคเตอร์แรงดันสูง ๔ ชุด
- (๙) ชุดโมดูลจัดการพลังงาน BMS ๑ ชุด
- (๑๐) ชุดสายไฟแรงดันสูงและแรงดันต่ำ ๑ ชุด
- (๑๑) หน้าจอแสดงผล ๑ ชิ้น
- (๑๒) โหลดสำหรับคายประจุ ๑ ชิ้น

๑.๑.๒.๑.๒ ข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์และพารามิเตอร์

- (๑) แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่แพ็ค: $\geq$ DC ๗๖V
- (๒) แรงดันไฟฟ้าใช้งาน: DC ๑๒V

๑.๑.๒.๑.๓ ข้อกำหนดฮาร์ดแวร์สำหรับอุปกรณ์สอนอัจฉริยะ

- (๑) ความละเอียดหน้าจอ: $\geq$ ๑๙๒๐ x ๑๐๘๐ พิกเซล
- (๒) ประเภทหน้าจอ: LED

๑.๑.๒.๒ ชุดอุปกรณ์ช่วยสอนสำหรับโครงสร้างไฟฟ้า การติดตั้ง และการปรับแต่งแบตเตอรี่กำลัง

๑.๑.๒.๒.๑ ข้อกำหนดเครื่องมือสนับสนุนและวัสดุสิ้นเปลือง

ชุดอุปกรณ์ช่วยสอนสำหรับโครงสร้างไฟฟ้า การติดตั้ง และการปรับแต่งของแบตเตอรี่กำลัง ต้องมีเครื่องมือที่ใช้สำหรับการถอดและประกอบทั่วไป เครื่องมือทดสอบ และวัสดุสิ้นเปลืองสำหรับการฝึกอบรม

๑.๑.๒.๒.๒ เครื่องมือสำหรับการถอดและประกอบ

- (๑) ประแจปากตายหุ้มฉนวนขนาด ๑๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๒) ลูกบล็อกลูกหุ้มฉนวน H๔ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๓) ลูกบล็อกลูกหุ้มฉนวน H๕ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๔) ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนขนาด ๒.๕x๘๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๕) ไขควงแฉกหุ้มฉนวน PH๑x๑๐๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๖) ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนขนาด ๔.๐x๑๐๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๗) คีมตัดเฉียงหุ้มฉนวน จำนวน ๑ ชิ้น
- (๘) ก้านต่อขนาด ๑/๒ หุ้มฉนวน จำนวน ๑ ชิ้น
- (๙) ประแจดาวหุ้มฉนวนขนาด ๑๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๐) ไขควง H๒.๕ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๑) ลูกบล็อกลูกหุ้มฉนวนขนาด ๑๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินรวงค์)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตินกร ภูวติน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

- (๑๒) ประแจบล็อกด้ามพรีหุ้มฉนวนขนาด ๑/๒ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๓) ไขควงแฉกหุ้มฉนวน PH๒x๑๐๐ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๔) ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนขนาด ๕.๕x๑๒๕ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๕) คีมปากแหลมหุ้มฉนวน จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๖) ประแจดาวหุ้มฉนวนขนาด ๑๓ มม. จำนวน ๑ ชิ้น
- (๑๗) ชุดเครื่องมือถอดข้อต่อ จำนวน ๑ ชุด
- (๑๘) ไขควง H๓ จำนวน ๑ ชิ้น

๑.๑.๒.๒.๓ เครื่องมือทดสอบ

- (๑) มัลติมิเตอร์ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๒) เครื่องทดสอบความต้านทานฉนวน จำนวน ๑ ชิ้น
- (๓) แวนตานิรภัย จำนวน ๑ คู่
- (๔) มัลติมิเตอร์แบบแคลมป์ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๕) เครื่องทดสอบความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ลิเทียม จำนวน ๑ ชิ้น
- (๖) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม LiFePO₄ จำนวน ๑ ชิ้น สำหรับแบตเตอรี่ ๑S (Output DC ≥ ๓.๖๕V)

๑.๑.๒.๒.๔ วัสดุสิ้นเปลือง

- (๑) กล่องเก็บอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๒) เทปพันฉนวน จำนวน ๑ ม้วน
- (๓) คอนแทคเตอร์ DC ขนาด ๔๐A จำนวน ๑ ชิ้น
- (๔) กล่องเก็บน้ำสำหรับขั้วแบตเตอรี่ จำนวน ๑ ชิ้น
- (๕) แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตที่มีข้อบกพร่อง (ชิ้นส่วนปกติ) จำนวน ๑ ชิ้น
- (๖) แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตที่มีข้อบกพร่อง (ชิ้นส่วนที่เสียหาย) จำนวน ๑ ชิ้น

๑.๑.๓ คุณสมบัติอื่นๆ

๑.๑.๓.๑ ข้อกำหนดสำหรับงานสอนและฝึกอบรม

- (๑) การติดตั้งและเดินสายสวิตช์บำรุงรักษา
- (๒) การติดตั้งและเดินสายเครื่องชาร์จออนบอร์ดและช่องเสียบชาร์จ
- (๓) การติดตั้งและเดินสายคอนแทคเตอร์แรงดันสูง
- (๔) การเดินสายระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS)
- (๕) การคัดแยกเซลล์แบตเตอรี่
- (๖) การประกอบโมดูลแบตเตอรี่
- (๗) การติดตั้งและเดินสายตัวต้านทานพรีชาร์จและคอนแทคเตอร์พรีชาร์จ
- (๘) การติดตั้งและเดินสายโมดูล DC/DC
- (๙) การติดตั้งและเดินสายโมดูล BMS
- (๑๐) การติดตั้งและเดินสายเซนเซอร์วัดกระแส

๑.๑.๓.๒ ชุดสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์(ภาษาไทยหรืออังกฤษ) โปรแกรมดิจิทัลสำหรับชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่พลังงาน ประกอบด้วย วัสดุการสอน, แอนิเมชัน, ไฟล์นำเสนอ (PPT), แผนงานแบบฝึกหัด, คำถามสำหรับการประเมินและการรับรองมาตรฐาน และสื่อการสอนอื่นๆ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวติน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

- ๑.๑.๓.๓ ในโปรแกรมดิจิทัลอย่างน้อยประกอบไปด้วย
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๑ ความปลอดภัยแรงดันสูงและมาตรฐานการให้บริการ
- งานที่ ๑.๑ มาตรการความปลอดภัยแรงดันสูงและการป้องกัน
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๒ ความเข้าใจและการทดสอบเซลล์แบตเตอรี่
- งานที่ ๒.๑ โครงสร้างและการวัดค่าของเซลล์แบตเตอรี่แต่ละเซลล์
- งานที่ ๒.๒ หลักการทำงานของเซลล์แบตเตอรี่
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๓ ความเข้าใจและโครงสร้างทางไฟฟ้าของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า
- งานที่ ๓.๑ องค์ประกอบและหน้าที่ของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า
- งานที่ ๓.๒ โครงสร้างทางไฟฟ้าของระบบจัดการพลังงาน
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๔ การตรวจสอบ การวินิจฉัย และการบำรุงรักษาชุดแบตเตอรี่พลังงาน
- งานที่ ๔.๑ การเปลี่ยนชุดแบตเตอรี่พลังงาน
- งานที่ ๔.๒ การเปลี่ยนโมดูลแบตเตอรี่พลังงาน
- งานที่ ๔.๓ การทดสอบประสิทธิภาพการปิดผนึกของแบตเตอรี่พลังงาน
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๕ การตรวจสอบ การวินิจฉัย และการบำรุงรักษากลับจ่ายไฟแรงดันสูง
- งานที่ ๕.๑ การเปลี่ยนกล่องจ่ายไฟแรงดันสูง
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๖ การตรวจสอบ การวินิจฉัย และการบำรุงรักษาระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ (BMS)
- งานที่ ๖.๑ เทคโนโลยีการปรับสมดุลเซลล์แบตเตอรี่พลังงาน
- งานที่ ๖.๒ องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบพรีชาร์จ
- งานที่ ๖.๓ โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบล็อกแรงดันสูง
- งานที่ ๖.๔ องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบตรวจสอบอุณหภูมิไฟฟ้า
- งานที่ ๖.๕ หลักการทำงานของสายปรับสมดุลศักย์ไฟฟ้า
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๗ การตรวจสอบ การวินิจฉัย และการบำรุงรักษาระบบจัดการพลังงานความร้อน
- งานที่ ๗.๑ องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบจัดการพลังงานความร้อน
- สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๘ การทดลองด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่พลังงาน
- งานที่ ๘.๑ การทดลองด้านความปลอดภัยของชุดแบตเตอรี่พลังงาน

๑.๒ ชุดปฏิบัติการระบบชาร์จ (Integrated charging system workstation) จำนวน ๒ ชุด

๑.๒.๑ คุณลักษณะทั่วไป

ชุดปฏิบัติการนี้ถูกพัฒนาขึ้นตามมาตรฐานสากลของแท่นชาร์จ โดยมีแผงสอน ขั้วต่อสายไฟ โมดูลทดสอบการชาร์จ และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับระบบชาร์จ สามารถใช้สำหรับการฝึกปฏิบัติ และการสอนเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ชาร์จไฟแบบ AC การติดตั้งและปรับแต่งแท่นชาร์จ การทดสอบสายไฟ และการทดสอบโหลดการชาร์จได้อย่างครบถ้วน อย่างน้อยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๑.๒.๑.๑ ประกอบด้วยชุดแท่นชาร์จและกล่องทดสอบการตั้งค่า แผงสอน โมดูลทดสอบแท่นชาร์จ หน้าจอแสดงผล และโมดูลอ่านบัตรสำหรับการชาร์จ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวดิน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๑.๒.๑.๒ ชุดแท่นชาร์จและกล่องทดสอบการตั้งค่าถูกออกแบบสำหรับการฝึกติดตั้งและปรับแต่งอุปกรณ์ เช่น คอนแทคเตอร์ AC อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก มาตรวัดไฟฟ้าอัจฉริยะ แหล่งจ่ายไฟเสริม แผงควบคุมหลัก โมดูลล็อกหัวชาร์จ เบรกเกอร์วงจรเดี่ยว สวิตช์เข้าใช้งาน และสวิตช์หยุดฉุกเฉิน เป็นต้น

๑.๒.๑.๓ อุปกรณ์ทดสอบแท่นชาร์จสามารถเลือกโหลดกระแสไฟฟ้าได้ที่ ๑A, ๒A, ๕A, ๘A และ ๑๖A โดยโมดูลโหลดจะมีสวิตช์หยุดฉุกเฉิน ซึ่งสามารถตัดการชาร์จและโมดูลโหลดในกรณีฉุกเฉิน นอกจากนี้ หากโมดูลโหลดมีอุณหภูมิสูงเกินไป อุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิเกินจะส่งสัญญาณเสียงและไฟเตือน พร้อมทั้งตัดการชาร์จโดยอัตโนมัติ

๑.๒.๑.๔ สายไฟแรงดันสูงต้องมีการแยกสีเพื่อให้สามารถแยกแยะได้ง่าย และเชื่อมต่อกับขั้วต่อสายไฟเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของสายไฟเดิมและเพิ่มความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์

๑.๒.๑.๕ ระบบการเดินสายสำหรับการติดตั้งและปรับแต่งต้องใช้บล็อกเชื่อมต่อแบบรางนำเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินสายและช่วยให้สามารถเปลี่ยนส่วนประกอบได้อย่างรวดเร็ว สามารถประกอบได้อย่างอิสระ และช่องเสียบขั้วต่อสายไฟต้องมีขนาด ≥ 8 มม.

๑.๒.๑.๖ แท่นชาร์จต้องมีหน้าจอสัมผัสขนาด ≥ 7 นิ้ว ซึ่งสามารถเลือกโหมดการชาร์จ ตั้งค่าอัตราค่าบริการ ระยะเวลา เวลาชาร์จ และการป้องกันได้ รวมถึงสามารถตรวจสอบข้อมูลข้อผิดพลาดได้ขณะชาร์จ ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ปริมาณการชาร์จ จำนวนเงิน และระยะเวลาชาร์จแบบเรียลไทม์ และสามารถยุติการชาร์จผ่านหน้าจอแสดงผลได้

๑.๒.๑.๗ มีระบบจัดการพลังงานแรงดันสูง โดยสามารถเปิดใช้งานพลังงานแรงดันสูงผ่านการรูดบัตรของผู้สอน หากไม่มีการรูดบัตร ระบบจะอยู่ในโหมดปลอดภัย เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกเดินสายได้อย่างปลอดภัย

๑.๒.๑.๘ แพลตฟอร์มฝึกอบรมรองรับฟังก์ชันการรูดบัตร ซึ่งสามารถใช้เริ่มต้นและสิ้นสุดการชาร์จได้โดยการรูดบัตร

๑.๒.๑.๙ โครงสร้างหลักของชุดปฏิบัติการต้องผลิตจากอะลูมิเนียมโปรไฟล์เกรดอุตสาหกรรม ขนาด $\geq 50 \times 80$ มม. และโครงสร้างหลักของแผงสอนต้องผลิตจากอะลูมิเนียมโปรไฟล์พิเศษ ภายในต้องมีช่องเสียบแผงขนาดอย่างน้อย ๔ ช่อง (ขนาด ๕ มม.) ป้ายชื่อของแผงสอนต้องผลิตจากอะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด $\geq 120 \times 100 \times 20$ มม. พร้อมฝัองอะคริลิก และมีตัวเชื่อมต่อตกแต่ง ABS รองรับทั้งสองด้าน

๑.๒.๑.๑๐ ชุดปฏิบัติการต้องมีลิ้นชักอย่างน้อย ๓ ช่อง ขนาดความยาว ๖๒๐ มม. กว้าง ๓๖๐ มม. และความลึกที่แตกต่างกัน พร้อมตู้เก็บของอย่างน้อย ๒ ตู้ พื้นที่จัดเก็บในลิ้นชักต้องออกแบบให้รองรับรางเลื่อนรับน้ำหนักสูงพร้อมระบบล็อกสองชั้น โดยลิ้นชักแต่ละช่องต้องรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๓๕ กก.

๑.๒.๑.๑๑ ล้อเลื่อนของสถานีฝึกอบรมต้องเป็นล้อโพลียูรีเทน ขนาด ≥ 5 นิ้ว จำนวน ๔ ล้อ โดยล้อจะต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๓๒๐ กก. พร้อมระบบเบรกที่สามารถเคลื่อนย้ายและล็อกได้

๑.๒.๑.๑๒ ต้องมีกล่องเก็บของที่ทำจากวัสดุ ABS จำนวน ๒ กล่อง ขนาด $\geq 510 \times 50 \times 46$ มม. ติดตั้งอยู่ด้านข้างของสถานีฝึกอบรม

๑.๒.๑.๑๓ พื้นโต๊ะของสถานีฝึกอบรมต้องผลิตจากแผ่นไม้บีซีขนาด $\geq 1500 \times 700 \times 25$ มม. พร้อมติดตั้งแผ่นกันกระแทกพิเศษจาก ABS ที่ฐานล่าง

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวติน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๑.๒.๑.๑๔ ต้องมีช่องเสียบปลั๊กไฟ AC๒๒๐V รองรับการใช้งาน

๑.๒.๑.๑๕ ต้องมีสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ)

๑.๒.๒ คุณลักษณะทางเทคนิค

๑.๒.๒.๑ ชุดปฏิบัติการระบบชาร์จ

๑.๒.๒.๑.๑ รายการอุปกรณ์ที่ต้องมีในชุดนี้ ประกอบไปด้วยอย่างน้อย:

- (๑) ชุดประกอบและกล่องทดสอบแท่นชาร์จไฟฟ้า ๑ ชุด
- (๒) แผงสอน ๑ ชุด
- (๓) โมดูลรูดบัตรสำหรับแท่นชาร์จ ๑ ชุด
- (๔) หน้าจอแสดงผล ๑ ชุด
- (๕) โมดูลทดสอบแท่นชาร์จ ๑ ชุด
- (๖) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าแบบเร็ว (DC Charger) ๑ ชุด

๑.๒.๒.๑.๒ ข้อกำหนดและพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์

- (๑) ขนาดของอุปกรณ์ (ยาวxกว้างxสูง): $\geq ๑๕๐๐ \times ๗๐๐ \times ๑๗๐๐$ มม.
- (๒) แรงดันไฟฟ้าขณะทำงาน: AC๒๒๐V ๕๐Hz
- (๓) กระแสไฟฟ้าขณะชาร์จ: ≥ ๓๒ A

๑.๒.๒.๑.๓ ข้อกำหนดฮาร์ดแวร์สำหรับอุปกรณ์สอนอัจฉริยะ

- (๑) ความละเอียดหน้าจอ: $\geq ๑๙๒๐ \times ๑๐๘๐$ พิกเซล
- (๒) ประเภทหน้าจอ: LED

๑.๒.๒.๑.๔ ข้อกำหนดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าแบบเร็ว (DC Charger)

๑.๒.๒.๑.๔.๑ คุณลักษณะทั่วไป

- (๑) พิกัดกำลังไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า ๖๐ กิโลวัตต์
- (๒) ใน ๑ เครื่อง มีหัวจ่ายไม่น้อยกว่า ๒ หัวจ่าย Mode ๔ (Quick Charge) ประกอบด้วยหัวชาร์จ (Plug) DC Combined Charging System: CCS Type ๒ ที่สามารถใช้งานพร้อมกันได้ทั้ง ๑ และ ๒ หัว (รูปแบบหัวจ่ายไฟฟ้าสำหรับหัวชาร์จ DC ตามผู้ผลิต)

(๓) เป็นเครื่องอัดประจุชนิดเร็วด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง ๑๕๐ - ๑๐๐๐ Vdc

(๔) ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC ๖๑๘๕๑-๑, IEC ๖๑๘๕๑-๒๓, IEC ๖๑๘๕๑-๒๔, IEC ๖๒๑๙๖-๑, IEC ๖๒๑๙๖-๓, IEC ๖๑๘๕๑-๒๑-๒ พร้อมแนบเอกสารรับรองการได้รับมาตรฐาน

(๕) ต้องผ่านการทดสอบหมอกเกลือ ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๐๖๘-๒-๕๒ และ/หรือ ผ่านการทดสอบสภาวะกลางแจ้งที่มีความชื้นและมีละออง

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินรวงค์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวดิน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

เกลือ ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๐๖๘-๒-๑๑ พร้อมแนบ Test Report รับรอง
การได้รับมาตรฐาน

(๖) ได้รับมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ (Ingress Protection) ที่
IP๕๔ หรือดีกว่า และมาตรฐานการป้องกันแรงกระแทกที่ IK๑๐ หรือดีกว่า
๑.๒.๒.๑.๔.๒ คุณลักษณะเฉพาะ

(๑) กระแสไฟฟ้าออกไม่น้อยกว่า ๒๐๐A

(๒) ความยาวสายไม่น้อยกว่า ๕ เมตร

(๓) มีประสิทธิภาพการทำงานไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๕ ที่การใช้งานสูงสุด

(๔) สามารถใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงไม่น้อยกว่า ๔๕ องศาเซลเซียส

(๕) ต้องมีระบบการป้องกัน กระแสเกิน (Over current), แรงดันไฟฟ้าต่ำ -
สูง (Undervoltage/Overvoltage), ไฟกระชาก (Surge protection), ความร้อนสูง
เกิน (Over temperature)

(๖) หน้าจอ ต้องเป็นระบบจอแสดงผลแบบ LCD และระบบสัมผัส ขนาด
หน้าจอไม่น้อยกว่า ๗ นิ้ว (มุมทแยง) รองรับการแสดงผลเป็นภาษาไทย และ/หรือ
ภาษาอังกฤษพร้อมกัน, สามารถแสดงค่าแรงดันไฟฟ้า (V), กระแสไฟฟ้า (A),
กำลังไฟฟ้า (kW), และพลังงาน (kWh) บนหน้าจอ และสามารถบันทึกประวัติการ
ทำงานในเครื่องได้

(๗) ต้องมีปุ่มกด emergency อย่างน้อย ๑ จุด อยู่ในจุดที่ใช้งานได้สะดวก
มองเห็นได้ง่าย และมีไฟแสดงสถานะให้เห็นได้เด่นชัด

(๘) สามารถเชื่อมโยงเครือข่าย ๔G, LTE, LAN หรือดีกว่า

(๙) รองรับระบบการยืนยันตัวตนผู้ใช้งานการชาร์จด้วย RFID ตามมาตรฐาน
๑.๒.๒.๒ ชุดอุปกรณ์ช่วยสอนสำหรับการติดตั้งและปรับแต่งอุปกรณ์ชาร์จ

๑.๒.๒.๒.๑ ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

ชุดอุปกรณ์ช่วยสอนสำหรับการติดตั้งและปรับแต่งอุปกรณ์ชาร์จ ถูกใช้ร่วมกับชุด
ปฏิบัติการฝึกอบรมการติดตั้งและปรับแต่งอุปกรณ์ชาร์จ และมาพร้อมกับเครื่องมือถอด
ประกอบ เครื่องมือทดสอบ และวัสดุสิ้นเปลือง

๑.๒.๒.๑.๒ เครื่องมือสำหรับการถอดและประกอบ

(๑) ไขควงฉนวนแบบแฉกขนาด ๑๐๐ มม. ๑ ชิ้น

(๒) ไขควงฉนวนแบบแฉกขนาด ๘๐ มม. ๑ ชิ้น

(๓) กรรไกรฉนวน ๑ ชิ้น

(๔) ไขควงฉนวนหัวหกเหลี่ยมขนาด H๒.๕ ๑ ชิ้น

(๕) ไขควงฉนวนแบบปากแบนขนาด ๑๒๕ มม. ๑ ชิ้น

(๖) ไขควงฉนวนแบบปากแบนขนาด ๘๐ มม. ๑ ชิ้น

(๗) ไขควงฉนวนหัวหกเหลี่ยมขนาด H๓ ๑ ชิ้น

(๘) คีมปากแหลมฉนวน ๑ คู่

๑.๒.๒.๑.๓ เครื่องมือทดสอบ

(๑) ถังมือฉนวน ๑ คู่

(๒) แผ่นรองฉนวน ๑ ชิ้น

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตินกร ภูวดิน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

- (๓) เครื่องทดสอบความต้านทานฉนวน ๑ ชุด
- (๔) คีมจับกระแสไฟฟ้า ๑ ชุด
- (๕) หมวกฉนวน ๑ ชิ้น
- (๖) แวนตานิรภัย ๑ ชิ้น
- (๗) มัลติมิเตอร์ ๑ ชิ้น
- (๘) เครื่องทดสอบความต้านทานดิน ๑ ชุด
- (๙) ปากกาทดสอบไฟฟ้าแบบดิจิตอล ๑ ชุด

๑.๒.๒.๑.๔ วัสดุสิ้นเปลืองที่รองรับ

- (๑) บล็อกสายไฟสี่ตำแหน่ง ๑๔ ชิ้น
- (๒) บล็อกสายไฟสี่ตำแหน่งอิสระ ๑ ชิ้น
- (๓) ชุดอุปกรณ์ประกอบเครื่องป้องกันการรั่วไหล ๑ ชุด
- (๔) บล็อกสายไฟสามตำแหน่ง ๑ ชิ้น
- (๕) เทปฉนวน ๑ ม้วน
- (๖) กล่องเก็บของ ๑ ชิ้น
- (๗) อุปกรณ์ประกอบคอนแทคเตอร์ ๑ ชิ้น

๑.๒.๓ คุณลักษณะอื่นๆ

๑.๒.๓.๑ ข้อกำหนดสำหรับงานสอนและฝึกอบรม

- (๑) การประกอบชิ้นส่วนของแท่นชาร์จ
- (๒) วิธีการใช้งานแท่นชาร์จ
- (๓) การเชื่อมต่อสายไฟของแท่นชาร์จ
- (๔) การตรวจสอบสายไฟของแท่นชาร์จ
- (๕) การยืนยันสายไฟของแท่นชาร์จ
- (๖) การตรวจสอบสายไฟของแท่นชาร์จอีกครั้ง
- (๗) การทดสอบสายไฟของแท่นชาร์จ
- (๘) การหาสาเหตุและแก้ไขปัญหของแท่นชาร์จ

๑.๒.๓.๒ ชุดสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์(ภาษาไทยหรืออังกฤษ) โปรแกรมดิจิทัลสำหรับชุดปฏิบัติการแบตเตอรี่พลังงาน อย่างน้อยประกอบไปด้วย วิดีโอการสอน, แอนิเมชัน, ไฟล์นำเสนอ (PPT), แผ่นงานสำหรับครู, แผ่นงานสำหรับนักเรียน, คำถามสำหรับการประเมินและการรับรองมาตรฐาน และสื่อการสอนอื่นๆ

๑.๒.๓.๓ ในโปรแกรมดิจิทัลอย่างน้อยประกอบไปด้วย

สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๑ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบชาร์จ

งานที่ ๑.๑ โครงสร้างและหน้าที่ของหัวชาร์จ AC และที่ยึดหัวชาร์จ

งานที่ ๑.๒ หลักการชาร์จของ AC

งานที่ ๑.๓ โครงสร้างและหน้าที่ของหัวชาร์จ DC

งานที่ ๑.๔ หลักการชาร์จของ DC

สถานการณ์การเรียนรู้ที่ ๒: การประกอบและปรับแต่งอุปกรณ์ชาร์จ

งานที่ ๒.๑ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของแท่นชาร์จ AC

งานที่ ๒.๒ การประกอบและปรับแต่งแท่นชาร์จ AC

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวสิน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

งานที่ ๒.๓ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของแท่นชาร์จ DC

งานที่ ๒.๔ การเปลี่ยนโมดูลบริหารจัดการพลังงานแบบบูรณาการ

๑.๓ ชุดปฏิบัติการและเรียนรู้ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของยานยนต์ไฟฟ้า (Integrated Electrical and Electronic Workstation) จำนวน ๔ ชุด

๑.๓.๑ คุณสมบัติทั่วไป

ชุดปฏิบัติการและเรียนรู้จะต้องมีส่วนประกอบที่สามารถใช้เรียนรู้ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในยานยนต์ไฟฟ้า โดยออกแบบส่วนต่างๆ เป็นแบบบล็อก จะต้องแสดงส่วนประกอบระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้บ่อยในรถยนต์ (เช่น ตัวต้านทาน, ทรานซิสเตอร์, ฟิวส์, รีเลย์, ขดลวดเหนี่ยวนำและขดลวดสัมพันธ์ ฯลฯ), เซนเซอร์ (เช่น ความดัน, อุณหภูมิ, ความเร็ว, ความสูง ฯลฯ), อุปกรณ์ขับเคลื่อน (เช่น มอเตอร์), คอนโทรลเลอร์ และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบบัสในยานยนต์ไฟฟ้าอย่างครบถ้วน

๑.๓.๒ คุณสมบัติทางเทคนิค

ชุดปฏิบัติการต้องประกอบด้วย โมดูลตัวต้านทาน โมดูลทรานซิสเตอร์ โมดูลตัวเก็บประจุ โมดูลกระแสและแรงดันไฟฟ้า โมดูลเหนี่ยวนำตนเองและเหนี่ยวนำร่วม โมดูลบูสต์ DC โมดูลรีเลย์ แหล่งจ่ายไฟ โมดูลฟิวส์ โมดูลการทดลองวงจร โมดูลการแก้ไขและการกรอง โมดูลมอเตอร์เซอร์โว โมดูลควบคุมการจุดระเบิด โมดูลควบคุมการฉีดน้ำมัน โมดูลควบคุม โมดูลมอเตอร์อะซิงโครนัส AC โมดูลอินเวอร์เตอร์ โมดูลเซ็นเซอร์ความเร็ว ๑ โมดูลเซ็นเซอร์ความเร็ว ๒ โมดูลเซ็นเซอร์อุณหภูมิ โมดูลเซ็นเซอร์ระดับสัญญาณ โมดูลเซ็นเซอร์ระดับน้ำมัน โมดูลเซ็นเซอร์ความสูง โมดูลเซ็นเซอร์ออกซิเจน โมดูลมอเตอร์ปั๊มน้ำฝน โมดูลเกตเวย์ เป็นต้น

๑.๓.๒.๑ ชุดปฏิบัติการแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก: พื้นที่ทดสอบการทำงาน พื้นที่ปฏิบัติการ และพื้นที่จัดเก็บ พื้นที่ทดสอบการทำงานประกอบด้วยโมดูลการตรวจวัดแบบอิสระ จำนวนอย่างน้อย ๒๕ โมดูล ซึ่งสามารถวัดออนไลน์หรือถอดโมดูลเดียวออกเพื่อทดสอบการตรวจวัดได้ พื้นที่ปฏิบัติการใช้สำหรับวางเครื่องมือตรวจวัด เวอร์คชีต และสายเชื่อมต่อ พื้นที่จัดเก็บประกอบด้วยลิ้นชักอะลูมิเนียมอัลลอยด์สามลิ้นชักสำหรับเก็บสายเชื่อมต่อและเครื่องมือทั่วไป

๑.๓.๒.๒ ชุดปฏิบัติการประกอบด้วยฟังก์ชัน อย่างน้อย ๒๕ โมดูล ดังนี้

(๑) โมดูลตัวต้านทาน: ตัวต้านทานความต้านทานคงที่ $2\Omega, 30\Omega, 100\Omega, 1500\Omega$ และ $2M\Omega$ รวมถึงตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ระหว่าง $0-10K\Omega$ และ $0-100K\Omega$

(๒) โมดูลทรานซิสเตอร์: ไดโอดทั่วไป เช่น ไดโอดธรรมดา ไดโอดเปล่งแสง ไดโอดเรียงกระแส ไดโอดปรับแรงดันไฟฟ้า ไดโอดตรวจจับ ทรานซิสเตอร์ NPN และ PNP พร้อมช่องวัดค่า

(๓) โมดูลตัวเก็บประจุ: มีตัวเก็บประจุหลายประเภท เช่น ตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลต์, ตัวเก็บประจุฟิล์ม และตัวเก็บประจุเซรามิก

(๔) โมดูลแรงดันและกระแส: มีหน้าจอดิจิทัลแสดงแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า; สามารถวัดได้ด้วยมัลติมิเตอร์ที่ช่องวัดสำรอง และสามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้

(๕) โมดูลการเหนี่ยวนำ: มีขดลวดการเหนี่ยวนำร่วมและแผนภาพการเหนี่ยวนำร่วมเพื่อจำลองหลักการจุดระเบิดในรถยนต์จริง รวมถึงแผนภาพการเหนี่ยวนำเองและแสดงสถานะ LED; LED สีแดงแสดงถึงสถานะการจ่ายไฟให้ขดลวดตามปกติ ขณะที่ LED สีเขียวแสดงถึงสถานะการจ่ายไฟเหนี่ยวนำเอง

(๖) โมดูลเพิ่มแรงดันไฟฟ้า: ใช้สำหรับการจำลองการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า DC-DC มีหน้าจอดิจิทัล สองตัวแสดงค่าแรงดันก่อนและหลังการเพิ่มแรงดัน รวมถึงรูวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวติน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

(๗) โมดูลอินเวอร์เตอร์: แปลงแรงดันไฟฟ้า DC ๑๒V เป็น AC ๒๒๐V มีหน้าจอดีจิดอล อย่างน้อยสองเครื่องแสดงค่าแรงดันก่อนและหลังการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และมีรูวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า

(๘) โมดูลรีเลย์: มีรีเลย์ ๔ ขาและ ๕ ขาที่ใช้ทั่วไป รวมถึงรีเลย์สองสถานะที่ทันสมัย และรีเลย์ที่มีการเชื่อมต่อสองทาง แสดงให้เห็นถึงหลักการของรีเลย์ประเภทต่างๆ มีรู้สำหรับการเชื่อมต่อวงจร DIY เพื่อให้เกิดการทำงานของรีเลย์ และมีเคสโปร่งใสสำหรับดูสถานะการทำงานของสัมผัสรีเลย์ได้

(๙) โมดูลแหล่งจ่ายไฟ/ฟิวส์: ใช้วัดแหล่งจ่ายไฟ DC ๑๒V และ ๕V มีหน้าจอดีจิดอล แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า และรูสำหรับวัดแหล่งจ่ายไฟ ๑๒V และ ๕V โดยใช้มัลติมิเตอร์ มีฟิวส์แบบ Mini, แบบมาตรฐาน, แบบสี่เหลี่ยม, แบบแผ่น และแบบหลอดแก้ว พร้อมกระแสตั้งแต่ ๕A, ๗.๕A, ๑๐A, ๑๕A, ๒๐A, ๓๐A, ๔๐A, ๕๐A, และ ๑๐๐A

(๑๐) โมดูลการทดลองวงจร: ใช้สำหรับให้นักเรียนสร้างวงจร DC ด้วยตัวเอง และจะต้องติดตั้งแบตเตอรี่ ๑.๕V จำนวน ๓ ก้อนและกล่องแบตเตอรี่ สวิตช์ ๓ ตัว หลอดไฟ ๓ ดวง ตัวต้านทาน ๔ ตัว มอเตอร์ DC ๑ ตัว และไดโอดเปล่งแสงสีต่างๆ ๒ ตัว

(๑๑) โมดูลมอเตอร์เซอร์โว: ใช้สำหรับสาธิตและวัดกระบวนการทำงานและหลักการของมอเตอร์เซอร์โว และติดตั้งกลไกมอเตอร์เซอร์โว สวิตช์ควบคุม จอแสดงผลแบบดิจิทัล และรูวัด สามารถแสดงฟังก์ชัน กระบวนการทำงาน และหลักการการทำงานของมอเตอร์เซอร์โว และสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์เซอร์โวด้วยมัลติมิเตอร์ผ่านรูวัด และสามารถแสดงการทำงานของมอเตอร์และกลไกเซอร์โวได้

(๑๒) โมดูลมอเตอร์อะซิงโครนัส AC: ใช้สำหรับสาธิตการทำงาน หลักการ และการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำ AC รวมถึงการปรับความเร็ว มีอุปกรณ์มอเตอร์เหนี่ยวนำ AC สวิตช์เปลี่ยนเกียร์ และปุ่มปรับความเร็ว

(๑๓) โมดูลการกรองและการแก้ไขแรงดัน: ใช้สำหรับสาธิตการผลิตไฟฟ้า การแก้ไข และการกรองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า AC สามเฟส มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามือหมุนและไฟแสดงสถานะ

(๑๔) โมดูลเซ็นเซอร์ความเร็ว ๑: ใช้เพื่อสาธิตกระบวนการก่อดวงของสัญญาณความเร็ว และติดตั้งด้วยหน่วยควบคุมเครื่องยนต์ เซ็นเซอร์ฮอลล์และวงล้อพัลส์ ปุ่มควบคุมความเร็ว มีเตอร์แสดงผลแบบดิจิทัล สวิตช์เปิดปิด ฯลฯ โดยการเปิดสวิตช์เปิดปิดและปรับความเร็วของมอเตอร์ แรงดันสัญญาณหรือรูปคลื่นจะถูกวัดด้วยมัลติมิเตอร์หรือออสซิลโลสโคป และเปรียบเทียบกับค่าที่แสดง

(๑๕) โมดูลเซ็นเซอร์ความเร็ว ๒: ใช้สำหรับหลักการเซ็นเซอร์ความเร็วและการวัดสัญญาณ จะต้องติดตั้งหน่วยควบคุมเครื่องยนต์ เซ็นเซอร์ฮอลล์และวงล้อพัลส์ ปุ่มควบคุมความเร็ว เครื่องมือแสดงผลแบบดิจิทัล และสวิตช์เปิดปิด ฯลฯ โดยการเปิดสวิตช์เปิดปิดและปรับความเร็วของมอเตอร์ แรงดันสัญญาณหรือรูปคลื่นจะถูกวัดด้วยมัลติมิเตอร์หรือออสซิลโลสโคป และเปรียบเทียบกับค่าที่แสดง

(๑๖) โมดูลเซ็นเซอร์อุณหภูมิ: ใช้เพื่อสาธิตหลักการและการวัดสัญญาณของเซ็นเซอร์อุณหภูมิชนิด NTC จะต้องมีการติดตั้งสวิตช์เปิดปิด ปุ่มปรับอุณหภูมิ เซ็นเซอร์อุณหภูมิ เครื่องทำความร้อน เครื่องมือแสดงผลแบบดิจิทัล และช่องวัด โดยการปรับปุ่มควบคุมอุณหภูมิ สามารถปรับอุณหภูมิการให้ความร้อนของเครื่องทำความร้อนบนเซ็นเซอร์อุณหภูมิเพื่อเปลี่ยนพารามิเตอร์ความต้านทาน NTC ได้ จึงทำให้แรงดันสัญญาณเปลี่ยนไป

(๑๗) โมดูลเซ็นเซอร์ความดันสัญญาณ: ใช้เพื่อแสดงหลักการการทำงานและการวัดสัญญาณของเซ็นเซอร์ความดัน โดยจะต้องติดตั้งเซ็นเซอร์สัญญาณความดัน บั๊มสัญญาณ วาล์วเปิด สวิตช์ไฟ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวดิน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

เครื่องมือแสดงผลแบบดิจิทัล และรูวัด เป็นต้น โดยการปั๊มหมุนเพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณ สามารถเปลี่ยนค่าของเซ็นเซอร์ความดันได้ และวัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันสัญญาณได้ที่รูวัด

(๑๘) โมดูลเซ็นเซอร์ระดับน้ำมัน: ใช้เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงสัญญาณที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความสูงของระดับของเหลว เช่น ระดับน้ำมัน โดยจะต้องติดตั้งเซ็นเซอร์ระดับน้ำมันและรูวัด โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของเซ็นเซอร์ระดับน้ำมันด้วยตนเอง สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงค่าความดันทานของเซ็นเซอร์ระดับน้ำมันได้

(๑๙) โมดูลเซ็นเซอร์ความสูง: แสดงหลักการทำงานและการวัดสัญญาณของเซ็นเซอร์ความสูงของรถยนต์ในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วยเซ็นเซอร์ความสูงของรถ, รูวัด และแผนภาพที่พิมพ์ไว้ ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อวงจรได้ด้วยสาย DIY และทำการวัดสัญญาณได้

(๒๐) โมดูลเซ็นเซอร์ออกซิเจน: ใช้เพื่อสาธิตหลักการทำงานและการวัดสัญญาณของเซ็นเซอร์ไฟฟ้าเคมี มีเซ็นเซอร์ออกซิเจน รูวัด และแผนผังวงจรพิมพ์ สามารถเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของออกซิเจนในอากาศ สังเกตและวัดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณเซ็นเซอร์ออกซิเจน และวัดความดันทานความร้อน เป็นต้น

(๒๑) โมดูลระบบที่ปิดน้ำฝน: ใช้เพื่อสาธิตหลักการทำงานของเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนและมอเตอร์ที่ปิดน้ำฝน หลักการส่งสัญญาณสาย และการวัดสัญญาณ มีหน่วยควบคุมกริดไฟฟ้าที่ติดตั้งบนรถยนต์ เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน สวิตช์ที่ปิดน้ำฝน มอเตอร์ที่ปิดน้ำฝน อินเทอร์เฟซการวินิจฉัย OBD-II และรูวัด เป็นต้น โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนบนเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์ที่ปิดน้ำฝนได้

(๒๒) โมดูลบัส: ใช้สำหรับการเรียนรู้และวัดบัส CAN ความเร็วสูงและบัส CAN ความเร็วต่ำ มีเกตเวย์และอินเทอร์เฟซการวินิจฉัยและบัส CAN ความเร็วสูง 500KB/s และความเร็วดำเนินการ 100KB/s ออสซิลโลสโคปสามารถใช้สำหรับการวัดรูปคลื่นสัญญาณและสำหรับการสอนบัส ในขณะเดียวกันสามารถใช้เครื่องมือวินิจฉัยเพื่ออ่านและวิเคราะห์สตรีมข้อมูลรหัสข้อผิดพลาดและข้อมูลอื่น ๆ ของเกตเวย์ได้

(๒๓) โมดูลควบคุม: ใช้สาธิตการทำงานของหน่วยควบคุมเครื่องยนต์ (ECU) โดยแสดงโครงสร้างภายในและหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีอุปกรณ์ ECU ที่เปิดเผยและแผงพิมพ์แสดงหลักการ และมีฝาครอบป้องกันอะคริลิกโปร่งใส

(๒๔) โมดูลควบคุมการจุดระเบิด: ใช้สาธิตกระบวนการจุดระเบิดและหลักการของคอยล์จุดระเบิดแบบอัสซิง โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์, คอยล์จุดระเบิดแบบอัสซิง, ฝาครอบโปร่งใสสำหรับคอยล์จุดระเบิด, หัวเทียน, ปั๊มปรับความเร็ว, ปั๊มปรับความกว้างของพัลส์การจุดระเบิด, สวิตช์ไฟ, รูวัด, และภาพพิมพ์แสดงหลักการจุดระเบิด เมื่อปรับความเร็วและความกว้างของพัลส์การจุดระเบิด ผู้ใช้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงในความถี่และความเข้มของประกายไฟในระหว่างกระบวนการจุดระเบิด และสามารถวัดคลื่นสัญญาณที่แต่ละขาของคอยล์จุดระเบิดผ่านรูวัดได้ด้วย

(๒๕) โมดูลควบคุมการฉีดน้ำมัน: ใช้สาธิตกระบวนการฉีดน้ำมันและการปรับความกว้างของพัลส์ของหัวฉีดน้ำมัน รวมถึงหลักการควบคุมของหัวฉีดน้ำมัน โดยมีอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์, หัวฉีดน้ำมัน, ปั๊มปรับความเร็ว, ปั๊มปรับความกว้างของพัลส์การฉีดน้ำมัน, สวิตช์ไฟ, รูวัด, และภาพพิมพ์แสดงหลักการควบคุมหัวฉีดน้ำมัน เมื่อปรับความเร็วและความกว้างของพัลส์การฉีดน้ำมัน ผู้ใช้สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงในความถี่และความเข้มของเสียงที่เกิดจากการเปิดและปิดของหัวฉีด และสามารถวัดคลื่นสัญญาณของหัวฉีดได้ผ่านรูวัด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการ

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวติน)

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๑.๓.๒.๓ ชั้นวางออกแบบเป็นแบบโมดูลาร์เพื่อความสะดวกในการสอน โดยแต่ละโมดูลจะถูกยึดติดด้วยแม่เหล็กแรงสูง

๑.๓.๒.๔ ข้อมูลจำเพาะของชุดเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

- (๑) ขนาดอุปกรณ์ทั้งหมด (ยาว x กว้าง x สูง) : ไม่น้อยกว่า ๑,๙๐๐ x ๗๐๐ x ๑,๗๐๐ มม.
- (๒) แหล่งจ่ายไฟเข้า : AC๒๒๐V ๕๐Hz
- (๓) อุณหภูมิในการทำงาน : -๓๕°C ~ ๔๐°C

๑.๓.๓ คุณลักษณะอื่นๆ

ชุดสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ) สำหรับเรียนรู้ โปรแกรมดิจิทัล สำหรับชุดปฏิบัติการและเรียนรู้ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของยานยนต์ไฟฟ้า ที่สามารถออกแบบและจำลองการทำงานได้ อย่างน้อยประกอบด้วย

- (๑) ความเข้าใจและการวัดค่าของตัวต้านทาน
- (๒) ความเข้าใจและการทดสอบฟิวส์
- (๓) ความเข้าใจและการทดสอบรีเลย์
- (๔) ความเข้าใจและการทดสอบเกี่ยวกับหลักการของวงจรอนุกรมและขนาน
- (๕) ความเข้าใจเกี่ยวกับไดโอดและวิธีการตรวจสอบขั้วบกร่อง
- (๖) ความเข้าใจและการทดสอบตัวเก็บประจุ
- (๗) ความเข้าใจและการทดสอบทรานซิสเตอร์
- (๘) ความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบการทำงานของยานยนต์และการเหินยวนำร่วม และการสาธิตหลักการ

๑.๔ ชุดปฏิบัติการสอนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจริง รุ่นที่ ๑ (Integrated Vehicle Teaching Workstation Model ๑) จำนวน ๑ ชุด

ชุดปฏิบัติการสอนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจริง รุ่นที่ ๑ (Integrated Vehicle Teaching Workstation - Model ๑) ต้องประกอบไปด้วยแพลตฟอร์มอย่างน้อยต่อไปนี้

๑.๔.๑ คุณลักษณะทั่วไป

เป็นยานพาหนะใหม่ที่ใช้สำหรับการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับยานพาหนะพลังงานทดแทน การทำงาน การเข้าใจส่วนประกอบแรงดันสูงและโครงสร้าง การทำงานของระบบแรงดันสูงในการเปิด/ปิด การอ่านข้อมูล การรับส่งข้อมูลและการวินิจฉัยข้อบกพร่องในระบบแรงดันสูงและแรงดันต่ำ

๑.๔.๑.๑. เป็นยานยนต์ไฟฟ้าล้วน ที่ผลิตหรือมีการจัดจำหน่าย ภายในประเทศไทย และมีศูนย์บริการภายในประเทศไทย

๑.๔.๑.๒ เป็นยานยนต์ไฟฟ้าล้วน ที่ใช้พวงมาลัยฝั่งขวามือ สำหรับใช้ในการจราจรในประเทศไทย

๑.๔.๑.๓ เป็นยานยนต์ไฟฟ้าล้วนส่วนบุคคลแบบ ๔ ที่นั่งหรือดีกว่า

๑.๔.๑.๔ เป็นยานยนต์ไฟฟ้าล้วน ขนาด ๔ ประตู หรือ ๕ ประตู สภาพพร้อมใช้งานมีอุปกรณ์ต่างๆ และระบบไฟฟ้าภายในรถสามารถทำงานได้ครบถ้วนสมบูรณ์

๑.๔.๑.๕ ยานยนต์ไฟฟ้าล้วน เป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตินกร ภูวดิน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๑.๔.๒ คุณสมบัติทางเทคนิค

- ๑.๔.๒.๑ ระยะทางที่สามารถขับเคลื่อนได้: ≥ ๔๕๐ กม. (ตามมาตรฐาน NEDC)
- ๑.๔.๒.๒ ความจุของแบตเตอรี่: ≥ ๖๐ kWh
- ๑.๔.๒.๓ กำลังมอเตอร์: ≥ ๑๕๐ kW
- ๑.๔.๒.๔ แรงบิดสูงสุด: ≥ ๒๐๐ N·m
- ๑.๔.๒.๕ ขนาดของรถ: $\geq ๔๕๐๐ \times ๑๘๐๐ \times ๑๖๐๐$ มม.
- ๑.๔.๒.๖ ระยะฐานล้อ: ≥ ๒๗๐๐ มม.
- ๑.๔.๒.๗ ประเภทแบตเตอรี่: แบตเตอรี่ลิเธียม หรือแบบอื่นที่ดีกว่า
- ๑.๔.๒.๘ ประเภทมอเตอร์: มอเตอร์แม่เหล็กถาวร/ซิงโครนัส

๑.๔.๓ คุณสมบัติอื่นๆ

ระบบเบรกและความปลอดภัย

- ๑.๔.๓.๑ ถุงลมนิรภัยที่เบาะคนขับ
- ๑.๔.๓.๒ ถุงลมนิรภัยที่เบาะผู้โดยสาร
- ๑.๔.๓.๓ ระบบตรวจวัดแรงดันลมยาง TPMS (Tire Pressure Monitoring System)
- ๑.๔.๓.๔ การเตือนเมื่อเบาะนั่งของรถทั้งหมดไม่ได้รัดเข็มขัด
- ๑.๔.๓.๕ ช่องเชื่อมต่อที่นั่งเด็ก
- ๑.๔.๓.๖ ระบบป้องกันล้อล็อก ABS (Anti-lock Braking System)
- ๑.๔.๓.๗ ระบบกระจายแรงเบรก EBD (Electronic Brake-force Distribution)
- ๑.๔.๓.๘ ระบบควบคุมเสถียรภาพการทรงตัวของรถ VDC (Vehicle Dynamic Control)
- ๑.๔.๓.๙ ระบบป้องกันการลื่นไถล TCS (Traction Control System)
- ๑.๔.๓.๑๐ โปรแกรมควบคุมเสถียรภาพการทรงตัวของรถ ESP (Electronic Stability Program)
- ๑.๔.๓.๑๑ ระบบช่วยการออกตัวบนทางลาดชัน HHC (Hill Hold Control)
- ๑.๔.๓.๑๒ ระบบช่วยเบรกอัตโนมัติชั่วคราว AUTO HOLD (Automatic Brake Hold)
- ๑.๔.๓.๑๓ ระบบเบรกมือไฟฟ้า ESP (Electronic Stability Program)
- ๑.๔.๓.๑๔ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ CCS (Cruise Control System)
- ๑.๔.๓.๑๕ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติแบบแปรผัน ACC S&G (Adaptive Cruise Control with Stop & Go)
- ๑.๔.๓.๑๖ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติอัจฉริยะ ICA (Intelligent Cruise Assistance)
- ๑.๔.๓.๑๗ ระบบแจ้งเตือนก่อนการชนด้านหน้า FCW (Forward Collision Warning)
- ๑.๔.๓.๑๘ ระบบช่วยเบรกฉุกเฉินอัตโนมัติ AEB (Autonomous Emergency Braking)
- ๑.๔.๓.๑๙ ระบบช่วยเตือนเมื่อรถออกจากเลน LDW (Lane Departure Warning)
- ๑.๔.๓.๒๐ ระบบช่วยรักษาช่องทางเดินรถ LKA (Lane Keeping Assist)
- ๑.๔.๓.๒๑ มีกล้องมองภาพรอบทิศทาง (๓๖๐ องศา) และสัญญาณเตือนระยะขณะถอยหลัง
- ๑.๔.๓.๒๒ มีจอแสดงผลระบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า ๑๔ นิ้ว
- ๑.๔.๓.๒๓ มีเครื่องปรับอากาศภายในห้องโดยสารแบบดิจิทัล
- ๑.๔.๓.๒๔ ใช้หัวชาร์จไฟฟ้าตามมาตรฐานรถยนต์ไฟฟ้า
- ๑.๔.๓.๒๕ มีคู่มือประจำรถ จำนวน ๑ ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประจวบ อินรวงค์)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิณกร ภูวสิน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร ก่องนอก)

๒. รายละเอียดอื่น ๆ

๒.๑ ต้องมีการติดตั้งและสาธิตการใช้งานให้กับผู้ใช้หรือผู้เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง

๒.๒ ต้องมีการจัดฝึกอบรมการใช้งาน อย่างน้อย ๓ วัน

๒.๓ ต้องมีคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

๒.๔ จะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่น
ขณะเข้าเสนอราคา

๒.๕ โรงงานผลิต ต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO๙๐๐๑, ISO๑๔๐๐๑, ISO๔๕๐๐๑

๒.๖ ผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดข้างต้นทั้งหมด
กับรายละเอียดของผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกให้ถูกต้อง และในเอกสารอ้างอิง
แคตตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขข้ออ้างอิง หรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจน โดยต้องส่งมาพร้อมเอกสาร
แสดงคุณลักษณะ

๒.๗ ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคาลิขสิทธิ์ที่ได้รับ มาตรฐาน DIN, ISO, JIS , CE, อย่างใดอย่างหนึ่ง
เพื่อคุณภาพและการทำงานของเครื่องและการบริการ

๒.๘ ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต พร้อมเอกสารการเป็นตัวแทน
จำหน่ายฉบับปัจจุบันที่มีอายุไม่เกิน ๑ ปี นับจากวันที่ในหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย เพื่อประโยชน์ในการ
บริการหลังการขายและอะไหล่

๓. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๖๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๔. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. อาจารย์ ดร.ประจวบ	อินระวงศ์	ประธานกรรมการ	
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติณกร ภูวติน		กรรมการ	
๓. อาจารย์ ดร.รุ่งเพชร	ก่องนอก	กรรมการและเลขานุการ	

ลงชื่อ (ผู้อนุมัติ)

(รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ศรีภูธร)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน