

เอกสารกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของงาน

(Terms Of Reference: TOR)

ชุดครุภัณฑ์รถไฟฟ้าและสถานีชาร์จ เพื่อการฝึกปฏิบัติ

ตำบลสะเตียง อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

- | | |
|--|-----------------|
| 1. ชุดปฏิบัติการฝึกทักษะระบบยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ชุด |
| 2. รถโดยสารไฟฟ้าขนาด 14 ที่นั่ง | จำนวน 2 คัน |
| 3. เครื่องอัดประจุไฟฟ้าและสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ชุด |
| 3.1 เครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง DC Charger | จำนวน 2 เครื่อง |
| 3.2 เครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ AC Charger | จำนวน 2 เครื่อง |
| 3.3 ติดตั้งไฟฟ้าสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 งาน |
| 3.3.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง 22 kV หม้อแปลง 250 kVA | จำนวน 1 งาน |
| 3.3.2 งานติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง | จำนวน 1 งาน |
| 3.3.3 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ | จำนวน 1 งาน |
| 3.3.4 งานตู้ควบคุมระบบอัดประจุไฟฟ้า MDB-MAIN/ OUT DOOR | จำนวน 1 งาน |
| 4. ชุดเครื่องมือวัดและทดสอบยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ชุด |
| 4.1 เครื่องวิเคราะห์คุณภาพกำลังไฟฟ้า | จำนวน 1 ตัว |
| 4.2 เครื่องทดสอบแบตเตอรี่ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4.3 เครื่องทดสอบสัญญาณ Can-bus ยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4.4 เครื่องทดสอบความเป็นฉนวนยานยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4.5 ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป ขนาด 100 MHz | จำนวน 1 ตัว |
| 4.6 โพรบวัดกระแสไฟฟ้า | จำนวน 2 ตัว |
| 4.7 โพรบวัดแรงดันไฟฟ้า | จำนวน 2 ตัว |
| 4.8 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ | จำนวน 4 ตัว |
| 4.9 แคลมป์มิเตอร์สำหรับวัดกำลังไฟฟ้า (Power Clamp meter) | จำนวน 2 ตัว |
| 4.10 เครื่องมือวัด LCR มิเตอร์ | จำนวน 1 ตัว |

4.11	อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการ	จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย
4.11.1	ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป ขนาด 50 MHz	จำนวน 1 ตัว
4.11.2	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 1 ตัว
4.11.3	เครื่องกำเนิดสัญญาณทางไฟฟ้า	จำนวน 1 ตัว
4.11.4	หม้อแปลงปรับค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	จำนวน 1 ตัว
4.11.5	อิเล็กทรอนิกส์ไหลด	จำนวน 1 ตัว
4.12	ชุดเรียนรู้พื้นฐานรถไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย
4.12.1	ชุดคิทพื้นฐานรถไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด
4.12.2	รถจักรยานไฟฟ้า	จำนวน 1 คัน
4.12.3	รถเซ็นไฟฟ้า	จำนวน 1 คัน
4.12.4	ชุดสาธิตการทดลองพื้นฐานรถไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด
4.13	เครื่องวัดความเร็วรอบ	จำนวน 1 ตัว
4.14	เครื่องวัดอุณหภูมิ	จำนวน 1 ตัว
4.15	ตู้เก็บอุปกรณ์บ้านเลื่อน	จำนวน 2 ตู้
4.16	ชั้นวางอุปกรณ์	จำนวน 2 ตัว
4.17	โต๊ะปฏิบัติการ	จำนวน 4 ตัว

1. ชุดปฏิบัติการฝึกทักษะระบบยานยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

1.1. รายละเอียดทั่วไป

1.1.1. ชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่ทำมาจากยานยนต์ไฟฟ้าจริงตามมาตรฐานยานยนต์ไฟฟ้าพร้อมแบตเตอรี่ โดยผ่าให้เห็นโครงสร้างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ สวยงามและทันสมัย ระบบขับเคลื่อนและระบบไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้านี้ ต้องสามารถทำงานได้เป็นปกติ สามารถฝึกปฏิบัติการตรวจสอบและวิเคราะห์สัญญาณวงจรไฟฟ้าในระบบได้ โดยเชื่อมต่อกับบอร์ดชุดทดลองปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งผู้สอนสามารถจำลองอาการที่ผิดปกติสำคัญที่สามารถเกิดขึ้นได้กับยานยนต์ไฟฟ้าได้ ตำแหน่งของอุปกรณ์รวมไปถึงโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ บอร์ดชุดทดลองมีการออกแบบให้สะดวกและปลอดภัยต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอน ในการศึกษาและปฏิบัติการ การสอนและการซ่อมบำรุง

1.1.2. มีบอร์ดชุดปฏิบัติการศึกษาทดลองระบบยานยนต์ไฟฟ้า

1.1.3. ผู้เสนอราคาต้องสามารถแสดงหนังสือการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรง จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเพื่อการบริการหลังการขาย โดยต้องสามารถแนบขณะเข้าเสนอราคา

1.1.4. ชุดฝึกต้องผลิตจากบริษัทผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐานขั้นต่ำ ISO 9001:2015 , ISO 14001:2015 และ ISO 45001:2018 หรือสูงกว่า รับรองการออกแบบสื่อการเรียนการสอนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ พร้อมแนบเอกสารยืนยันขณะยื่นเสนอราคา

1.1.5. มีเครื่องมือถอดประกอบและอุปกรณ์ซ่อมบำรุงสำหรับชุดฝึกปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้าครบชุด

1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1.2.1. ชุดปฏิบัติการฝึกทักษะระบบยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

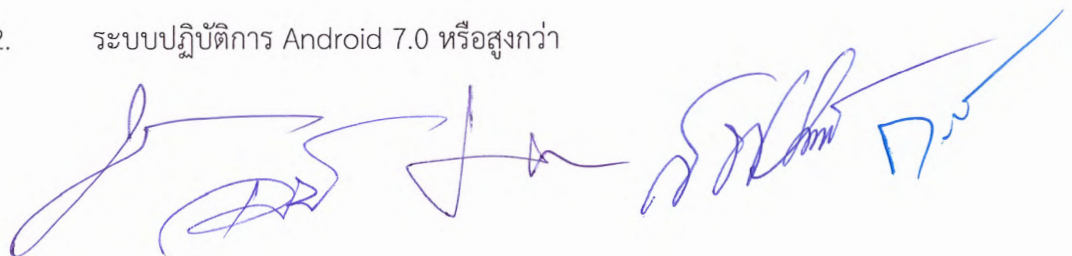
- 1.2.1.1. มอเตอร์ต้นกำลังขับเคลื่อนเป็นแบบซิงโครนัสแม่เหล็กถาวรประสิทธิภาพสูง หรือดีกว่า
- 1.2.1.2. มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 20 kW
- 1.2.1.3. มีแบตเตอรี่แบบลิเทียมขนาดแรงดันแต่ละเซลล์ไม่น้อยกว่า 3.6 โวลท์(V) และมีความจุกำลังไฟฟารวม ไม่น้อยกว่า 9 กิโลวัตต์ชั่วโมง(kWh)
- 1.2.1.4. สามารถสร้างพิกัดแรงบิด(Torque)สูงสุดได้ ไม่น้อยกว่า 80 N-m(นิวตัน-เมตร)
- 1.2.1.5. มีการระบายความร้อนด้วยระบบน้ำ หรือดีกว่า
- 1.2.1.6. มีโมดูลควบคุมแบบ IGBT หรือดีกว่า
- 1.2.1.7. ระดับการป้องกันขั้นต่ำ IP67
- 1.2.1.8. มีระยะฐานล้อไม่น้อยกว่า 1,900 มม.
- 1.2.1.9. มีระยะทางในการขับเคลื่อนสูงสุดด้วยระบบไฟฟ้า ต้องไม่น้อยกว่าระยะทาง 100 กิโลเมตร ที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 80 km/hr.
- 1.2.1.10. มีระบบการชาร์จเข้าสำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 220V / 7KW หรือดีกว่า
- 1.2.1.11. มีจำนวนที่นั่งไม่น้อยกว่า 4 ที่นั่ง
- 1.2.1.12. มีระบบช่วยบังคับเลี้ยวด้วยไฟฟ้า หรือดีกว่า
- 1.2.1.13. ประเภทเบรกหน้าเป็นแบบดิสก์ระบายอากาศและระบบเบรกหลังเป็นแบบดรัมเบรก หรือดีกว่า
- 1.2.1.14. ระบบเบรกสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือดีกว่า
- 1.2.1.15. ระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าเป็นแบบระบบสองล้อ(2-Wheels)
- 1.2.1.16. ระบบกันสะเทือนหน้าแบบอิสระ MacPherson หรือดีกว่า
- 1.2.1.17. ระบบกันสะเทือนหลังแบบ multi-link หรือดีกว่า

1.2.2. บอร์ดชุดทดลองและปฏิบัติการควบคุมระบบมอเตอร์ไฟฟ้าและระบบการจัดการแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.2.1. สามารถเชื่อมต่อกับชุดฝึกปฏิบัติการระบบยานยนต์ไฟฟ้าได้ตามข้อที่(1) โดยสามารถตรวจจับหรือแสดงผลสัญญาณไฟฟ้าของตัวควบคุมมอเตอร์ได้อย่างน้อย ดังนี้คือ สัญญาณอุณหภูมิของมอเตอร์ขับเคลื่อน สัญญาณ P-CAN สัญญาณเชื่อมต่อไฟฟ้าแรงสูง สัญญาณเซ็นเซอร์รีโซเวอร์

- 1.2.2.2. มีการตรวจจับและสัญญาณไฟฟ้าชุดควบคุม BMS ของการจัดการพลังงานแบตเตอรี่ เช่น สัญญาณแหล่งจ่ายไฟ BMS, สัญญาณ BMS-IG, สัญญาณ CAN, สัญญาณ CC1, สัญญาณ CC2, สัญญาณการแจ้งเตือนการชาร์จ, สัญญาณ P-CAN, สัญญาณการแจ้งเตือน VCU, สัญญาณแจ้งเตือน OBC, สัญญาณสถานะการชาร์จไฟ หรือดีกว่า
- 1.2.2.3. มีการตรวจจับและสัญญาณไฟฟ้าของ VCU ได้อย่างน้อยดังนี้ สัญญาณการเหยียบคันเร่ง, สัญญาณเบรก, สัญญาณ V-CAN, สัญญาณ P-CAN, สัญญาณอินเทอร์ล็อกไฟฟ้าแรงสูง, สัญญาณโหมดการขับขี่ หรือดีกว่า
- 1.2.2.4. บอร์ดชุดทดลองและปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้าอย่างน้อยต้องทำจากแผ่นอะลูมิเนียมและแผงชุดฝึกด้านหน้าของบอร์ดทำด้วยพลาสติกหรือวัสดุที่มีคุณภาพสูงกว่า มีความหนาไม่น้อยกว่า 4 มม. มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อแรงกระแทก ทนต่อมลภาวะ ทนไฟ และทนต่อความชื้นในระดับที่ดีหรือสูงกว่า
- 1.2.2.5. มีขั้วและสายไฟฟ้าเชื่อมต่อที่สามารถใช้ประกอบการวัดและวิเคราะห์หลักการทำงานและสัญญาณของระบบควบคุมแต่ละระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพทนทานต่อการใช้งานในระดับหนึ่ง
- 1.2.2.6. แสดงไดอะแกรมวงจรไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟารุ่นดั้งเดิมหรือสูงกว่าที่ชัดเจน เพื่อใช้ประกอบการฝึกปฏิบัติ การติดตั้ง ตั้งค่าและแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ของชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.2.3. บอร์ดชุดทดลองและปฏิบัติการควบคุมระบบปรับอากาศของชุดปฏิบัติการฝึกทักษะยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า
- 1.2.3.1. ต้องสามารถเชื่อมต่อกับชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าตามข้อที่(1)ได้ โดยมีระบบที่สามารถตรวจจับและสัญญาณไฟฟ้าของชุดควบคุมระบบปรับอากาศยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างน้อยดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้า, เซ็นเซอร์ความดัน, เซ็นเซอร์ระบายอากาศช่องคนขับ, เอ็กแฟนชั่นวาล์วอิเล็กทรอนิกส์, เซ็นเซอร์วัดความเข้มของแสง, เซ็นเซอร์อุณหภูมิไอวาโปรเตอร์, เซ็นเซอร์อุณหภูมิภายนอก, เซ็นเซอร์อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร หรือมากกว่านี้
- 1.2.3.2. วัสดุที่นำมาใช้ทำบอร์ดอย่างน้อยต้องทำมาจากจากแผ่นอะลูมิเนียมและแผงด้านของบอร์ดใช้วัสดุขั้นต้นทำมาจากพลาสติกคุณภาพดีหรือสูงกว่า มีความหนาไม่น้อยกว่า 4 มม. มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อแรงกระแทก ทนต่อมลภาวะ ทนไฟ และทนต่อความชื้นในระดับที่ดี หรือสูงกว่า
- 1.2.3.3. มีขั้วต่อประกอบสายไฟฟ้าคุณภาพดี ทนทาน สามารถใช้งานประกอบการวัดค่าและวิเคราะห์การทำงานและสัญญาณของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศในชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.2.3.4. แสดงไดอะแกรมวงจรระบบปรับอากาศของยานยนต์ไฟฟ้าในขนาดที่ชัดเจน สวยงาม เพื่อใช้ประกอบการศึกษา แนวทางในการฝึกการตรวจ ทดสอบ ตั้งค่าและค้นหาปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศของชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้า

- 1.2.4. ชุดปฏิบัติการฝึกทักษะยานยนต์ไฟฟ้าในข้อที่(1) มีความสามารถรองรับเนื้อหาการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติในขั้นต้นดังนี้
- 1.2.4.1. พารามิเตอร์ทางเทคนิคของยานยนต์ไฟฟ้า
 - 1.2.4.2. ชื่อและหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วนของชุดฝึกยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างชัดเจนทั้งภาษาไทยและอังกฤษ สวยงาม ทันสมัย
 - 1.2.4.3. ความสัมพันธ์การควบคุมระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า
 - 1.2.4.4. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของโมดูลควบคุมมอเตอร์
 - 1.2.4.5. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของโมดูลตัวแปลงกระแสไฟฟ้าระบบ DC to DC หรือมากกว่า
 - 1.2.4.6. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของโมดูลกล่องจ่ายไฟ
 - 1.2.4.7. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของหน่วยจัดการแบตเตอรี่
 - 1.2.4.8. โครงสร้างหลักการทำงานขั้นตอนการทำงานและวิธีตรวจเช็คของส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าและระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
 - 1.2.4.9. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของรถยนต์ไฟฟ้ากระแสสลับ AC 220V/7KW แบบชาร์จช้า
 - 1.2.4.10. โครงสร้างหลักการทำงานและ วิธีตรวจเช็คของ DC แบบชาร์จเร็ว
 - 1.2.4.11. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของตัวควบคุมระบบเกียร์
 - 1.2.4.12. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของชุดควบคุมหลัก (ECU)
 - 1.2.4.13. โครงสร้างหลักการทำงานและวิธีตรวจเช็คของแป้นคันเร่ง
- 1.2.5. เครื่องวัดและวิเคราะห์ข้อบกพร่องยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง
- 1.2.5.1. เป็นเครื่องมือตรวจวัดวิเคราะห์การทำงาน สุขภาพ สถานะการทำงานของระบบต่างๆในชุดฝึกยานยนต์ในข้อที่(1) หรือยานยนต์ไฟฟ้าชนิดอื่นก็ได้ มีขนาดเล็กและเบาพกพาได้สะดวก ทันสมัย และอัปเดตซอฟต์แวร์เพื่อรองรับรุ่นใหม่ในอนาคตได้ไม่น้อยกว่า 2 ปี
 - 1.2.5.2. มีฟังก์ชันในการอ่านรหัสผิดพลาดที่แสดงผลได้ชัดเจน ถูกต้อง แม่นยำและ สามารถทำการการลบรหัสความผิดพลาดได้ มีการอ่านและบันทึกข้อมูลที่ตรวจสอบได้ มีการทดสอบการกระทำ ฟังก์ชันพิเศษ การจับคู่ รหัสการตั้งค่าและอื่น ๆ
 - 1.2.5.3. สามารถบันทึกและเล่นสตรีมข้อมูล ด้วยการบันทึกและเล่นสตรีมข้อมูลความผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้หรือดีกว่า สามารถแสดงผลในระหว่างการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าได้ สามารถวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาปัญหาความผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว
 - 1.2.5.4. ชุดแสดงผลการวัดและวิเคราะห์อาการบกพร่องรถยนต์ไฟฟ้า
 - 1.2.5.4.1. หน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 4 แกน ความเร็วไม่น้อยกว่า 1.3 GHz
 - 1.2.5.4.2. ระบบปฏิบัติการ Android 7.0 หรือสูงกว่า



- 1.2.5.4.3. หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2 GB
- 1.2.5.4.4. พื้นที่เก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 32 GB
- 1.2.5.4.5. จอแสดงผลชัดเจน ขนาดตั้งแต่ 5.5 นิ้วขึ้นไป มีความละเอียดของจอแสดงผลอย่างน้อยที่ 720x 1280 พิกเซล มีอายุการใช้งาน 5 ปีขึ้นไป
- 1.2.5.4.6. มีกล้องหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 5 ล้านพิกเซล
- 1.2.5.4.7. สามารถเชื่อมต่อด้วย Wi - Fi 2.4 กิกะเฮิรตซ์ หรือดีกว่า
- 1.2.5.4.8. สามารถเชื่อมต่อด้วยสาย USB ประเภท C
- 1.2.5.4.9. อุณหภูมิในการทำงานอยู่ในช่วง 0 ~ 50 °c
- 1.2.5.4.10. ชุดเชื่อมต่อกับระบบยานยนต์ไฟฟ้ามีคุณสมบัติขั้นต้นดังนี้
 - 1.2.5.4.10.1. ใช้แรงดันไฟฟ้า DC 9 ~ 15V หรือกว้างกว่า
 - 1.2.5.4.10.2. โหมดการสื่อสารบลูทูธ
 - 1.2.5.4.10.3. อุณหภูมิในการทำงาน 0 ~ 50 °c

1.2.6. เครื่องมือถอดประกอบและอุปกรณ์ซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

- 1.2.6.1.1. ถูมือฉนวน ป้องกันไฟฟ้าอย่างน้อย 1,000 โวลท์
- 1.2.6.1.2. ด้ามหุ้มฉนวนป้องกันไฟฟ้าอย่างน้อย 1,000 โวลท์ ทำจากเหล็กเกรดพิเศษ ผ่านการชุบแข็ง
- 1.2.6.1.3. ประกอบด้วยเครื่องมือฉนวน 29 ชิ้นประกอบด้วยดังนี้หรือมากกว่า
 - 1.2.6.1.3.1. ลูกบ็อกซ์ 1/2" : 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17 ,18, 19, 21, 22, 24, 27 mm.
 - 1.2.6.1.3.2. ลูกบ็อกซ์เดี่ยวโพล์ หกเหลี่ยม 1/2" : 4x120, 5x120, 6x120, 8x120 mm.
 - 1.2.6.1.3.3. ข้อต่อ 1/2" : 125, 250 mm.
 - 1.2.6.1.3.4. ด้ามตัว T 1/2" : 200 mm.
 - 1.2.6.1.3.5. ด้ามฟรี ปรับซ้าย-ขวาได้ 1/2" : 250 mm.
 - 1.2.6.1.3.6. คีมปากจิ้งจก : 180 mm.
 - 1.2.6.1.3.7. คีมปากเฉียง : 160 mm.
 - 1.2.6.1.3.8. คีมปากแหลม : 160 mm.
 - 1.2.6.1.3.9. ประแจเลื่อน : 200 mm.
 - 1.2.6.1.3.10. ไส้ควงแบน (-) : 4x100, 5.5x125 mm.
 - 1.2.6.1.3.11. ไส้ควงแฉก (+) : PH1x80 , PH2x100 mm.

2. รถโดยสารไฟฟ้า ขนาด 14 ที่นั่ง จำนวน 2 คัน

- 2.1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาดไม่ต่ำกว่า 72 Volt , 5 kW
- 2.2. ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์ ขนาดไม่ต่ำกว่า 350 Amp
- 2.3. แบตเตอรี่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 6 Volt จำนวน 12 ลูก / แบตเตอรี่เป็นแบบลิเธียมมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 กิโลวัตต์ชั่วโมง
- 2.4. เครื่องชาร์จแบบออนบอร์ดมีแรงดันไฟออกไม่ต่ำกว่า 72V พร้อมชุดชาร์จแบบติดผนังหรือดีกว่า
- 2.5. โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นสารกันสนิม
- 2.6. ตัวถังใช้พลาสติก ABS เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.7. ระบบบังคับเลี้ยว เป็นระบบพวงมาลัยไฟฟ้า และเป็นพวงมาลัยขวา
- 2.8. ระบบกันสะเทือนหน้า สปริงและโช้คอัพเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.9. ระบบกันสะเทือนหลัง แหนบสปริงและ โช้คอัพเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.10. ระบบเบรก เป็นแบบหน้าดิสก์เบรก และ หลังครัมเบรก เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.11. ระบบเบรกขณะจอดรถ เป็นระบบกลไกโดยใช้มือดึงหรือใช้ระบบไฟฟ้า
- 2.12. ยางรถขนาดไม่น้อยกว่า 165/70R13 หรือดีกว่า
- 2.13. จำนวนที่นั่ง 14 ที่นั่งรวมคนขับ
- 2.14. มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 4900 มม. ความกว้างไม่น้อยกว่า 1400 มม. ความสูงไม่น้อยกว่า 1900 มม. และระยะห่างระหว่างล้อหน้าถึงล้อหลังไม่น้อยกว่า 2500 มม.
- 2.15. ความเร็วสูงสุดไม่ต่ำกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- 2.16. ระยะทางวิ่งสูงสุดไม่น้อยกว่า 70 กิโลเมตร
- 2.17. มีกระจกมองข้างซ้าย-ขวา และ กระจกมองหลัง
- 2.18. มีไฟหน้า , ไฟท้าย , ไฟเบรก , ไฟเลี้ยวซ้าย , ไฟเลี้ยวขวา , แตร, หน้าปัดบอกความเร็ว และ ระยะทาง
- 2.19. มีเครื่องมือประจำรถ 1 ชุด/คัน
- 2.20. มีล้อพร้อมยางอะไหล่ประจำรถ 1 ล้อ/คัน
- 2.21. รถโดยสารไฟฟ้าที่เสนอเพื่อให้บริการ จะต้องเป็นรถใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 2.22. ผู้เสนอราคาต้องจัดอบรมผู้ใช้เครื่องให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี และจัดอบรมเจ้าหน้าที่ พนักงาน ด้านการดูแล – บำรุงรักษาและการตรวจซ่อมเบื้องต้นและมีคู่มือการใช้งานมอบให้กับผู้ใช้งาน 1 ชุด/คัน
- 2.23. ผู้เสนอราคาต้องรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี (ยกเว้นอะไหล่ที่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน) นับจากวันตรวจรับ
- 2.24. บริษัทผู้ผลิตมีโรงงานผลิตหรือประกอบที่มีมาตรฐานและได้รับรองระบบ ISO 9001 ในประเทศไทย

2.25. ผู้เสนอราคาต้องทำการติดข้อความและสัญลักษณ์ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

3. เครื่องอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

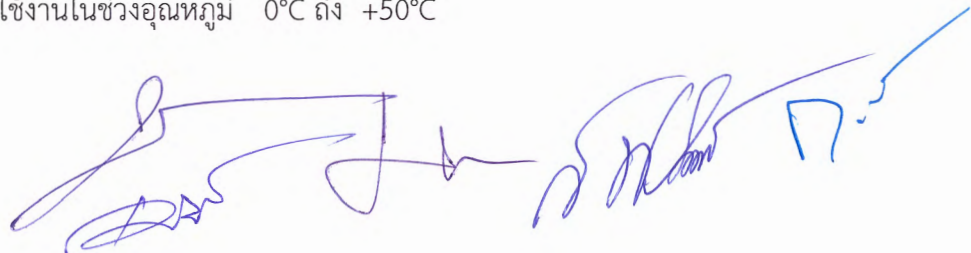
3.1. เครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC Charger จำนวน 2 เครื่อง

3.1.1. รายละเอียดทั่วไป

- 3.1.1.1. เป็นเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็วขนาด 100 KW แบบ 2 หัวจ่าย
- 3.1.1.2. ต้องมี Emergency stop อย่างน้อย 1 จุด ในบริเวณที่สังเกตได้ง่าย
- 3.1.1.3. สามารถส่งสัญญาณข้อมูลผ่านระบบ OCPP (Open Charge Point Protocol)
- 3.1.1.4. คุณสมบัติของสถานีต้องสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 3.1.1.5. มีรายละเอียดดังตารางตามมาตรฐานแบบ สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง

3.1.2. รายละเอียดทางเทคนิคเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็วแบบ DC Charge จำนวน 2 หัว (CCS2+CCS2) เครื่องที่ 1

- 3.1.2.1. การเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าอยู่ในช่วง 380 - 415 โวลต์ , ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ 3 เฟส รวมสาย Neutral และสายดิน
- 3.1.2.2. การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-23
- 3.1.2.3. รองรับอุปกรณ์ Plug และ Socket ตาม มาตรฐาน CCS2
- 3.1.2.4. แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 750 Vdc หรือมากกว่า
- 3.1.2.5. มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด 195 A หรือมากกว่า
- 3.1.2.6. มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90 %
- 3.1.2.7. ระบบป้องกันทางไฟฟ้า มีการป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน, ระบบSurge protection, การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน, การป้องกันShort circuit และ Ground fault
- 3.1.2.8. การระบายความร้อนแบบใช้พัดลมเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน
- 3.1.2.9. รองรับระบบ ACTIVATE และ IDENTIFY ตามมาตรฐาน Mifare RFID หรือ ISO / IEC 14443 A/B
- 3.1.2.10. ดัชนีการป้องกัน ไม่น้อยกว่า IP55 (IEC 60529)
- 3.1.2.11. ส่วนหน้าจอ LCD 7” แบบ Touch Panelหรือมากกว่า
- 3.1.2.12. การทดสอบคุณสมบัติการป้องกันการกระแทก (Mechanical Impact) ไม่ต่ำกว่า IK10 (IEC 62262)
- 3.1.2.13. ระยะเวลารับประกันจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 1 ปีโดยมีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
- 3.1.2.14. รองรับการใช้งานในช่วงอุณหภูมิ 0°C ถึง +50°C



- 3.1.2.15. Socket output/set ไม่น้อยกว่า 2 output
- 3.1.2.16. การเชื่อมโยงสื่อสาร รองรับการเชื่อมต่อแบบ OCPP 1.5 หรือ OCPP 1.6 และรองรับการ update เป็น OCPP 2.0
- 3.1.2.17. การเชื่อมโยงเครือข่าย รองรับ Ethernet หรือ Wi-fi หรือ Mobile Network (อุปกรณ์เสริม)
- 3.1.2.18. สามารถชาร์จได้ 2 หัวจ่ายพร้อมกัน
- 3.1.2.19. ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร
- 3.1.3.รายละเอียดทางเทคนิคเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็วแบบ DC Charge จำนวน 2 หัว (CCS2+CHAdeMO) เครื่องที่ 2
 - 3.1.3.1. การเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าอยู่ในช่วง 380 - 415 โวลต์ , ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ 3 เฟส รวมสาย Neutral และสายดิน
 - 3.1.3.2. การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-23
 - 3.1.3.3. รองรับอุปกรณ์ Plug และ Socket ตาม มาตรฐาน CCS2 และ CHAdeMO
 - 3.1.3.4. แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 750 Vdc หรือมากกว่า
 - 3.1.3.5. มีกระแสไฟฟ้าสูงสุด 195 A หรือมากกว่า
 - 3.1.3.6. มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90 %
 - 3.1.3.7. ระบบป้องกันทางไฟฟ้า มีการป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน, ระบบSurge protection, การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน, การป้องกันShort circuit และ Ground fault
 - 3.1.3.8. การระบายความร้อนแบบใช้พัดลมเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน
 - 3.1.3.9. รองรับระบบ ACTIVATE และ IDENTIFY ตามมาตรฐาน Mifare RFID หรือ ISO / IEC 14443 A/B
 - 3.1.3.10. ดัชนีการป้องกัน ไม่น้อยกว่า IP55 (IEC 60529)
 - 3.1.3.11. ส่วนหน้าจอ LCD 7” แบบ Touch Panelหรือมากกว่า
 - 3.1.3.12. การทดสอบคุณสมบัติการป้องกันการกระแทก (Mechanical Impact) ไม่ต่ำกว่า IK10 (IEC 62262)
 - 3.1.3.13. ระยะเวลารับประกันจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 12 เดือนโดยมีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
 - 3.1.3.14. รองรับการใช้งานในช่วงอุณหภูมิ 0°C ถึง +50°C
 - 3.1.3.15. Socket output/set ไม่น้อยกว่า 2 output

- 3.1.3.16. การเชื่อมโยงสื่อสาร รองรับการทำงานเชื่อมต่อแบบ OCPP 1.5 หรือ OCPP 1.6 และรองรับการ update เป็น OCPP 2.0
- 3.1.3.17. การเชื่อมโยงเครือข่าย รองรับ Ethernet หรือ Wifi หรือ Mobile Network (อุปกรณ์เสริม)
- 3.1.3.18. สามารถชาร์จได้ 2 หัวจ่ายพร้อมกัน
- 3.1.3.19. ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร
- 3.1.4. การติดตั้งระบบสายส่งไฟฟ้าให้ สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้
 - 3.1.4.1. การติดตั้งสถานีชาร์จบนฐาน โดยให้อ้างอิงตามคู่มือการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิต
 - 3.1.4.2. การติดตั้งสายไฟฟ้าและช่องทางเดินสายไฟ
 - 3.1.4.2.1. สายไฟประธานต้องมีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า ตามหลักวิชาการ
 - 3.1.4.2.2. ขนาดของสายไฟฟ้าอ้างอิงตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
 - 3.1.4.2.3. สายไฟฟ้าทุกประเภทต้องทำการติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าประเภทท่อหรือรางที่มีการติดตั้งอย่างมิดชิดและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
 - 3.1.4.3. มีการติดตั้งระบบตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจร (Circuit Breaker, MCB) ซึ่งมีค่าทนการลัดวงจรเป็นไปตามมาตรฐานของการออกแบบ ในตู้ MDB รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าจ่ายให้กับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
 - 3.1.4.4. มีการจัดทำป้ายแสดงชื่อของอุปกรณ์
- 3.1.5. มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่อย่างน้อย 1 ปี นับจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้วและในระยะเวลารับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุก 6 เดือน
- 3.1.6. ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นและอบรมแนะนำผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

3.2. เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC Charger จำนวน 2 เครื่อง

3.2.1. รายละเอียดทั่วไป

- 3.2.1.1. หัวจ่ายประจุไฟฟ้าแบบ AC Normal Charger เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อรองรับการชาร์จไฟฟ้าแบบกระแสสลับให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยเครื่องชาร์จต้องประกอบด้วยสายชาร์จพร้อมหัวชาร์จชนิด TYPE 2 และสามารถเชื่อมต่อกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อชาร์จไฟตามมาตรฐาน, IEC 61851, Mode 3

- 3.2.1.2. สามารถส่งสัญญาณข้อมูลผ่านระบบ OCPP (Open Charge Point Protocol)
- 3.2.1.3. คุณสมบัติของสถานีต้องสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากมีรายละเอียดคุณสมบัติของหัวจ่ายประจุไฟฟ้าในข้อรายละเอียดทางเทคนิค ชัดแย้ง ให้ยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นหลัก

3.2.2.รายละเอียดทางเทคนิค

- 3.2.2.1. การเชื่อมโยงสายไฟ (Input Rating) แรงดันไฟฟ้า 230/400 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ
- 3.2.2.2. การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-1
- 3.2.2.3. มาตรฐานการเชื่อมต่อกับยานยนต์ไฟฟ้า IEC 62196-2, หัวชาร์จชนิด Type 2 plug พร้อมสายชาร์จยึดติดกับเครื่อง
- 3.2.2.4. กำลังไฟฟ้าด้านออก (Output Rating) : แรงดันไฟฟ้า230/400 โวลต์, กระแส 32A, กำลังไฟฟ้าสูงสุด 22kW
- 3.2.2.5. อุปกรณ์RCDภายในตัวเครื่อง 30mA RCD, DC 6mA
- 3.2.2.6. การป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน, ระบบ Surge protection, การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน, การป้องกันShort circuit และ Ground fault
- 3.2.2.7. สามารถแสดงสถานะ การทำงาน LED, 4 Colors
- 3.2.2.8. ระบบตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน แบบ RFID ISO/IEC 14443 Type A/B
- 3.2.2.9. ช่วงอุณหภูมิการทำงาน อยู่ในช่วง 0 องศาเซลเซียส ถึง +50 องศาเซลเซียส
- 3.2.2.10. Ingress Protection ไม่น้อยกว่า IP55
- 3.2.2.11. รองรับการกระแทกตามมาตรฐาน IK09 หรือดีกว่า
- 3.2.2.12. ตัวบอดี้ผลิตจากวัสดุABS หรือ PC
- 3.2.2.13. ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4 เมตร

3.2.3.การติดตั้งสายไฟฟ้าและช่องทางเดินสายไฟ

- 3.2.3.1. สายไฟประธานต้องมีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า ที่ 32A
- 3.2.3.2. ขนาดของสายไฟฟ้าอ้างอิงตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- 3.2.3.3. สายไฟฟ้าทุกประเภทต้องทำการติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าประเภทท่อหรือรางที่มีการติดตั้งอย่างมิดชิดและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

- 3.2.4. มีติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจร (Circuit Breaker, MCB) ซึ่งมีค่าทนการลัดวงจรเป็นไปตามมาตรฐานของการออกแบบ ในตู้ MDB รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าจ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า แบบ AC Normal Charge 22kW

3.3.ติดตั้งไฟฟ้าสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 งาน

3.3.1.งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง 22 kV หม้อแปลง 250 kVA

- 3.3.1.1. หม้อแปลงไฟฟ้า 250 kVA 3P22kV - 400/230V จำนวน 1 ลูก

- | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------|
| 3.3.1.2. | เสาไฟฟ้า คอร. ขนาด 12 เมตร | จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ต้น |
| 3.3.1.3. | ลูกถ้วยไลน์โพสท์ 22KV | จำนวน 3 ชุด |
| 3.3.1.4. | ลูกถ้วยแขวน 22KV แบบ 52-1 | จำนวน 3 ชุด |
| 3.3.1.5. | เหล็กฉากรับสายล่อฟ้าทางตรง 2.25 เมตร | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.1.6. | เหล็กรูปรางน้ำรับสายล่อฟ้า 2.25 เมตร | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.2.งานติดตั้งเสาไฟฟ้า | | |
| 3.3.2.1. | เสาไฟฟ้า คอร. ขนาด 12 เมตร | จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ต้น |
| 3.3.2.2. | ลูกถ้วยไลน์โพสท์ 22KV | จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด |
| 3.3.2.3. | สายไฟฟ้าแรงสูง SAC 50 sq.mm. | จำนวนไม่น้อยกว่า 500 เมตร |
| 3.3.3.งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ | | |
| 3.3.3.1. | สาย CV 1x185 sqmm. | จำนวนไม่น้อยกว่า 150 เมตร |
| 3.3.3.2. | สาย CV 1x150 sqmm. | จำนวนไม่น้อยกว่า 50 เมตร |
| 3.3.3.3. | รางเคเบิลแลตเตอร์ ขนาด 500x3000 มม. | จำนวน 2 เส้น |
| 3.3.3.4. | ช่องอแรคเตอร์พร้อม ขนาด 500x3000 มม. | จำนวน 2 เมตร |
| 3.3.3.5. | ระบบกราวด์ต่อลงดินด้านแรงต่ำ | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.งานตู้ MDB-MAIN/ OUT DOOR | | |
| 3.3.4.1. | MCCB 3P 400AT/400AF | จำนวน 1 ตัว |
| 3.3.4.2. | MCCB 3P 150AT/250AF | จำนวน 2 ตัว |
| 3.3.4.3. | MCCB 3P 32A | จำนวน 2 ตัว |
| 3.3.4.4. | Undervoltage relesse (MN) | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.5. | Shunt relesse (MN) | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.6. | PROTECTION RELAY | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.7. | COPPER BUSBAR WIRIG 500A 50% N 25% G | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.8. | VOLT METER 0-500V 96x96 | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.9. | VOLT SELECTOR SWITCH 7 STEPS | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.10. | AMPS METER 0-1,000A 96x96 | จำนวน 1 ชุด |
| 3.3.4.11. | AMPS SELECTOR SWITCH 4 STEPS | จำนวน 1 ชุด |
| 3.4.ติดตั้งหลังคา เทพื้นคอนกรีต ติดตั้งกันชนสำหรับรองรับรถที่มาจอดอัดประจุไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4 ช่อง | | |

4. ชุดเครื่องมือวัดและทดสอบยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.1. เครื่องวิเคราะห์คุณภาพกำลังไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว

4.1.1.สามารถบันทึกค่าวัดพลังงานและฮาร์โมนิกส์ได้ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์

- 4.1.2.สามารถเปลี่ยนแคลมป์เพื่อใช้งานได้หลากหลายประเภท เพื่อการใช้งานในการวัดกระแสต่ำ (mA) หรือวัดกระแสตรง (DC current)
- 4.1.3.ระดับกันฝุ่นและน้ำ IP53/IK08 หรือดีกว่า
- 4.1.4.ใช้กดปุ่มเดียวเพื่อเริ่มการบันทึกค่าวัดแบบอัตโนมัติ
- 4.1.5.มี Diagram การวัดหลายรูปแบบ เช่น 3 phase, 3 wire - 4 wire, ARON, 2 watt method
- 4.1.6. สามารถแสดงค่าฮาร์โมนิกส์ในสาย Neutral
- 4.1.7. สามารถคำนวณค่า Reactive Power ที่เกิดจากผลของฮาร์โมนิกส์ เพื่อคำนวณขนาดของ Harmonic Filter
- 4.1.8.รองรับมาตรฐาน IEC 61010 1,000 V CAT III / 600 V CAT IV
- 4.1.9.มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ USB
- 4.1.10. เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า 1- 1,000 A หรือมากกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
- 4.1.11. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเพื่อการบริการหลังการขายโดยยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 4.2. เครื่องทดสอบแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่อง
- 4.2.1.เป็นเครื่องทดสอบความต้านทานภายใน ค่าแรงดันไฟฟ้า และอุณหภูมิของแบตเตอรี่
- 4.2.2.เครื่องมีโครงสร้างที่กะทัดรัดและง่ายต่อการพกพาได้
- 4.2.3.ช่วงการวัดค่าความต้านทาน $0.000\text{m}\Omega \sim 3.000 \Omega$ หรือดีกว่า
- 4.2.4.ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้า $0.000\text{V} \sim \pm 71.00\text{V}$ หรือดีกว่า
- 4.2.5.ช่วงการวัดอุณหภูมิ $-10.0^{\circ}\text{C} \sim 60.0^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 4.2.6.จอแสดงผลเป็นแบบ LCD ไม่น้อยกว่า 3.5 นิ้ว
- 4.3. เครื่องทดสอบสัญญาณ Canbus รถยนต์ จำนวน 1 เครื่อง
- 4.3.1.เป็นกล่องทดสอบสัญญาณของรถยนต์ที่มีความยาวสายไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร
- 4.3.2.มีจุดต่อวัดสัญญาณแบบหัวเซฟต์ขนาด 4 มิลลิเมตรจำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
- 4.3.3.มีหลอดไฟแบบ LED แสดงสถานะสัญญาณตามหัวต่างๆไม่น้อยกว่า 16 หลอด
- 4.3.4.แรงดันต่อใช้งานอยู่ในช่วง 8 โวลต์ ถึง 30 โวลต์ หรือมากกว่า
- 4.3.5.รับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดไม่เกิน 5 แอมป์
- 4.3.6.อุณหภูมิใช้งานปกติอยู่ในช่วง 0-40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า
- 4.3.7.มีจอแสดงผลแรงดันไฟฟ้าแบบ LED 3 ดิจิต ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1 โวลท์
- 4.3.8.โพรโตคอลตรวจจับ PWM (11850), VPW (11850), ISO 9141-2, DIS/ISO 41230-4 และ Canbus (1-2284) SAE (11939) หรือดีกว่า
- 4.4. เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน จำนวน 1 เครื่อง

- 4.4.1. สามารถวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวน (Insulation resistance) จากวิธีการจ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสตรง
- 4.4.2. มีแรงดันทดสอบตั้งแต่ 50 ถึง 1000 V หรือ ดีกว่า
- 4.4.3. ช่วงการวัดความต้านทานอยู่ที่ 100, 250, 500, 2000, 4000 M Ω ขึ้นอยู่กับแรงดันที่จ่าย
- 4.4.4. มีฟังก์ชัน Data hold และ Back light
- 4.4.5. สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- 4.4.6. สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- 4.4.7. สามารถวัดค่าความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า 1000 โอห์ม
- 4.4.8. ผ่านระดับ Ip 40 หรือดีกว่า
- 4.4.9. ผ่านมาตรฐาน EN61326 (EMC) และ EN61557-1 หรือมากกว่า
- 4.5. ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป ขนาด 100 MHz จำนวน 1 ตัว
- 4.5.1. เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปที่มีช่วงความถี่การทำงานตั้งแต่ DC ถึง 100 MHz
- 4.5.2. สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 4.5.3. อัตราการสุ่มข้อมูล (SAMPLING RATE) 1 GS/s ทุกแชนแนล
- 4.5.4. มีฟังก์ชัน Autoset เป็นอย่างน้อย
- 4.5.5. มี USB Memory, USB Device Port ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง สำหรับบันทึก Waveform และค่า Set up
- 4.5.6. จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เป็น Color LCD 9 นิ้ว ความละเอียด WGA (800X480) เป็นอย่างน้อย
- 4.5.7. มีฟังก์ชันที่สามารถเปิดแล็บชีท หรือแล็บทดลองบนตัวเครื่อง (Courseware) และมีโปรแกรม PC Courseware editor เพื่อสร้างแล็บชีทได้เป็นอย่างน้อย
- 4.5.8. ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz
- 4.5.9. บริษัทเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศเพื่อการบริการหลังการขาย
- 4.5.10. Vertical System
- 4.5.10.1. Sensitivity : 1 mV/Div ถึง 10 V/Div
- 4.5.10.2. Accuracy : $\pm 2\%$ 10 V/div through 5 mV/div
- 4.5.10.3. Maximum Input Voltage : 300 V RMS with peaks $\leq \pm 450$ V
- 4.5.10.4. Input Impedance : 1 MOhm $\pm 1\%$, 13 pF ± 1.5 pF
- 4.5.11. Horizontal System
- 4.5.11.1. Time base range : 1 ns/Div ถึง 100 s/Div

- 4.5.11.2. Accuracy : ± 25 ppm
- 4.5.11.3. มีฟังก์ชัน Horizontal zoom
- 4.5.12. Trigger System
 - 4.5.12.1. Operation Mode : Auto, Normal และ Single Sequence
 - 4.5.12.2. Type : Edge, Runt และ Pulse Width
 - 4.5.12.3. Coupling : DC, HF Reject, LF Reject และ Noise Reject
- 4.5.13. Digital Memory System
 - 4.5.13.1. Sampling Rate : 1 GS/s (On all Channels) หรือมากกว่า
 - 4.5.13.2. Resolution : 8 Bits (Vertical)
 - 4.5.13.3. Record Lengths : 5 Mpoints (On all Channels)
- 4.5.14. Acquisition Mode : Sample, Peak Detect, Average, Hi-Res และ Roll
- 4.5.15. Automatic Measurement ไม่น้อยกว่า 30 parameters
- 4.7.14 สายไฟ AC Power Cord จำนวน 1 เส้น
- 4.7.15 สายโพรบวัดสัญญาณ DC 100 MHz จำนวน 4 เส้น
- 4.6. โพรบวัดกระแสไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
 - 4.6.1.สามารถวัดกระแส AC และ DC โดยใช้เทคโนโลยี Hall-effect ด้วยรูปทรงของแคลมป์
 - 4.6.2.สำหรับการวัดในชุดสายเคเบิลและพื้นที่จำกัด การเดินสายไฟบนแผงสวิตช์
 - 4.6.3.รองรับกระแสไฟตรงสูงสุด 100A หรือมากกว่า
 - 4.6.4.รองรับกระแสไฟ AC สูงสุด 100A AC หรือมากกว่า
 - 4.6.5.ความแม่นยำสูงสุด $\pm 3\% + 5$ mV หรือน้อยกว่า
 - 4.6.6.รองรับขนาดสายไฟสูงสุด 12 mm
 - 4.6.7.ความปลอดภัย CAT IV 300 V, CAT III 600V
 - 4.6.8.ประเภทตัวเชื่อมต่อ BNC ถึง Banana Plug
 - 4.6.9.แบนด์วิดธ์สูงสุด 100kHz หรือมากกว่า
- 4.7. โพรบวัดแรงดันไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
 - 4.7.1.สำหรับใช้ร่วมกับออสซิลโลสโคปได้
 - 4.7.2.แบนด์วิดท์ไม่น้อยกว่า 30 MHz
 - 4.7.3.รองรับช่วงของแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ต่างกันตั้งแต่ ± 0.1 ถึง ± 600 V หรือมากกว่า
 - 4.7.4.รับรองตามมาตรฐาน 600 V-CAT IV
 - 4.7.5.ใช้ได้กับออสซิลโลสโคปประเภท Class 1
 - 4.7.6.รับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย LVD IEC 61010-1 (2001)
 - 4.7.7.รับรองตามมาตรฐาน EMC EN 61326-1 (07/97) + A1 (10/98) + A2 (2001)
- 4.8. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 4 ตัว

- 4.8.1.จอแสดงผล แบบ 6000 count สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า , กระแสไฟฟ้า ,และแบบ TRMS, ค่าความต้านทานและความถี่ได้
- 4.8.2.สามารถวัดแรงดันไฟสลับและกระแสไฟฟ้าสลับเป็นแบบ TRUE-RMS
- 4.8.3.มีไฟ BLACK LIGHT ที่หน้าปัดใช้งานในที่มืด
- 4.8.4.มีฟังก์ชัน LoZ ที่มีอินพุตอิมพีแดนซ์ต่ำ
- 4.8.5.มีฟังก์ชัน Volt Alert สำหรับเช็คแรงดัน AC โดยไม่ต้องสัมผัส
- 4.8.6.มีฟังก์ชัน Auto Volt สำหรับวัดแรงดัน AC/DC อัตโนมัติ
- 4.8.7.สามารถบันทึกค่า Min/Max/Average
- 4.8.8.มาตรฐานความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า CAT III 600 V
- 4.8.9.การวัดค่าแรงดันไฟตรง ช่วงการวัด : 600 mV to 600 V ความเที่ยงตรง : $\pm (0.5\% + 2)$ ความละเอียด : 0.1 mV
- 4.8.10. การวัดค่าแรงดันไฟสลับ (45 Hz to 500 Hz) ช่วงการวัด : 600 mV to 600 V ความเที่ยงตรง : $\pm (1.0\% + 3)$ True RMS ความละเอียด : 0.1 mV
- 4.8.11. การวัดค่ากระแสไฟสลับ (45 Hz to 500 Hz) วัดค่า 10 A (โอเวอร์โวลด์ 20 A ใน 30 วินาที)ความเที่ยงตรง : $\pm (1.5\% + 3)$ True RMS ความละเอียด : 0.001 A ที่ช่วง 6 A
- 4.8.12. การวัดค่าตัวเก็บประจุ ช่วงการวัด : 1000 nF to 9999 μ F ความเที่ยงตรง : 1.9% + 2 ที่ช่วง 100 μ F to 1000 μ F
- 4.9. ชุดเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบแคลมป์มิเตอร์ จำนวน 2 ตัว
- 4.9.1.สามารถวัดกระแสไฟฟ้า DC, AC + DC TRMS ถึง 999A หรือมากกว่า
- 4.9.2.สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า DC ได้ถึง 1,500V หรือมากกว่า
- 4.9.3.สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า AC และ AC + DC TRMS ถึง 999V หรือมากกว่า
- 4.9.4.สามารถวัดความถี่ ,ลำดับเฟส / เฟสสอดคล้อง ได้
- 4.9.5.สามารถวัดค่าความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า 25 กิโลโอห์ม และความต่อเนื่องการทดสอบ
- 4.9.6.สามารถวัดเพาเวอร์แฟคเตอร์ (P.F) ย่าน 0.2-1-0.2 หรือกว้างกว่า
- 4.9.7.สามารถวัดแอกทีฟเพาเวอร์(Active Power) W, รีแอกทีฟเพาเวอร์(Reactive power) Var, กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (Apparent power) VA ของระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสเดียวได้
- 4.9.8.สามารถวัดไฟ DC และกำลังไฟฟ้าได้
- 4.9.9.สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า/วัดฮาร์มอนิก ถึง 25th และ THD% หรือมากกว่า
- 4.9.10. สามารถตรวจจับกระแสกระชาก(Inrush)ขณะสตาร์ทมอเตอร์ได้
- 4.9.11. มีระบบเปลี่ยนย่านการวัดอัตโนมัติ (Auto range)
- 4.9.12. จอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 128x128 pixels พร้อมแบล็คไลท์
- 4.9.13. ปิดเครื่องอัตโนมัติ



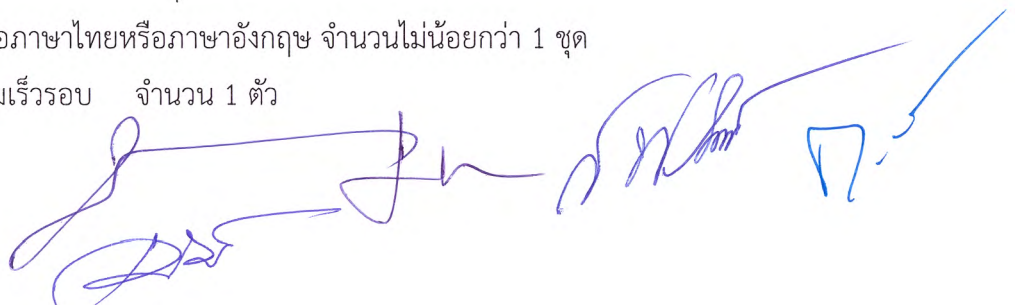
- 4.9.14. มีฟังก์ชัน หยอดค่าการวัด, MAX/MIN/CREST
- 4.9.15. ได้รับมาตรฐานการวัด CAT IV 600V/ CAT III 1000V และ ความปลอดภัย: IEC/EN61010-1 และ IEC/EN61010-2-032
- 4.9.16. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลรองรับได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 45 mm
- 4.9.17. มีระดับป้องกันฝุ่นและละอองน้ำไม่น้อยกว่า IP20
- 4.9.18. รองรับการเชื่อมต่อผ่าน WiFi
- 4.9.19. มีหน่วยความจำในตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 2 MB
- 4.9.20. ผู้เสนอราคาต้องได้รับแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 4.10. เครื่องมือวัด LCR มิเตอร์ จำนวน 1 ตัว
- 4.10.1. มีหน้าจอแบบLCD ดิจิตอล ขนาดไม่น้อยกว่า 20,000 counts
- 4.10.2. รองรับการวัดความถี่ DC~100kHz หรือมากกว่า
- 4.10.3. สามารถเลือกย่านการวัดของ L/C/R ได้โดยอัตโนมัติ
- 4.10.4. มีฟังก์ชัน Data hold และ Back light
- 4.10.5. รองรับสภาพแวดล้อมการทำงาน $0 \sim 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ <80 % RH หรือมากกว่า
- 4.10.6. ย่านการวัดความถี่ 100/120/1k/ 10k/100kHz
- 4.10.7. มาตรฐานความปลอดภัย IEC61326-1
- 4.10.8. ช่วงการวัด L_s / L_p : 20.000u - 20.000kH หรือมากกว่า
- 4.10.9. ช่วงการวัด C_s / C_p : 200.00p - 20.00mF หรือมากกว่า
- 4.10.10. ช่วงการวัด R_s / R_p : 20.000 Ω - 200.0M Ω หรือมากกว่า
- 4.10.11. ช่วงการวัด Ω (DCR): 200.00 Ω - 200.0M Ω หรือมากกว่า
- 4.11. อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการ จำนวน 4 ชุดแต่ละชุดประกอบด้วย
- 4.11.1. ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป ขนาด 50 MHz จำนวน 1 ตัว
- 4.11.1.1. เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปที่มีช่วงความถี่การทำงานตั้งแต่ DC ถึง 50 MHz
- 4.11.1.2. สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 4.11.1.3. อัตราการสุ่มข้อมูล (SAMPLING RATE) 1 GS/s ทุกแกนแนล
- 4.11.1.4. มีฟังก์ชัน Autoset, Cursors และ Automated measurement เป็นอย่างน้อย
- 4.11.1.5. มีฟังก์ชัน Courseware ที่สามารถเก็บรายละเอียดขั้นตอนการทำ Lab ลงในเครื่องหรือ Download Labของมหาวิทยาลัยอื่นใน Webของผู้ผลิตได้
- 4.11.1.6. มีฟังก์ชันพิเศษเพื่อล็อกไม่ให้ใช้งานปุ่ม Auto Set โดยใช้ Password

- 4.11.1.7. มี USB Memory, USB Device Port ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง สำหรับบันทึก Waveform และค่า Set up
- 4.11.1.8. จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เป็น WVGA 7 นิ้ว เป็นอย่างน้อย
- 4.11.1.9. ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz
- 4.11.1.10. บริษัทเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศเพื่อการบริการหลังการขาย
- 4.11.1.11. Vertical System
- Sensitivity : 1 mV/Div ถึง 10 V/Div
 - Accuracy : + 3%
 - Bandwidth : DC ถึง 50 MHz
 - Maximum Input Voltage : 300 Vrms (มาตรฐาน CAT II)
 - Input Impedance : 1 MOhm/14 pF
- 4.11.1.12. Horizontal System
- Sweep Time : 2 ns/Div ถึง 100 s/Div
 - Accuracy : $\pm 25 \times 10^{-6}$
 - มีฟังก์ชัน Horizontal zoom
- 4.11.1.13. Trigger System
- Operation Mode : Auto, Normal และ Single Sequence
 - Type : Edge Runt และ Pulse Width
 - Coupling : DC, HF Reject, LF Reject และ Noise Reject
- 4.11.1.14. Digital Memory System
- Sampling Rate : 1 GS/s (On all Channels)
 - Resolution : 8 Bits (Vertical)
 - Acquisition Mode : Sample, Peak Detect, Average, Hi-Resolution และ Roll
- 4.11.1.15. Automatic Measurement ไม่น้อยกว่า 30 parameters
- 4.11.1.16. สายไฟ AC Power Cord จำนวน 1 เส้น
- 4.11.1.17. สายวัดสัญญาณจำนวน 2 เส้น
- 4.11.2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ตัว
- 4.11.2.1. จ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก CH1, CH2 :0 ~ 30V หรือมากกว่า
- 4.11.2.2. จ่ายกระแสไฟฟ้าขาออก CH1, CH2: 0 ~ 5A หรือมากกว่า
- 4.11.2.3. ขนาดกำลังไฟฟ้าขาออกไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 4.11.2.4. มีค่า Load Regulation $CV \leq 1$, $CC \leq 2$ หรือดีกว่า
- 4.11.2.5. มีค่า Ripple และเสียงรบกวน $CV \leq 1\text{mV rms}$; $CC \leq 3\text{ mA rms}$ หรือดีกว่า

- 4.11.2.6. เอาต์พุตปรับความละเอียด CV: 100mV , CC: 10mA หรือดีกว่า
- 4.11.2.7. จอแสดงผลแบบแรงดันไฟฟ้า Dual Display
- 4.11.2.8. รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 115V AC/230V AC ความถี่ 50Hz/60Hz หรือมากกว่า
- 4.11.3. เครื่องกำเนิดสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว
 - 4.11.3.1. สามารถกำเนิดสัญญาณ SINE , SQUARE , Pulse, RAMP, NOISE และ ARBITRARY WAVEFORM
 - 4.11.3.2. สามารถทำการปรับ FREQUENCY SYMMETRY DC OFFSET และ OUTPUT LEVEL ด้านหน้าเครื่องได้
 - 4.11.3.3. แสดงค่าด้วยจอ LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 4.0"
 - 4.11.3.4. กำเนิดสัญญาณความถี่ได้ 2 ช่อง สามารถกำเนิดความถี่ Sine wave สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 MHz
 - 4.11.3.5. ปรับ output level ได้อย่างต่อเนื่องโดยปรับได้ 20 Vp-p
 - 4.11.3.6. Variable DC offset ปรับได้อย่างน้อยในช่วง -10 V ถึง +10V
 - 4.11.3.7. ปรับแต่งสัญญาณได้ดังนี้ frequency, symmetry, DC offset , output level
 - 4.11.3.8. ค่า input impedance 50ohm/ High Z
 - 4.11.3.9. สายวัด จำนวน 1 เส้น
 - 4.11.3.10. สาย power จำนวน 1 เส้น
 - 4.11.3.11. ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 volt, 50 Hz
- 4.11.4. หม้อแปลงปรับค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 ตัว
 - 4.11.4.1. เป็นหม้อแปลงปรับค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว
 - 4.11.4.2. รับแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 230VAC
 - 4.11.4.3. จ่ายแรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 0-230 VAC
 - 4.11.4.4. ใช้กับความถี่ 50/60 Hz.
- 4.11.5. อิเล็กทรอนิกส์โหลด จำนวน 1 ตัว
 - 4.11.5.1. เป็นโหลดอิเล็กทรอนิกส์ DC มีฟังก์ชันพื้นฐานไม่น้อยกว่า 4 ฟังก์ชัน
 - 4.11.5.2. มี 4 ฟังก์ชันพื้นฐานคือ CC, CV, CR, CP หรือมากกว่า
 - 4.11.5.3. จอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว
 - 4.11.5.4. สามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 50 ค่า
 - 4.11.5.5. อินเทอร์เฟซมาตรฐาน RS-232 รองรับโปรโตคอล SCPI
 - 4.11.5.6. พิกัดแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0-150 โวลท์
 - 4.11.5.7. พิกัดกระแสไฟฟ้าอยู่ในช่วง 20 A
 - 4.11.5.8. กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2x200 วัตต์

- 4.11.6. หม้อแปลง Isolate ขนาด 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
- 4.11.6.1. เป็นหม้อแปลง Isolate รับแรงดันไฟฟ้าเข้าเข้า 220 โวลต์ และแรงดันขาออก 220 โวลต์
- 4.11.6.2. ขนาดไม่น้อยกว่า 100 VA
- 4.12. ชุดเรียนรู้พื้นฐานรถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.12.1. ชุดคิทพื้นฐานรถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.12.1.1. ชุดควบคุมมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน จำนวน 1 ตัว
- 4.12.1.1.1. มีกำลังเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 3 กิโลวัตต์
- 4.12.1.1.2. การกระแสไฟฟ้าชุดควบคุมแบบ PWM
- 4.12.1.1.3. สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมผ่านคอมพิวเตอร์และมีซอฟต์แวร์แบบแสดงผลด้วยกราฟฟิค GUI เพื่อการโปรแกรมค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในระบบการขับเคลื่อน
- 4.12.1.1.4. สามารถดูผลการทำงานแบบเรียลไทม์
- 4.12.1.1.5. มีฟังก์ชันการป้องกันความเสียหาย
- 4.12.1.1.6. มีการตรวจสอบสัญญาณต่างๆ
- 4.12.1.1.7. มีการป้องกันกระแสไหลมากเกินไป การใช้งานแรงดันที่สูงไป หรือแรงดันที่ต่ำไป การป้องกันทางด้านอุณหภูมิ
- 4.12.1.1.8. สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิได้
- 4.12.1.1.9. มีฟังก์ชันการตรวจสอบตัวเองก่อนเปิดการทำงาน
- 4.12.1.1.10. มี LED แสดงการทำงานและแสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
- 4.12.1.2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน จำนวน 1 ตัว
- 4.12.1.2.1. ใช้แรงดันไฟฟ้าให้เลือก Voltage 72V หรือมากกว่า
- 4.12.1.2.2. กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 KW
- 4.12.1.2.3. ประสิทธิภาพ: 80% หรือมากกว่า
- 4.12.1.2.4. แรงบิด (Rated Torque) ไม่น้อยกว่า 10Nm
- 4.12.1.2.5. ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 3000 รอบต่อนาที
- 4.12.1.2.6. โครงสร้างทำด้วยอลูมิเนียม
- 4.12.1.3. แบตเตอรี่ลิเธียม 12 โวลต์ จำนวน 6 ลูก
- 4.12.2. รถจักรยานไฟฟ้า จำนวน 1 คัน
- 4.12.2.1. มีขนาดกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 350 วัตต์ หรือมากกว่า
- 4.12.2.2. ความเร็วสูงสุด 40 กม./ชม หรือมากกว่า
- 4.12.2.3. ระยะทางวิ่งต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 50 กม.
- 4.12.2.4. แบตเตอรี่ ระยะเวลาชาร์จ 6-7 ชม.

- 4.12.2.5. มีไฟเลี้ยว ซ้าย-ขวา
- 4.12.2.6. มีหน้าจอดีจิดอล บอกสถานะความเร็วและระดับแบตเตอรี่ของจักรยานไฟฟ้า
- 4.12.2.7. มีที่ปั่นเท้าเมื่อแบตเตอรี่หมด
- 4.12.3. รถเข็นไฟฟ้า จำนวน 1 คัน
 - 4.12.3.1. รถเข็นไฟฟ้าโครงสร้างแข็งแรง บังคับระยะและทิศทางได้อย่างแม่นยำด้วย Smart Joystick พร้อม Sleep mode เมื่อไม่ใช้งาน
 - 4.12.3.2. มีมอเตอร์อิสระแยกจากกันสามารถหมุนรถได้อย่างนุ่มนวล
 - 4.12.3.3. สามารถพับเก็บได้ สะดวกสบายในการเคลื่อนย้ายและเบาสามารถถอดซักทำความสะอาดได้
 - 4.12.3.4. ขนาดใช้งานไม่น้อยกว่า 65 x 100 x 90 ซม. (กว้างxยาวxสูง)
 - 4.12.3.5. โครงสร้างทำด้วยคาร์บอนสตีล
 - 4.12.3.6. รองรับน้ำหนักผู้ใช้งานไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัม
 - 4.12.3.7. การทำงานด้วยไฟฟ้า / มือหมุน / ผู้ช่วยเข็น
 - 4.12.3.8. กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า DC Motor 250 วัตต์ จำนวน 2 ตัว
 - 4.12.3.9. มีระบบเบรกมือ
 - 4.12.3.10. แบตเตอรี่แบบกรดตะกั่ว (Lead Acid) 24V 12Ah ใช้งานต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 20 กม.
 - 4.12.3.11. ความเร็วปรับได้ 5 ระดับ สูงสุดไม่น้อยกว่า 5 กม./ชม.
 - 4.12.3.12. ล้อหน้าตันขนาดไม่น้อยกว่า 8" และล้อหลังแบบลมหรือยางตันขนาดไม่น้อยกว่า 20"
 - 4.12.3.13. มีสัญญาณเตือนเมื่อถอยหลัง แตร เบรกมือ คาดเข็มขัดนิรภัย
- 4.12.4. ชุดสาริตการทดลองพื้นฐานรถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
 - 4.12.4.1. เป็นชุดฝึกอุปกรณ์ยึดบนแท่นสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
 - 4.12.4.2. แบตเตอรี่ลิเธียมขนาดไม่น้อยกว่า 48 โวลต์ 15 แอมป์
 - 4.12.4.3. มีเครื่องชาร์จแบบสวิตซ์ซึ่งพร้อมพัดลม สามารถตัดวงจรเมื่อชาร์จไฟเต็ม
 - 4.12.4.4. มอเตอร์ชุดแบบเพลลาซับขนาดไม่น้อยกว่า 700 วัตต์ 48 โวลต์
 - 4.12.4.5. มีชุดเบรกแบบจานดิสก์เบรก จำนวน 2 ล้อ
 - 4.12.4.6. มีชุดควบคุมการทำงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ และมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จำลองอาการเสีย
 - 4.12.4.7. จอแสดงผลแบบ LCD 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด
 - 4.12.4.8. มีจุด TERMINAL สำหรับใช้วัดค่าต่างๆในการใช้งานชุดรถไฟฟ้า
 - 4.12.4.9. มีชุดหลอดไฟ LED แสดงสถานะจำนวน 5 หลอดและสวิตซ์จำลองการทำงาน 12 ตัว
 - 4.12.4.10. โปรแกรมการจำลองอาการชำรุดเบื้องต้น 6 รายการ
 - 4.12.4.11. มีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และชุดแปลงไฟ 48 โวลต์ เป็น 12 โวลต์
 - 4.12.4.12. มีคู่มือภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.13. เครื่องวัดความเร็วรอบ จำนวน 1 ตัว



- 4.13.1. ช่วงการวัด +100 ถึง +29,999 rpm
- 4.13.2. ค่าความคลาดเคลื่อน + 0.02 % of m.v.+1 digit
- 4.13.3. ค่าความละเอียดในการวัด
 - 4.13.3.1. 0.1 rpm ที่ช่วงการวัด +100 ถึง +999.9 rpm
 - 4.13.3.2. 1 rpm ที่ช่วงการวัด +1000 ถึง +29,999 rpm
- 4.13.4. ความไวในการอ่านค่าได้ 0.5 วินาที หรือดีกว่า
- 4.13.5. อุณหภูมิสำหรับใช้งานของตัวเครื่อง 0 ถึง +50 องศาเซลเซียส
- 4.13.6. แสดงค่าการวัดในหน่วย rpm, rps ได้
- 4.13.7. ตั้งค่าการวัดสูงสุด ต่ำสุดได้
- 4.14. เครื่องวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ตัว
 - 4.14.1. เป็นกล่องเทอร์โมสแกนอินฟราเรดซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันการวัดอุณหภูมิพื้นผิวและการถ่ายภาพความร้อนในแบบเรียลไทม์
 - 4.14.2. หน้าจอ LCD ความละเอียดการแสดงผล 220X160 pixels
 - 4.14.3. มีหน่วยความจำภายในขนาด 4Gb รูปไฟล์ภาพที่บันทึกเป็นนามสกุล jpg
 - 4.14.4. สามารถปรับค่า Emissivity (0.1~1.00) ตามวัตถุ เพื่อความแม่นยำ
 - 4.14.5. สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB
 - 4.14.6. เป็นกล่องถ่ายภาพความร้อนสำหรับการตรวจวัดความร้อนในงานฉนวนในระบบไฟฟ้ากำลัง เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม
 - 4.14.7. ย่านการวัด -20°C-300°C
 - 4.14.8. ความแม่นยำ $\pm 2.5\%/\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 4.15. ตู้เก็บอุปกรณ์บานเลื่อน จำนวน 2 ตู้
 - 4.15.1. บานเลื่อนบนกระจกล่างทึบ
 - 4.15.2. ทำจากเหล็กแผ่นหนา 0.5 มิลลิเมตร
 - 4.15.3. กระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร
 - 4.15.4. มือจับเป็นแบบฝังพร้อมกุญแจ ทนทานแข็งแรง
 - 4.15.5. ขนาดตู้ไม่น้อยกว่า 90 x 40 x 180 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง)
- 4.16. ชั้นวางอุปกรณ์ จำนวน 2 ตัว
 - 4.16.1. โครงเหล็กฉากพ่นสี
 - 4.16.2. แผ่นชั้นผลิตจากแผ่นเหล็กพับขึ้นรูป
 - 4.16.3. สามารถปรับระยะสูง-ต่ำได้
 - 4.16.4. ขามีที่รองรับสำหรับป้องกันพื้นเป็นรอยขีดข่วน
 - 4.16.5. รับน้ำหนักได้ประมาณชั้นละ 200 กก (วางแบบกระจายน้ำหนัก)

- 4.16.6. ขนาดภายนอกไม่น้อยกว่า 90x45x180 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง)
- 4.17. โต๊ะปฏิบัติการ จำนวน 4 ตัว
- 4.17.1. เป็นโต๊ะปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อการศึกษา ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 800 มิลลิเมตร x 1500 มิลลิเมตร x 750 มิลลิเมตร
- 4.17.2. พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรปิดทับด้วยเมลามีนทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC
- 4.17.3. พื้นโต๊ะมีขนาดไม่น้อยกว่า(กว้างxยาวxหนา) 800 มิลลิเมตร x 1500 มิลลิเมตร x 25 มิลลิเมตร
- 4.17.4. โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด 38 มิลลิเมตร x38 มิลลิเมตร หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร
- 4.17.5. เคลือบสีีพ็อกซี่ ผ่านขบวนการอบความร้อน
- 4.17.6. ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาด 25 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร
- 4.17.7. ตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานกลางรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ
- 4.17.8. ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะโดยใช้สกรูยึด ทั้ง 4 ด้าน

5. รายละเอียดอื่นๆ

- 5.1. มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 5.2. ผู้เสนอราคาต้องมีการอบรมการใช้เครื่องให้กับผู้ใช้งานเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน
- 5.3. มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่ตรวจรับมอบแล้วเสร็จ
- 5.4. กำหนดส่งของภายใน 180 วัน

