

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมแบตเตอรี่ชั้นสูง
จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัยวิศวกรรมศาสตรนานาชาติสิรินธร ไทย-เยอรมัน (The Sirindhorn Thai-German Graduate School of Engineering หรือ TGGS) มุ่งเน้นการพัฒนาหลักสูตรที่มีการผสมผสานระหว่างทฤษฎี และการเรียนรู้จากการทำงานจริง (Work based learning) โดยมุ่งเน้นการนำปัญหาเชิงวิศวกรรมและความต้องการด้านงานพัฒนาและวิจัย (Research and development) จากภาคอุตสาหกรรมมาเป็นโจทย์ในการเรียนการสอนและการวิจัย (Industry oriented) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ประสบความสำเร็จอย่างมากและเป็นกลไกที่ทำให้มีระบบอุตสาหกรรมที่ทันสมัยอยู่เสมอ ดังนั้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีในอนาคต ในปีการศึกษา 1/2568 ทาง TGGS มีแผนปรับโครงสร้างหลักสูตร และเปิดการเรียนการสอนในหลักสูตรปริญญาตรี ปริญญาตรี-โทต่อเนื่อง ใน 2 สาขา ได้แก่ สาขาไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (Microelectronics) และสาขาระบบอัตโนมัติและยานยนต์ไฟฟ้า (Automation and Electric Vehicles: EVs) ซึ่งถือเป็นก้าวสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับบัณฑิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อให้ตอบโจทย์กับอุตสาหกรรมใหม่แห่งอนาคตที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการขับเคลื่อน (New S-Curve) และสร้างบัณฑิตที่ตอบสนองต่อความต้องการในตลาดแรงงานที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เพื่อรองรับหลักสูตรดังกล่าว ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมแบตเตอรี่ชั้นสูง สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ (New Energy Vehicle EIC System Development and Verification Platform) เป็นชุดสาธิตและเรียนรู้หลักการการพัฒนาและการตรวจสอบระบบพลังงาน EIC บนยานยนต์สมัยใหม่ เพื่อตอบสนองความต้องการในการวิจัยแบตเตอรี่ที่มีข้อกำหนดภายนอกที่แตกต่างกันตามหลักการพื้นฐานของวิศวกรรมพลังงานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในหลักการเรียนรู้วิธีการควบคุม การตั้งค่าพารามิเตอร์และตัวแปรต่างๆ ในการทำงาน รวมถึงให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนด้านวัสดุเพื่อการประยุกต์ใช้ด้านพลังงานทางเลือก เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการเรียนการสอนที่สำคัญและยกระดับคุณภาพการศึกษาและงานวิจัยของนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษาและบุคลากรของ มจพ. โดยเฉพาะนักศึกษาสาขาระบบอัตโนมัติและยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้โดยตรงจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Learning by doing) ฝึกฝนและพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติการตลอดจนประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านพลังงานทางเลือกและระบบอัตโนมัติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และห้องปฏิบัติการนี้ยังสามารถต่อยอดในการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการสำหรับนักศึกษา มจพ. ในหลากหลายรายวิชาที่เปิดสอน เช่น เทคโนโลยีพลังงานสำหรับวิศวกรเคมี (Energy Technology for Chemical Engineers) การสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และการผลิตแบบดิจิทัล (Modeling Simulation and Digital Manufacturing) ระบบการขับเคลื่อนไฟฟ้า (Electric Drive System) การควบคุมและการป้องกันการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Electric Power Generation

39
ykm

Control and Protection) ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (Battery Storage Systems) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งรายวิชาดังกล่าวเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น

โดยสรุป ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมแบตเตอรี่ขั้นสูงนี้มีเป้าหมายหลักในการสนับสนุนการเรียนการสอนของนักศึกษาปริญญาตรีในสาขาระบบอัตโนมัติและยานยนต์ไฟฟ้าและสาขาไมโครอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงการตอบสนองต่อการเรียนการสอนของนักศึกษาในหลากหลายส่วนงาน ทั้ง TGGS คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะพัฒนารัฐกิจและอุตสาหกรรม ตลอดจนเป็นศูนย์การเรียนรู้และบริการวิชาการให้กับนักศึกษาในการทำโครงการพิเศษ (Special project) สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี วิทยานิพนธ์ (Thesis or Dissertation) สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หรือการจัดการฝึกอบรม (Training) เพื่อขยายความเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัย ผลสัมฤทธิ์ของการจัดสร้างห้องปฏิบัติการนี้จะช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษาโดยทำให้นักศึกษาและบุคลากรได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เชิงลึกและเป็นไปตามมาตรฐานสากล รวมถึงการพัฒนาทักษะเทคนิคเฉพาะทางและการแก้ปัญหาที่ตอบโจทย์อุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างแนวคิดและแรงผลักดันให้นักศึกษาและบุคลากร มจพ. ในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองและเติมเต็มความรู้ส่วนที่ขาดหาย ทั้งความรู้รอบตัว ความรู้ในวิชาชีพ เพื่อให้เกิดการพัฒนาตนเองอย่างยั่งยืน และเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) เพื่อสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่ไม่มีสิ้นสุดและเข้มแข็งเป็นรากฐานให้กับประเทศไทยต่อไป

2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

- 2.1. มีความสามารถตามกฎหมาย
- 2.2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 2.3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 2.4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 2.5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 2.6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 2.7. เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 2.8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 2.9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

304
กฤษณ์
กฤษณ์

2.10. ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลักข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลักกิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

2.11. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

2.12. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ ณ วันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

30
คุณ

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย

(ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมแบตเตอรี่ชั้นสูง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

4. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 120 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

6. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 4,000,000.00 บาท (สี่ล้านบาทถ้วน)

7. เงื่อนไขงานและการจ่ายเงิน

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

8. อัตราค่าปรับ

อัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังมิได้รับมอบ

9. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี

๕๘
ยุน
yun

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมแบตเตอรี่ชั้นสูง
จำนวน 1 ชุด

1. ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมแบตเตอรี่ชั้นสูง
จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- | | |
|---|-----------------|
| 1.1. ระบบปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ระบบ |
| 1.2. เครื่องวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเคมีของแบตเตอรี่และวัสดุ | จำนวน 1 ชุด |
| 1.3. เครื่องอัดและคายประจุแบตเตอรี่สำหรับการซ่อมบำรุง | จำนวน 1 เครื่อง |
| 1.4. เครื่องสแกนวิเคราะห์ยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 เครื่อง |
| 1.5. แบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 30 kW พร้อมแท่นยก | จำนวน 1 ชั้น |
| 1.6. อุปกรณ์ประกอบ | จำนวน 1 ชุด |

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1. ระบบปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ

2.1.1. มีการติดตั้งชุดแบตเตอรี่ ชนิดลิเทียมไอออน เพื่อตอบสนองความต้องการในการเรียนการสอน ด้านแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่มีข้อกำหนดภายนอกที่แตกต่างกัน จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด และมีระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 บอร์ด แหล่งจ่ายไฟของชุดแบตเตอรี่สามารถสลับได้ โดยสวิตช์ และแหล่งจ่ายไฟของบอร์ดเก็บข้อมูลของแต่ละชุดแบตเตอรี่ต้องสามารถเชื่อมต่อได้ ซึ่งในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแต่ละชุดมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

2.1.1.1. แบตเตอรี่ชุดที่ 1 เป็นแบตเตอรี่แบบแผ่นใบมีด (Blade) ที่ประกอบในแบบ 1 ขนาน 16 อนุกรม มีแรงดันไฟฟ้ารวม 51.2 โวลต์ และความจุแบตเตอรี่ 100 แอมป์ชั่วโมง หรือดีกว่า

2.1.1.2. แบตเตอรี่ชุดที่ 2 เป็นแบตเตอรี่ทรงสี่เหลี่ยม ที่ประกอบด้วย 1 ขนานและ 16 อนุกรม มีแรงดันไฟฟ้ารวม 51.2 โวลต์ และความจุแบตเตอรี่ 20 แอมป์ชั่วโมง หรือดีกว่า

2.1.1.3. แบตเตอรี่ชุดที่ 3 เป็นแบตเตอรี่ทรงกระบอก หรือดีกว่า ที่ประกอบในแบบ 5 ขนาน และ 16 อนุกรม มีแรงดันไฟฟ้ารวม 51.2 โวลต์ และความจุแบตเตอรี่ 10 แอมป์ชั่วโมง หรือดีกว่า

2.1.2. มีการติดตั้งระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ (BMS (Battery Management System; BMS) ประกอบด้วยบอร์ดควบคุมหลักของ BMS ซึ่งมีคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.1.2.1. มีบอร์ดควบคุมหลักของ BMS สามารถควบคุมแหล่งจ่ายไฟของบอร์ดควบคุมรองและควบคุมโมดูลการเก็บข้อมูลแรงดันของบอร์ดควบคุมรอง BMS ให้เข้าสู่โหมดพลังงานต่ำผ่านคำสั่ง CAN

2.1.2.2. มีบอร์ดควบคุมหลักของ BMS จะถูกเชื่อมต่อภายนอกกับรีเลย์ 3 ตัว หรือมากกว่า ได้แก่ รีเลย์ควบคุมหลัก รีเลย์ชาร์จล้งหน้า และรีเลย์ชาร์จ

2.1.2.3. บอร์ดควบคุม BMS สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่าน Port การสื่อสาร RS-485 ได้

304
บุญสิง
ยุทธ

- 2.1.2.4. มีบอร์ดควบคุมหลัก BMS มีระบบที่สามารถตรวจสอบว่าอุปกรณ์ชาร์จเสียบอยู่หรือไม่ โดยอาศัยหลักการตรวจจับสัญญาณ ที่อุปกรณ์ชาร์จส่งมา และส่งสัญญาณการเข้าถึงการชาร์จกลับไปยังอุปกรณ์ชาร์จผ่านเพื่อควบคุมอินเทอร์เฟซการชาร์จ
- 2.1.2.5. เมื่อมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ชาร์จ บอร์ดควบคุมหลัก BMS จะตัดการเชื่อมต่อรีเลย์พลังงานและเชื่อมต่อรีเลย์ชาร์จเพื่อชาร์จชุดแบตเตอรี่
- 2.1.2.6. มีระบบตรวจสอบกระแสการชาร์จ แรงดันไฟฟ้ารวม อุณหภูมิ และแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ แบตเตอรี่แบบเรียลไทม์ เพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละเซลล์แบตเตอรี่มีสภาพการชาร์จที่ดี เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์แบตเตอรี่เกินค่าที่ผู้ใช้ตั้งไว้ บอร์ดควบคุมหลัก BMS จะแจ้งบอร์ดควบคุมรอง BMS ผ่าน CAN bus เพื่อทำการปรับสมดุลของแบตเตอรี่ โดยมีการปรับสมดุลด้วยกระแส 100 มิลลิแอมป์ หรือดีกว่า
- 2.1.3. มีชุดควบคุมมอเตอร์แบบซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร (The permanent magnet synchronous motor drive controller) โดยการแปลงแรงดันไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ ซึ่งจะทำงานร่วมกับเกียร์และคันเร่ง
- 2.1.4. มีอุปกรณ์ในการตรวจวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า ของกระบวนการเบรคชุดมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวรฮับโรเตอร์ (Outer rotor hub permanent magnet synchronous motor) ในกรณีเมื่อปล่อยคันเร่ง และกรณีการเบรค โดยสามารถดูการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้แบบเรียลไทม์
- 2.1.5. มีสื่อมัลติมีเดียสำหรับให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจผังวงจรของระบบการควบคุมมอเตอร์ซิงโครนัสแบบแม่เหล็กถาวรในรูปแบบแอนิเมชัน
- 2.1.6. มีแผ่นแปลงไฟฟ้า DC-DC (DC-DC converter lap board) ที่สามารถแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง 51.2 โวลต์ เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำ 13.8 โวลต์ ได้ หรือดีกว่า เพื่อสำหรับจ่ายไฟให้กับวงจรแรงดันต่ำทั้งหมด แผ่นแปลง DC-DC ใช้บอร์ดวงจรสองด้าน มีหลักการควบคุมวงจรที่ชัดเจนและแผนผังวงจรที่ตรงกัน เชื่อมต่อกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยใช้วิธีเชื่อมต่อแบบโอเวอร์แลป
- 2.1.7. ระบบปฏิบัติการเรียนรู้จะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะทางเทคนิคอื่น ๆ ดังนี้
- 2.1.7.1. แหล่งจ่ายพลังงาน (Power supply) แบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ หรือรองรับระบบไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐานภายในประเทศไทย
- 2.1.7.2. มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 500 วัตต์
- 2.1.7.3. หน่วยควบคุมมอเตอร์ประเภทซิงโครนัสแม่เหล็กแบบถาวร (The permanent magnet synchronous motor drive controller) มาพร้อมฟังก์ชันการกู้คืนพลังงาน
- 2.1.7.3.1. มีแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 48 โวลต์ \pm 10 โวลต์กระแสตรง หรือดีกว่า
- 2.1.7.3.2. มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 กิโลวัตต์
- 2.1.7.3.3. มีการควบคุมความเร็ว สัญญาณคันเร่งอิเล็กทรอนิกส์ หรือดีกว่า
- 2.1.7.3.4. มีการควบคุมสัญญาณเบรค หรือดีกว่า
- 2.1.7.3.5. มีการควบคุมเกียร์ D N และ R หรือมากกว่า

๕๘
บุญชัย
ขุน

- 2.1.7.4. มีมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวรฮับโรเตอร์ (Outer rotor hub permanent magnet synchronous motor) มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
- 2.1.7.4.1. มีตัวมอเตอร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และมีความหนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร
- 2.1.7.4.2. มีเพลากลางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 2.1.7.4.3. มีตัวสเตเตอร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร และมีความหนาไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
- 2.1.7.4.4. สามารถทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC ช่วง 12 ถึง 48 โวลต์
- 2.1.7.4.5. มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 400 วัตต์
- 2.1.7.4.6. มีกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 แอมป์
- 2.1.8. มีรายละเอียดของแผงฝักหรือบอร์ดทดลอง มีลักษณะเป็นแผงแนวตั้ง มีแผงผังวงจร และมีหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว
- 2.1.9. มีรายละเอียดของโต๊ะหรือฐานรองบอร์ดทดลอง มีลักษณะเป็นโต๊ะซึ่งถูกติดตั้งอุปกรณ์อยู่ด้านบน โดยโต๊ะดังกล่าวมีล้อเพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
- 2.1.10. มีซอฟต์แวร์สำหรับใช้สื่อสารและเชื่อมต่อกับ BMS ผ่านอินเทอร์เฟซ USB หรือ RS-485 ซึ่งสามารถอ่านค่าข้อมูลต่างๆ อาทิเช่น พารามิเตอร์การทำงานของแบตเตอรี่ หรืออื่นๆ
- 2.1.11. ระบบปฏิบัติการเรียนรู้จะต้องครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- 2.1.11.1. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองต่อสายแบตเตอรี่
(Battery connection line experiment)
- 2.1.11.2. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองอินเทอร์ล็อกแรงดันสูง
(High voltage interlock experiment)
- 2.1.11.3. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองการทับซ้อนของรีเลย์ชาร์จและรีเลย์ชาร์จ
(Pre-charging relay and charging relay overlap experiment)
- 2.1.11.4. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองเปิดปิดรีเลย์ในโหมดอัตโนมัติหรือด้วยตนเอง
(Relay power on process experiment in automatic/manual mode)
- 2.1.11.5. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองการชาร์จการสื่อสาร
(Communication charging experiment)
- 2.1.11.6. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองอุณหภูมิของแบตเตอรี่
(Battery temperature experiment)
- 2.1.11.7. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองสอบเทียบพารามิเตอร์การทำงานของแบตเตอรี่
(Calibration experiment of battery working parameters)
- 2.1.11.8. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองอ่านข้อมูล CAN
(CAN data reading experiment)

30
บุญ
404

- 2.1.11.9. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองการขับเคลื่อนมอเตอร์
(Motor drive experiment)
- 2.1.11.10. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองการกู้คืนพลังงาน
(Energy recovery experiment)
- 2.1.11.11. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองดาวน์โหลดโปรแกรม
(Embedded program download experiment)
- 2.1.11.12. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองแก้ไขจุดบกพร่องของโปรแกรมแบบขั้นตอนเดียว
(Embedded program single step debugging experiment)
- 2.1.11.13. สามารถทำทดลองเรียนรู้การทดลองอัลกอริทึม SOC
(SOC algorithm experiment)
- 2.2. เครื่องวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเคมีของแบตเตอรี่และวัสดุ จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1. อุปกรณ์โหลดอิเล็กทรอนิกส์กระแสตรงแบบรีเจนเนอเรทีฟ ขนาดไม่น้อยกว่า 5kW จำนวน 1 เครื่อง
- 2.2.1.1. เป็นโหลดอิเล็กทรอนิกส์กระแสตรงแบบรีเจนเนอเรทีฟ
- 2.2.1.2. มีหน้าจอแบบ VFD หรือดีกว่า
- 2.2.1.3. สามารถใช้งานแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตั้งแต่ 0 V ถึง 80 V หรือมากกว่า
- 2.2.1.4. สามารถใช้งานกระแสไฟฟ้า (Current) ตั้งแต่ 0 A ถึง 150 A หรือมากกว่า
- 2.2.1.5. สามารถใช้งานกำลังไฟฟ้า (Power) ตั้งแต่ 0 kW ถึง 5 kW หรือมากกว่า
- 2.2.1.6. สามารถใช้งานความต้านทาน (Resistance) ตั้งแต่ 0.001 Ω ถึง 7,500 Ω หรือมากกว่า
- 2.2.1.7. มีโหมดการทำงาน ได้แก่ CC (Constant Current) CV (Constant Voltage) CR (Constant Resistance) CW (Constant Watt/Power) เป็นอย่างน้อย
- 2.2.1.8. มีฟังก์ชันการทดสอบการดิสชาร์จแบตเตอรี่ในตัว
- 2.2.1.9. มีฟังก์ชันป้องกัน OCP (Over Current Protection) OPP (Over Power Protection) UVP (Under Voltage Protection) เป็นอย่างน้อย
- 2.2.1.10. มี Interface ได้แก่ USB CAN และ LAN อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 2.2.1.11. สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ตั้งแต่ 198V ถึง 264V หรือ 342V ถึง 528V
- 2.2.2 ชุดเครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ทางเคมี (Chemical Impedance Analyzer) จำนวน 1 ชุด
- 2.2.2.1 มีโหมดการวัด (Measurement modes) ที่สามารถรองรับโหมด L (Inductance) C (Capacitance) และ R (Resistance) โหมดการวัดต่อเนื่อง (Continuous measurement mode) และโหมดวิเคราะห์ (Analyzer mode) เป็นอย่างน้อย
- 2.2.2.2 มีพารามิเตอร์การวัด (Measurement parameters) ที่สามารถวัดพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ Z (Impedance) Y (Admittance) θ (Phase angle) Rs (Equivalent Series Resistance - ESR) Rp (Parallel Resistance) Rdc (DC Resistance) X (Reactance) G (Conductance) B (Susceptance) Cs (Series Capacitance) Cp (Parallel Capacitance) Ls (Series Inductance)

30
บุญ
คุณ

Lp (Parallel Inductance) D ($\tan\delta$) Q (Quality factor) T (Temperature) σ (Conductivity) and ϵ (Dielectric Constant) เป็นอย่างน้อย

2.2.2.3 สามารถใช้งานในการวัดความต้านทาน (Resistance) ตั้งแต่ 100 m Ω ถึง 100 M Ω หรือมากกว่า โดยสามารถแบ่งได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่วงการวัด

2.2.2.4 มีความแม่นยำ ไม่น้อยกว่าดังนี้

2.2.2.4.1 Z (Impedance) มีค่าความคาดเคลื่อน $\pm 0.05\%$ ของค่าที่อ่านได้ (rdg.) หรือดีกว่า

2.2.2.4.2 θ (Phase Angle) มีค่าความคาดเคลื่อน $\pm 0.03^\circ$ หรือดีกว่า

2.2.2.5 สามารถใช้งานในย่านความถี่ตั้งแต่ 1 mHz ถึง 200 kHz หรือมากกว่า โดยปรับได้ที่ละ ตั้งแต่ 1 mHz ถึง 10 Hz หรือมากกว่า

2.2.2.6 มีระดับสัญญาณการวัด (Measurement signal level) ได้แก่

2.2.2.6.1 โหมดปกติ (Normal mode)

2.2.2.6.1.1 โหมด V mode/CV mode สามารถใช้งานได้ตั้งแต่ 5 mV ถึง 5 Vrms หรือมากกว่า โดยสามารถปรับได้ที่ละ 1 mVrms หรือดีกว่า

2.2.2.6.1.2 โหมด CC mode สามารถใช้งานได้ตั้งแต่ 10 μ A ถึง 50 mArms หรือมากกว่า โดยสามารถปรับได้ที่ละ 10 μ Arms หรือดีกว่า

2.2.2.6.1.3 โหมดอิมพีแดนซ์เอาต์พุต (Output impedance) โหมดปกติ (Normal mode) 100 Ω หรือดีกว่า

2.2.2.6.2 เมื่อเปิดฟังก์ชันการวัดแบตเตอรี่ (Battery measurement function ON) ได้แก่

2.2.2.6.2.1 โหมด V mode สามารถใช้งานได้ตั้งแต่ 101 mV ถึง 1.25 Vrms หรือมากกว่า โดยสามารถปรับได้ที่ละ 1 mVrms หรือดีกว่า

2.2.2.6.2.2 โหมด CV mode สามารถใช้งานได้ตั้งแต่ 5 mV ถึง 1.25 Vrms หรือมากกว่า โดยสามารถปรับได้ที่ละ 1 mVrms หรือดีกว่า

2.2.2.6.2.3 โหมด CC mode สามารถใช้งานได้ตั้งแต่ 2mA ถึง 50mArms หรือมากกว่า โดยสามารถปรับได้ที่ละ 10 μ Arms หรือดีกว่า

2.2.2.7 ในขณะที่ตั้งค่า FAST ปิดจอแสดงผล และกำหนดค่าโดยประมาณ มีความเร็วในการวัด (Measurement time) ไม่น้อยกว่า 2 ms เมื่อวัดที่ 1 kHz หรือดีกว่า

2.2.2.8 สามารถตั้งค่าจำนวนหลักที่แสดงผลได้ในช่วง 3 ถึง 6 หลัก โดยมีค่าเริ่มต้นที่ 6 หลัก

2.2.2.9 ฟังก์ชันการทำงาน (Functions) ไม่น้อยกว่าดังนี้

2.2.2.9.1 สามารถวัด DC bias ได้

2.2.2.9.2 สามารถชดเชยอุณหภูมิสำหรับความต้านทาน DC ได้

2.2.2.9.3 สามารถวัดอุณหภูมิได้

2.2.2.9.4 มีฟังก์ชันการวัดแบตเตอรี่

3/2
บุญ
คุณ

2.2.2.9.5 มีฟังก์ชันเปรียบเทียบ (Comparator)

2.2.2.10 ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน EMC EN61326-1 EN61000-3-2 และ EN61000-3-3 เป็นอย่างน้อย และมาตรฐานความปลอดภัย EN61010

2.3. ชุดเครื่องอัดและคายประจุแบตเตอรี่สำหรับการซ่อมบำรุง จำนวน 1 เครื่อง

- 2.3.1. เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงสองทิศทาง (Bidirectional) แบบปรับค่าได้ และโปรแกรมได้
 - 2.3.2. สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ได้ไม่น้อยกว่า 750V หรือมากกว่า
 - 2.3.3. สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current) ได้ไม่น้อยกว่า 120A หรือมากกว่า
 - 2.3.4. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีกำลังไฟฟ้า 15kW หรือมากกว่า
 - 2.3.5. มีค่าความละเอียดของ Display ของแรงดันไฟฟ้า 0.01V หรือดีกว่า และกระแสไฟฟ้า 0.01A หรือดีกว่า
 - 2.3.6. มีค่าความละเอียดของ Display ของกำลังไฟฟ้า 1W หรือดีกว่า
 - 2.3.7. มีค่าความแม่นยำในการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า
 - 2.3.8. ค่าความแม่นยำในการจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1% F.S. หรือดีกว่า
 - 2.3.9. มีค่าความแม่นยำ Line Regulator ของแรงดันไฟฟ้า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.02% F.S. หรือดีกว่า และกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า
 - 2.3.10. มีค่าความแม่นยำ Load Regulator ของแรงดันไฟฟ้า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า และกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า
 - 2.3.11. มีค่าความแม่นยำการกระเพื่อม (Ripple) ของ VPP น้อยกว่า 3000mV หรือดีกว่า ของ Voltage (rms) น้อยกว่า 400mV หรือดีกว่า และ Current (rms) น้อยกว่า 100mA หรือดีกว่า
 - 2.3.12. มีค่าความแม่นยำของอัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าเทียบกับเวลา (Slew Rate) ในขณะที่ไม่มีโหลด อยู่ในช่วง 0.001V/ms ถึง 200V/ms หรือดีกว่า
 - 2.3.13. มีค่าความแม่นยำของอัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเทียบกับเวลา (Slew Rate) ในขณะที่ Full Load ตั้งแต่ 0.001V/ms ถึง 30V/ms หรือมากกว่า
 - 2.3.14. มีค่าความแม่นยำของอัตราการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าเทียบกับเวลา (Slew Rate) ตั้งแต่ 0.001A/ms ถึง 60A/ms หรือมากกว่า
 - 2.3.15. มี Dynamic Response Time น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1ms
 - 2.3.16. สามารถใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) ได้ตั้งแต่ 342V ถึง 528V หรือมากกว่า และรองรับการใช้งานในย่านความถี่ตั้งแต่ 47Hz ถึง 63Hz หรือมากกว่า
 - 2.3.17. มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.99
 - 2.3.18. มีประสิทธิภาพการใช้งาน $\approx 95\%$ หรือดีกว่า
 - 2.3.19. มีระบบป้องกัน OVP, OCP, OPP, OTP และ Anti-islanding protection เป็นอย่างน้อย
 - 2.3.20. สามารถทำงานได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 0 ถึง 40°C หรือมากกว่า
 - 2.3.21. มีโหมดการทำงาน Multiple modes CV CC เป็นอย่างน้อย
 - 2.3.22. มีฟังก์ชันจำลอง Solar I-V curve หรือดีกว่า
 - 2.3.23. สามารถทดสอบอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ และมีฟังก์ชันจำลองแบตเตอรี่
- ### 2.4. เครื่องสแกนวิเคราะห์ยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง
- 2.4.1. สามารถวิเคราะห์สมรรถนะ ECU ของยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ได้ไม่น้อยกว่า 30 ผู้ผลิต

3 of
ยง
คุณ

- 2.4.2. สามารถวิเคราะห์ทรายนต์ผ่านทางพอร์ต มาตรฐานรวมแบบ OBD II หรือ EOBD ชนิด 16 Pin ได้
- 2.4.3. สามารถเชื่อมต่อระบบ WIFI communication
- 2.4.4. มีเมนูภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน
- 2.4.5. สามารถใช้วิเคราะห์ทดสอบของยานยนต์ไฟฟ้าได้ (ขึ้นอยู่กับ ECU ของทรายนต์) ด้วยฟังก์ชันการทำงานอย่างน้อย ดังต่อไปนี้
 - 2.4.5.1. สามารถอ่านโค้ด (Code) ข้อบกพร่องจากกล่อง ECU (Read Trouble Code) ได้
 - 2.4.5.2. สามารถลบโค้ด (Code) ข้อบกพร่องภายในกล่อง ECU (Erasing Trouble Code) ได้
 - 2.4.5.3. สามารถอ่านข้อมูลสภาวะการทำงานปัจจุบันของแบตเตอรี่ (Reading Data Stream Tests) จาก BMS ของตัวรถได้
 - 2.4.5.4. สามารถแสดงผลการตรวจวัดแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า โดยดูแต่ละ Cell ในแบตเตอรี่ได้
- 2.4.6. มีชุดจอควบคุมและแสดงผล มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.4.6.1. มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว
 - 2.4.6.2. มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 GB
 - 2.4.6.3. มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูล ไม่น้อยกว่า 64 GB
 - 2.4.6.4. มีกล้องหลังสำหรับถ่ายภาพแบตเตอรี่
 - 2.4.6.5. สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์ จากแบตเตอรี่ของทรายนต์ได้โดยตรง หรือมีแบตเตอรี่ในตัวเครื่อง
 - 2.4.6.6. สามารถติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Android รุ่น 10 หรือใหม่กว่า
- 2.5. ชุดแบตเตอรี่ พร้อมแท่นยก จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.1. มีแบตเตอรี่ที่ใช้งานจริงในยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีความจุรวมไม่น้อยกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต้องมีค่า SOH ไม่น้อยกว่า 90% จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.2. มีแท่นยกแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด รายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
 - 2.5.2.1. ลิฟท์ยกแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้า เพื่อใช้ในการยกและเปลี่ยนแบตเตอรี่ของทรายนต์ไฟฟ้าในศูนย์บริการซ่อมบำรุงทรายนต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
 - 2.5.2.2. รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าแบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ หรือระบบไฟฟ้ามาตรฐานภายในประเทศ
 - 2.5.2.3. มอเตอร์มีกำลังไฟฟ้า (Power) ไม่น้อยกว่า 2 กิโลวัตต์
 - 2.5.2.4. รองรับน้ำหนักสำหรับยกสูงสุด (Rated Lifting Weight) ไม่น้อยกว่า 1,500 กิโลกรัม
 - 2.5.2.5. มีระดับความสูงที่ต่ำที่สุดของการยก (Lowest Height) ไม่สูงเกินกว่า 1.2 เมตร
 - 2.5.2.6. มีระดับความสูงที่สูงที่สุดของลิฟท์ (Highest Height) ไม่ต่ำไปกว่า 1.7 เมตร
 - 2.5.2.7. มีความกว้างของแท่นยก (Platform Width) ไม่น้อยกว่า 0.7 เมตร
 - 2.5.2.8. มีความยาวของแท่นยก (Platform Length) ไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร
 - 2.5.2.9. ใช้ระยะเวลาในการยกกระดัดขึ้น (Ascending Time) ไม่เกิน 40 วินาที
 - 2.5.2.10. ใช้ระยะเวลาในการลดระดับลง (Descending Time) ไม่เกิน 50 วินาที

30
บุญส่ง
ขุน

2.6. อุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด

2.6.1. ชุดเครื่องมือช่าง Insulated Tools for Electric Competence (with case) จำนวน 1 ชุด รายละเอียด ไม่น้อยกว่า ดังนี้

2.6.1.1. เป็นชุดเครื่องมือช่างพร้อมเครื่องมือจำนวน อย่างน้อย 39 ชิ้น เครื่องมือช่างในชุดได้รับการ รับรองตามมาตรฐาน VDE IEC 60900 หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบฉนวนที่ทนต่อไฟฟ้าแรงดัน สูง เป็นไปตามมาตรฐาน IEC/EN 60900 ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการซ่อมแซมยานยนต์ ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.6.1.2. มีอุปกรณ์เครื่องมือช่าง จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด ดังนี้

2.6.1.2.1. 3/8 นิ้ว Insulated 6-Point Socket จำนวนขนาดไม่น้อยกว่า 8 ชิ้น ขนาดขนาด ไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร

2.6.1.2.2. 3/8 นิ้ว Insulated T-shaped Handle ขนาดไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร

2.6.1.2.3. 3/8 นิ้ว Insulated Drive Wobble Extensions ขนาดไม่น้อยกว่า 125 มิลลิเมตร

2.6.1.2.4. 3/8 นิ้ว Insulated Quick-Release Ratchets ขนาดไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร

2.6.1.2.5. 3/8 นิ้ว Insulated 6-Point Screwdriver Socket จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชิ้น ขนาด 4 มิลลิเมตร

2.6.1.2.6. VDE Insulated Open End Wrench จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น ขนาด 7 มิลลิเมตร

2.6.1.2.7. T-Series Insulated Philips Screwdriver Set with Two-Tone Handle จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น ขนาดไม่น้อยกว่า 0*60 มิลลิเมตร

2.6.1.2.8. T-Series Insulated Slotted Screwdriver with Two-Tone Handle จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น ขนาดไม่น้อยกว่า 2.5*75 มิลลิเมตร

2.6.1.2.9. G-Series VDE Insulated Circuit Tester ขนาดไม่น้อยกว่า 3*70 มิลลิเมตร

2.6.1.2.10. VDE Insulated Voltage-Withstanding Long Nose Pliers ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว

2.6.1.2.11. VDE Insulated Voltage-Withstanding Diagonal Plier ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว

2.6.1.2.12. VDE Insulated Voltage-Withstanding Linesman Plier ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว

2.6.1.2.13. VDE Insulated Hex Key จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น ขนาดไม่น้อยกว่า T10

2.6.2. ชุดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.6.2.1. ถุงมือกันไฟฟ้า (Insulated gloves) จำนวนชุดละอย่างน้อย 1 คู่ มีรายละเอียดดังนี้

2.6.2.1.1. ทำจากวัสดุยางธรรมชาติ (Natural rubber)

2.6.2.1.2. สามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1,000 V

2.6.2.2. ถุงมือทนทาน Wear-resistant gloves จำนวนชุดละอย่างน้อย 1 คู่ มีรายละเอียดดังนี้

2.6.2.2.1. สามารถลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

2.6.2.2.2. สามารถล้างทำความสะอาดได้

2.6.2.3. แว่น Goggles จำนวนชุดละอย่างน้อย 1 อัน

2.6.2.4. หมวกนิรภัย (Safety helmet) จำนวนชุดละอย่างน้อย 1 ใบ

30
อนุทิน
คุณ

- 2.6.2.5. แผ่นยางฉนวนกันไฟฟ้า (Isolation belt set) จำนวนชุดละอย่างน้อย 1 แผ่น
- 2.6.3. ถังดับเพลิง ชนิด AVD ขนาด 15 ปอนด์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.6.3.1. เป็นเครื่องดับเพลิงชนิดเอวีดี ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับเพลิงไหม้ที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็นแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน
 - 2.6.3.2. ตัวถังทำด้วยสแตนเลสมีความทนทานสูงป้องกันการกัดกร่อนและเป็นสนิม
 - 2.6.3.3. น้ำหนักเคมี (Capacity) ไม่น้อยกว่า 4.5 กิโลกรัม
 - 2.6.3.4. น้ำหนักถัง (Weight of Container) ไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม
 - 2.6.3.5. ฉีดได้ไกล (Shooting Range) ไม่น้อยกว่า 4 เมตร
- 2.6.3 เครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.6.3.1 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC) หรือดีกว่า
 - 2.6.3.2 มาตรฐานความปลอดภัย CAT IV 600 V และ CAT III 1000V หรือดีกว่า
 - 2.6.3.3 ย่านวัดแรงดัน DC ในช่วง 600 มิลลิโวลต์ ถึง 1000 โวลต์
 - 2.6.3.4 ย่านวัดแรงดัน AC ในช่วง 6 มิลลิโวลต์ ถึง 1000 โวลต์ ที่ความถี่ 40 เฮิรต ถึง 1 กิโลเฮิรต
 - 2.6.3.5 ย่านวัดแรงดัน AC / DC ในช่วง 6 โวลต์ ถึง 1000 โวลต์
 - 2.6.3.6 วัด LoZ V 600 โวลต์
 - 2.6.3.7 ย่านวัดกระแส AC ในช่วง 600 มิลลิแอมป์ ถึง 10 แอมป์
 - 2.6.3.8 ย่านวัดกระแส DC ในช่วง 600 มิลลิแอมป์ 10 แอมป์
 - 2.6.3.9 มีฟังก์ชันตรวจสอบความต่อเนื่อง
 - 2.6.3.10 มีฟังก์ชัน Continuity check หรือดีกว่า
 - 2.6.3.11 มีฟังก์ชัน Diode check หรือดีกว่า
 - 2.6.3.12 มีฟังก์ชัน Auto AC/DC detection หรือดีกว่า
 - 2.6.3.13 มีฟังก์ชัน Low pass filter หรือดีกว่า
 - 2.6.3.14 มีฟังก์ชัน Min/Max หรือดีกว่า
 - 2.6.3.15 มีฟังก์ชัน Backlight หรือดีกว่า
 - 2.6.3.16 มีอุปกรณ์ประกอบการใช้เครื่องมือตามมาตรฐานบริษัทผู้ผลิต

3. เงื่อนไขเพิ่มเติม

- 3.1. เงินค่าครุภัณฑ์สำหรับจัดซื้อครั้งนี้ได้มาจากงบประมาณแผ่นดิน-เงินจัดสรร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2569 จากสำนักงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่มิได้จัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งนี้ มหาวิทยาลัยสามารถยกเลิกการจัดหาได้
- 3.2. ผู้เสนอราคาต้องยื่นราคาไม่น้อยกว่า 250 วัน นับจากวันเสนอราคา โดยภายในกำหนดยื่นราคาผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ได้เสนอไว้ และจะถอนการเสนอราคามีได้
- 3.3. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะของครุภัณฑ์ ซึ่งตรงหรือดีกว่าที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้โดยต้องแนบแคตตาล็อกซึ่งเป็นเอกสารจากผู้ผลิต โดยระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจนประกอบการเสนอราคา

๕๔
๒๗/๗
๒๗/๗

- 3.4. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยกับครุภัณฑ์ที่เสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสาร
- 3.5. รับประกันความชำรุดบกพร่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันตรวจรับครุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว และในระหว่างรับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานพร้อมรายงานผลการบำรุงรักษา (Preventive Maintenance) ไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง ภายในระยะเวลาประกันโดยไม่มีค่าใช้จ่าย
- 3.6. ผู้เสนอราคาจะต้องชี้แจงการนำเข้าของครุภัณฑ์ที่ขนส่งเข้ามาทางใด โดยนำเอกสารมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์ และให้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการพาณิชย์ กรณีนำเข้าทางเรือ
- 3.7. ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งและสาธิตการใช้งาน ให้แก่เจ้าหน้าที่จนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง
- 3.8. คู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 2 ชุด
- 3.9. ใบสรุปการใช้งาน และขั้นตอนการเปิด-ปิดเครื่องอย่างย่อ 1 ชุด
- 3.10. บริษัทผู้ผลิตและผู้เสนอราคาต้องได้รับมาตรฐาน ISO9001 และต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่าย โดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ เพื่อประสิทธิภาพในการบริการหลังการขาย โดยแนบเอกสารประกอบยื่น ณ วันเสนอราคา

3.01
09/07

การพิจารณาคัดเลือกผู้ชนะการเสนอโดยใช้หลักเกณฑ์ (Price Performance)
 รายการ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและซ่อมแซมบำรุงแบตเตอรี่ชั้นสูง จำนวน 1 ชุด

ลำดับ	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	ประเภทตัวแปร	ตัวแปรที่เลือก	น้ำหนัก	คะแนน		
					100%	80%	60%
1.	ราคาที่เสนอ	ตัวแปรหลัก	/	40	e-GP เป็นผู้กำหนด		
2.	ข้อเสนอมาตรฐานของสินค้าหรือบริการ - ด้านการรับประกันสินค้า (Warranty) - ด้านการบำรุงรักษา (Preventive Maintenance)	ตัวแปรรอง	/	40 10 10	ระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่องมากกว่า 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่าย	ระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่องมากกว่า 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่าย	ระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่องมากกว่า 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
					จำนวนครั้งตรวจเช็ค รวมมากกว่า 3 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการรับประกัน	จำนวนครั้งตรวจเช็ค รวมมากกว่า 2 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการรับประกัน	จำนวนครั้งตรวจเช็ค รวมมากกว่า 1 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการรับประกัน
	- ด้านประสิทธิภาพการบริการหลังการขาย ชุดฝึกอบรมปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า จากช่างเทคนิค หรือวิศวกร ที่มีความเชี่ยวชาญในเครื่องมือ สามารถให้คำแนะนำการใช้งานและการแก้ไขปัญหาแบบไม่มีค่าใช้จ่ายตลอดระยะเวลารับประกัน			10	ช่างเทคนิค หรือ วิศวกร จำนวนอย่างน้อย 3 คน โดยมีใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต เป็นคนไทย	ช่างเทคนิค หรือ วิศวกร จำนวนอย่างน้อย 2 คน โดยมีใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต เป็นคนไทย	ช่างเทคนิค หรือ วิศวกร จำนวนอย่างน้อย 1 คน โดยมีใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต เป็นคนไทย
	- ด้านผลงานของบริษัท โดยผู้เสนอราคาต้องแสดงหลักฐานว่าเคยมีประสบการณ์การขาย เครื่องมือ วัสดุ หรือการได้รับการจ้างงาน ที่เกี่ยวกับด้านยานยนต์สมัยใหม่หรือยานยนต์ไฟฟ้าให้กับหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ เอกชน ในประเทศไทย ในแต่ละสัญญาต้องมีมูลค่าไม่น้อยกว่า 2,000,000.00 บาท และต้องมีหนังสือยืนยัน ณ วันเสนอราคา			10	มีประสบการณ์ 2 คู่สัญญาขึ้นไป	มีประสบการณ์ 2 คู่สัญญา	มีประสบการณ์ 1 คู่สัญญา

31
 ๒๗/๑๒/๒๕๖๕
 ยืนยง

3.	<p>ข้อเสนอด้านเทคนิค</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบบปฏิบัติการเรียนรู้พลังงานจากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วยแบตเตอรี่ อย่างน้อย 3 ประเภท โดยแต่ละประเภทเป็นตัวแทนของบริษัทผลิตแบตเตอรี่ 3 บริษัทชั้นนำระดับโลก ที่มีส่วนแบ่งการตลาดอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน 	ตัวปรอง	/	20 20	มีความหลากหลายของผู้ผลิตชั้นนำของโลกมากกว่า 2 ยี่ห้อ	มีความหลากหลายของผู้ผลิตชั้นนำของโลกมากกว่า 1 ยี่ห้อ	มีความหลากหลายของผู้ผลิตชั้นนำของโลกน้อยกว่า 1 ยี่ห้อ
----	---	---------	---	----------	--	--	---

3/4

 yun