

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อ/จัดจ้าง

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกทักษะการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
2. จำนวนที่ต้องการ1.....ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกทักษะการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยี ยานยนต์ไฟฟ้า สามารถใช้ในการศึกษาทดลอง ประยุกต์เสริมสร้างทักษะในการทำงานกับอุปกรณ์เมคาทรอนิกส์ ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม นิวแมติกส์ อุตสาหกรรม และชุดฝึกทักษะการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยี ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการพัฒนากำลังคน สมรรถนะสูงให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

4. รายละเอียดคุณลักษณะ

1. ชุดฝึกทักษะการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1.ชุดฝึกทักษะงานถอดประกอบและตรวจสอบแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

1.1.1.แบตเตอรี่แรงดันสูงของรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับงานถอดประกอบ จำนวน 2 ตัว

มีรายละเอียดดังนี้

- 1.1.1.1. สามารถเข้าใจการถอดประกอบและการติดตั้งส่วนประกอบและการป้องกันความปลอดภัยของส่วนประกอบระบบไฟฟ้าแรงดันสูง กระบวนการถอดประกอบและการเชื่อมต่อได้
- 1.1.1.2. มีแบตเตอรี่ชนิด Lithium iron phosphate battery หรือแบบอื่น
- 1.1.1.3. ขนาดความจุแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 40 กิโลวัตต์/ชั่วโมง
- 1.1.1.4. แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (Nominal Voltage) ไม่น้อยกว่า 300 โวลต์
- 1.1.1.5. มีขั้วสำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องตรวจสอบยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ได้
- 1.1.1.6. ระยะทางวิ่งต่อการชาร์จเต็มหนึ่งครั้งไม่น้อยกว่า 300 กิโลเมตร

1.1.2.เครื่องตรวจสอบยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 1.1.2.1. สามารถวินิจฉัยอัจฉริยะสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า (EVs), รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด (PHEV), รถยนต์ไฟฟ้าที่มีเครื่องยนต์สำรอง(REEV) และรถน้ำมันทั้งดีเซล เบนซินได้ สามารถวินิจฉัยและซ่อมแซมตัวควบคุมระบบขับเคลื่อนได้
- 1.1.2.2. สามารถอ่านค่า SOC (State of Charge), SOH (State of Health) และรหัสข้อผิดพลาด
- 1.1.2.3. สามารถแฟลชข้อมูลและซ่อมแซมโมดูล 12V/48V/BMS ในรถยนต์ Mercedes-Benz, BMW และ Tesla หรือยี่ห้ออื่น ๆ
- 1.1.2.4. รองรับการอัปเดตออนไลน์ได้
- 1.1.2.5. มีฟังก์ชันพิเศษประกอบด้วย การปรับเทียบ ADAS, ไส้ลมเบรก ABS, รีเซ็ต BMS, เซ็ตเซ็นเซอร์เพลลาข้อเหวี่ยงใหม่, ตั้งค่า DPF, การตั้งค่า ECU, ตั้งค่า EPB, จับคู่เกียร์, ตั้งค่าไฟหน้า, ตั้งค่าการเข้ารหัสหัวฉีด, รีเซ็ตไฟเตือนน้ำมัน/บริการ/การบำรุงรักษา, การจับคู่ลิ้นปีกผีเสื้อ, รีเซ็ตแรงดันลมยาง, เซ็ตไดเวอร์ตู้ชาร์จ หรือดีกว่า

- 1.1.3.3. **ตู้เครื่องมือพร้อมอุปกรณ์** จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

 - 1.1.3.3.1. ตู้เครื่องมือแบบ 4 ชั้น มีล้อ 4 มุมแข็งแรง จำนวน 1 ตู้
 - 1.1.3.3.2. มีชุดเครื่องมือพื้นฐานจำนวนไม่น้อยกว่า 68 ชิ้น ใน 1 ชุด
 - 1.1.3.3.3. ลูกบล็อกขนาด 10 มม. แบบ 6 เหลี่ยม หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 8 ชิ้น ประกอบด้วยขนาด 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18 มม.
 - 1.1.3.3.4. ขั้วต่อตรงขนาด 10 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 125 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.5. ขั้วต่อตรงขนาด 10 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 250 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.6. ประแจวงล้อแบบปลดเร็ว ขนาด 10 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 200 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.7. ประแจวงล้อแบบปลดเร็ว ขนาด 10 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 250 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.8. ประแจตัว T ขนาด 12.5 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 200 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.9. ขั้วต่อตรงขนาด 12.5 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 125 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.10. ขั้วต่อตรงขนาด 12.5 มม. หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 250 มม. จำนวน 1 ชิ้น
 - 1.1.3.3.11. ลูกบล็อกขนาด 12.5 มม. แบบ 6 เหลี่ยม หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 11 ชิ้น ประกอบด้วยเบอร์ 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 24 มม.
 - 1.1.3.3.12. ลูกบล็อกขั้วเดียวไฟล์ ขนาด 12.5 มม. 6 เหลี่ยม หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 5 ชิ้น ประกอบด้วยเบอร์ 4, 5, 6, 8, 10 มม.
 - 1.1.3.3.13. ชุดประแจปากตายหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 13 ชิ้น ประกอบด้วยเบอร์ 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24 มม.

- 1.1.3.14. ชุดประแจแหวนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 13 ชิ้นประกอบด้วยเบอร์ 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24 มม.
- 1.1.3.15. ประแจเลื่อน ขนาด 8" หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.16. ไขควงปากแฉกหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #0 x 60 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.17. ไขควงปากแฉกหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมที่จับสองสี #1 x 80 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.18. ไขควงปากแฉกแบบหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามสองสี #2 x 100 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.19. ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #2.5 x 75 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.20. ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #4 x 100 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.21. ไขควงปากแบนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #5.5 x 125 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.22. คีมปากแหลมหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ขนาด 8" จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.23. คีมตัดหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 7" จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.24. คีมปากจิ้งจกหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ขนาด 8 นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.25. มีดปอกสายไฟหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมตัวป้องกันใบมีด จำนวน 1 ชิ้น
- 1.1.3.26. เป็นของใหม่ไม่เคยใช้มาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกัน และมีมาตรฐาน ISO หรือ DIN หรือ ANSI อย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า

1.1.4.อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย	จำนวน 1 ชุด	ประกอบด้วย
1.1.4.1. มีถุงมือกันไฟฟ้า Class0	จำนวน 2 คู่	
1.1.4.2. มีรองเท้าน้ำกันไฟฟ้า	จำนวน 2 คู่	
1.1.4.3. ถุงมือไนลอน	จำนวน 20 คู่	
1.1.4.4. มีแว่นตานิรภัย	จำนวน 2 ชิ้น	
1.1.4.5. มีหมวกกันไฟฟ้า	จำนวน 1 ชิ้น	
1.1.4.6. มีแผ่นสัญลักษณ์เตือนไฟฟ้าแรงดันสูง	จำนวน 2 ชิ้น	
1.1.4.7. มีสายกันบริเซต	จำนวน 2 ชิ้น	
รายละเอียดอื่น ๆ		

- มีคู่มือการใช้งานจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ส่งสินค้า
- ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.2. ชุดฝึกทักษะงานติดตั้ง Home EV-Charging จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.2.1. เครื่องประจุไฟฟ้าให้ตัวรถชนิด AC CHARGING ขนาดไม่น้อยกว่า 7 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.1.1. หัวจ่ายประจุไฟฟ้าแบบ AC Normal Charger เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อรองรับการชาร์จไฟฟ้าแบบกระแสสลับให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยเครื่องชาร์จต้องประกอบด้วยสายชาร์จพร้อมหัวชาร์จชนิด TYPE 2 และสามารถเชื่อมต่อกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อชาร์จไฟตามมาตรฐาน, IEC 61851, Mode 3
- 1.2.1.2. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขอเสนอราคา
- 1.2.1.3. การเชื่อมโยงสายไฟ (Input Rating) แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส
- 1.2.1.4. การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-1
- 1.2.1.5. มาตรฐานการเชื่อมต่อกับยานยนต์ไฟฟ้า IEC 62196-2 หัวชาร์จชนิด Type 2 plug พร้อมสายชาร์จยึดติดกับเครื่อง
- 1.2.1.6. กำลังไฟฟ้าด้านออก (Output Rating) 230 โวลต์ 32A สูงสุดไม่น้อยกว่า 7kW
- 1.2.1.7. มีอุปกรณ์ RCD ภายในตัวเครื่อง 30mA RCD, DC 6mA
- 1.2.1.8. มีการป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน, ระบบ Surge protection, การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน, การป้องกัน Short circuit และ Ground fault
- 1.2.1.9. สามารถแสดงสถานะการทำงาน POWER, CHARGE, FAULT หรือมากกว่า
- 1.2.1.10. ช่วงอุณหภูมิการทำงาน อยู่ในช่วง 0 องศาเซลเซียส ถึง +50 องศาเซลเซียส
- 1.2.1.11. Ingress Protection ไม่น้อยกว่า IP55
- 1.2.1.12. รองรับการกระแทกตามมาตรฐาน IK09 หรือดีกว่า
- 1.2.1.13. ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5 เมตร

1.2.2. แผ่นแผงกริดทำด้วยสแตนเลสพร้อมโครงเหล็กสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.2.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 1,200 มม. X 15 มม. X 600 มม. (กว้าง x ลึก x สูง)
- 1.2.2.2 วัสดุทำจากสแตนเลสคุณภาพสูง
- 1.2.2.3 มีความต้านทานการกัดกร่อนความแข็งแรงสูง
- 1.2.2.4 โครงสร้างทำจากเหล็กหนา สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี ทนทานต่อสารเคมี

1.2.3. ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit) จำนวน 1 ตู้ มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.3.1. มีขนาดรองรับไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- 1.2.3.2. สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 230 VAC, 50Hz ได้

- 1.2.3.3. ตัวแผงหน้าต่างใส (Transparent Window) สามารถมองเห็นเบรกเกอร์
- 1.2.3.4. มีราง DIN Rail สำหรับติดตั้งอุปกรณ์
- 1.2.3.5. มีขั้วต่อสายดิน (Earth Terminal) และขั้วต่อสาย Neutral แยกชัดเจน
- 1.2.3.6. ตัวกล่องผลิตจากเหล็กและพ่นสีกันสนิมหรือแบบอื่น
- 1.2.4. **ตัวตัดวงจรไฟฟ้า(MCB) ขนาด 40A 2 Pole** **จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้**
 - 1.2.4.1. เป็น Miniature Circuit Breaker (MCB) สำหรับติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต
 - 1.2.4.2. เป็นแบบ 2 ขั้ว(2 Pole) กระแสใช้งาน (Rated Current) 40A
 - 1.2.4.3. กำลังตัดกระแสตัดวงจร (Breaking Capacity) ไม่น้อยกว่า 10kA
 - 1.2.4.4. แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 230/400 VAC, 50Hz
 - 1.2.4.5. ลักษณะการตัดวงจร Thermal – Magnetic Release
- 1.2.5. **ตัวตัดวงจรกระแสรั่ว (RCCB)** **จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้**
 - 1.2.5.1. เป็น Residual Current Circuit Breaker (RCCB) สำหรับป้องกันกระแสรั่วลงดิน และกระแสไฟฟ้ารั่วไหล
 - 1.2.5.2. เป็นแบบ Type A สามารถตรวจจับกระแสรั่วแบบ AC + Pulsating DC ได้
 - 1.2.5.3. กระแสใช้งานสูงสุด (Rated Current) ไม่น้อยกว่า 40A
 - 1.2.5.4. จำนวนขั้วแบบ 2P (2 Pole)
 - 1.2.5.5. กระแสไฟรั่วที่ทริป (Rated Residual Operating Current, $I_{\Delta n}$) ไม่เกิน 30 mA
 - 1.2.5.6. แรงดันไฟฟ้าใช้งาน (Rated Voltage) 230 VAC, 50Hz
- 1.2.6. **โต๊ะปฏิบัติการ** **จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้**
 - 1.2.6.1. เป็นโต๊ะปฏิบัติการ ขนาด 600 มิลลิเมตร x 1500 มิลลิเมตร x 750 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง)
 - 1.2.6.2. พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรปิดทับด้วยเมลามีนทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC
 - 1.2.6.3. พื้นโต๊ะมีขนาดไม่น้อยกว่า(กว้างxยาวxหนา) 600 มิลลิเมตร x 1500 มิลลิเมตร x 25 มิลลิเมตร
 - 1.2.6.4. โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด 38 มิลลิเมตร x 38 มิลลิเมตร หนาไม่น้อยกว่า 1.5มิลลิเมตร
 - 1.2.6.5. เคลือบสีอีพ็อกซี่ ผ่านขบวนการอบความร้อน
 - 1.2.6.6. ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาด 25 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร
 - 1.2.6.7. ตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานกลางรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ
 - 1.2.6.8. ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะโดยใช้สกรูยึด ทั้ง 4 ด้าน
 - 1.2.6.9. ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

รายละเอียดอื่น ๆ

- มีคู่มือการใช้งานจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ส่งสินค้า
- ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.3.ชุดฝึกทักษะงานถอดประกอบและตรวจสอบชุด Inverter จำนวน 2 ชุด รายละเอียดดังนี้

- 1.3.1. เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิด Traction Inverter สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า
- 1.3.2. สามารถแสดงส่วนประกอบของระบบ แสดงความสัมพันธ์ในการควบคุมการเชื่อมต่อตำแหน่งการติดตั้ง และข้อควรระวังด้านความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าแรงดันสูง
- 1.3.3. ชุดฝึกเหมาะสำหรับการสอนและฝึกการบำรุงรักษารถยนต์ไฟฟ้าสำหรับวิทยาลัย และ มหาวิทยาลัย
- 1.3.4. สามารถฝึกการถอดแยกชิ้นส่วนแบบปลั๊ก ฝึกการถอดชิ้นส่วนไฟฟ้า และชิ้นส่วนของระบบควบคุมหลัก
- 1.3.5. สามารถใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่แรงดันสูง (High Voltage Battery)
- 1.3.6. มีระบบควบคุมความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ด้วยวิธี Vector Control / Field-Oriented Control (FOC)
- 1.3.7. มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร, ป้องกันกระแสเกิน, ป้องกันแรงดันเกิน และระบบตัดการทำงานอัตโนมัติเมื่อผิดปกติ
- 1.3.8. มีการเชื่อมต่อสื่อสารกับ ECU หลักของรถยนต์ผ่าน CAN Bus
- 1.3.9. รองรับแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 300 VDC
- 1.3.10. รองรับการขับเคลื่อนมอเตอร์กำลังไม่น้อยกว่า 70 กิโลวัตต์
- 1.3.11. กระแสไฟฟ้าขาออกสูงสุดไม่น้อยกว่า 300 A (AC)
- 1.3.12. ประสิทธิภาพการทำงาน (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 90%
- 1.3.13. ระบบระบายความร้อนแบบ Liquid Cooling
- 1.3.14. ระดับการป้องกัน (Ingress Protection) ไม่น้อยกว่า IP65

1.4.ชุดฝึกทักษะงานตรวจสอบอุปกรณ์ไฟแรงสูง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 1.4.1. มอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้าแรงดันสูง จำนวน 2 ตัว มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.4.1.1. เป็นมอเตอร์ซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร เหมาะสำหรับการฝึกปฏิบัติของวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย
 - 1.4.1.2. มีมอเตอร์ขับเคลื่อนประเภทซิงโครนัสมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร
 - 1.4.1.3. มีขนาดแรงม้าสูงสุดของมอเตอร์ (Ps) ไม่น้อยกว่า 80 แรงม้า
 - 1.4.1.4. มีขนาดกำลังมอเตอร์รวม (kw) ไม่น้อยกว่า 50 กิโลวัตต์
 - 1.4.1.5. มีขนาดแรงบิดรวมของมอเตอร์ (N·m) ไม่น้อยกว่า 150 นิวตัน-เมตร
 - 1.4.1.6. อัตราเร่ง 0-100 กม./ชม. ที่ 15 วินาที หรือดีกว่า

1.4.2. เครื่องตรวจสอบระบบไฟฟ้ารถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 1.4.2.1. เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบพกพาที่มีหน้าจอแสดงผลชนิด TFT-LCD-display ความละเอียดจากหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 4% ดิจิต 59999 counts
- 1.4.2.2. สามารถในการส่งผ่านข้อมูลผ่าน Bluetooth 4.0 ไปยังแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนทั้งระบบ IOS และ Android ได้
- 1.4.2.3. สามารถวัด AC/DC Volts, AC/DC Current, Resistance, Capacitance, Frequency, Temperature, Continuity test และ Diode Test ได้เป็นอย่างดี
- 1.4.2.4. มีฟังก์ชันปิดเครื่องอัตโนมัติ (Auto Power Off)
- 1.4.2.5. มีระบบการวัดค่าในรูปแบบของ True RMS
- 1.4.2.6. มีฟังก์ชัน Auto-Hold, Min, Max และ AVG และฟังก์ชัน Low Pass filter
- 1.4.2.7. ป้องกันการลัดวงจรด้วยฟิวส์และทุกย่านวัดมีการป้องกันแบบ Over Load
- 1.4.2.8. ได้มาตรฐานความปลอดภัย EN 61010-1; CAT III 1000 V / CAT IV 600 V หรือดีกว่า
- 1.4.2.9. ได้มาตรฐาน European Union for CE conformity: 2014/30/EU (electromagnetic compatibility), 2014/35/EU (low voltage) และ 2011/65/EU (RoHS)
- 1.4.2.10. ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศโดยมีหนังสือรับรองยืนยันเพื่อรองรับบริการหลังการขาย
- 1.4.2.11. ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 600mV ,6V ,60V ,600V และ 1000V ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1.2%
- 1.4.2.12. ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 600mV ,6V ,60V ,600V และ 1000V ค่าความผิดพลาดที่ 50Hz – 1kHz ไม่เกิน 1.0%
- 1.4.2.13. ย่านการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 600 μ A ,6,000 μ A ,60 mA ,600 mA และ 10 A ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1.5%
- 1.4.2.14. ย่านการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ 600 μ A ,6,000 μ A ,60 mA ,600 mA และ 10 A ค่าความผิดพลาดที่ < 1 kHz ไม่เกิน 2.5%
- 1.4.2.15. ย่านการวัดค่าความต้านทาน 600 Ω , 6 k Ω , 60 k Ω , 600 k Ω , 6 M Ω และ 60 M Ω ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 2.0%
- 1.4.2.16. ย่านการวัดค่าความจุ 60 nF, 600 nF, 6 μ F, 60 μ F, 600 μ F และ 6000 μ F ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 3.5%
- 1.4.2.17. ย่านความถี่ 60 Hz, 600 Hz, 6 kHz, 60 kHz, 600 kHz, 10 MHz
- 1.4.2.18. ย่านการวัดอุณหภูมิ type-K อยู่ในช่วง -50...760 $^{\circ}$ C ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 2.0%

- 1.4.2.19. มีสายวัด จำนวน 1 ชุด
- 1.4.2.20. มีโพรบ Type K จำนวน 1 เส้น
- 1.4.2.21. มีกระเป๋าใส่เครื่อง
- 1.4.2.22. มีคู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
- 1.4.2.23. ผู้ขายรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ส่งสินค้า
- 1.4.2.24. มีตัวแทนจำหน่ายตั้งอยู่ในประเทศไทย เพื่อรองรับบริการหลังการขาย
- 1.4.2.25. มีหนังสือรับรองมาตรฐาน ISO 9001 ที่ออกโดย TÜV NORD โดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

1.4.3. เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1.4.3.1. เป็นเครื่องทดสอบความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าแบบพกพา ออกแบบมาสำหรับการทำสอบเพื่อหาค่าเป็นฉนวนทางไฟฟ้า ที่ต้องการความเร็วในการทดสอบที่สูง เหมาะสำหรับการใช้งานพื้นฐานต่าง ๆ ทางด้านไฟฟ้า มีฟังก์ชันสนับสนุนการวัดที่หลากหลาย พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันในมือถือ
- 1.4.3.2. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 1.4.3.3. มีย่านการวัดไม่น้อยกว่า 5 ย่านการวัด และมีช่วงแรงดันในการทดสอบ (Testing Voltage (DC)) ได้แก่ 50 V, 125 V, 250 V, 500 V และ 1000 V หรือดีกว่า
- 1.4.3.4. มีการแสดงผลค่าความต้านทานความเป็นฉนวนได้สูงสุดตามช่วงการจ่ายแรงดันทดสอบ (Effective maximum indicated value) อยู่ที่ 100 MΩ (50 V), 250 MΩ (125 V), 500 MΩ (250 V), 2000 MΩ (500 V) และ 4000 MΩ (1000 V) หรือดีกว่า
- 1.4.3.5. สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในแบบกระแสตรง (DC Voltage) และ กระแสสลับ (AC Voltage) ได้สูงสุดที่ 600 V หรือดีกว่า
- 1.4.3.6. สามารถปิดเครื่องเพื่อประหยัดพลังงานโดยอัตโนมัติ (AUTO power save) หรือดีกว่า
- 1.4.3.7. สามารถปรับย่านการวัดโดยอัตโนมัติ (AUTO range) หรือดีกว่า
- 1.4.3.8. สามารถคงค่าการวัดได้ (Data hold) หรือดีกว่า
- 1.4.3.9. สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่าน Bluetooth communication หรือดีกว่า
- 1.4.3.10. มาพร้อมกับไฟหลังหน้าจอ (Back light) หรือดีกว่า
- 1.4.3.11. มีค่ามาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า (Safety standard category) อยู่ที่ CAT III 600 V หรือดีกว่า
- 1.4.3.12. รองรับการตกกระแทกจากที่สูงได้ (Drop proof) หรือดีกว่า
- 1.4.3.13. สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้แบบไร้สาย โดยสามารถส่งข้อมูลผลการวัดไปยังโปรแกรม Excel ได้โดยตรง

1.4.3.14. สามารถส่งข้อมูลการวัดไปยังอุปกรณ์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตได้แบบไร้สาย โดยสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบรายงานชนิด PDF report, ข้อมูลไฟล์ CSV measurement data และ ข้อมูลภาพชนิด JPG Image data หรือดีกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

1.4.3.15. มีอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

1.4.3.15.1 สายวัดพร้อมหัววัดชนิดปากคีบ และ หัววัดชนิดปลายแหลม จำนวน 1 ชุด

1.4.4. เครื่องวัดค่าความต้านทาน **จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้**

- 1.4.4.1. เป็นเครื่องวัดมิลลิโอห์มพร้อมจอ LCD ขนาดใหญ่สามารถอ่านได้อย่างชัดเจน
- 1.4.4.2. สามารถทดสอบความต้านทานต่ำมากเป็นมิเตอร์วัดความต้านทานไมโครโอห์ม
- 1.4.4.3. ช่วงการวัดสูง 0.01 mΩ ถึง 2 kΩ ที่ 6 ช่วง หรือมากกว่า
- 1.4.4.4. มีปุ่ม HOLD สำหรับเก็บข้อมูล
- 1.4.4.5. มี Backlit LCD สำหรับอ่านภายใต้แสงที่มืด
- 1.4.4.6. มีฟังก์ชันป้องกันแม่เหล็กและป้องกันการรบกวนที่แข็งแกร่ง
- 1.4.4.7. อัตราการสุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง/วินาที หรือดีกว่า
- 1.4.4.8. จอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 1999 count ขนาดจอแบบแอลซีดีไม่น้อยกว่า 75x52mm

1.4.5. ตัวตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าและความต่อเนื่อง **จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้**

- 1.4.5.1. เป็นเครื่องวัดที่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 1,000 โวลต์ ตามข้อกำหนด IEC EN 61243-3 (VDE 0682-401):2015 หรือดีกว่า
- 1.4.5.2. ตัวเครื่องมีมาตรฐานป้องกันระดับ IP65 และมีมาตรฐานการป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน CAT IV 600 V หรือมากกว่า
- 1.4.5.3. รองรับการใช้งานทางอุตสาหกรรม ระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์, โรงไฟฟ้าพลังงานลม และวิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด
- 1.4.5.4. มีฟังก์ชันในการทดสอบต่าง ๆ ดังนี้หรือดีกว่า
 - 1.4.5.4.1. การตรวจสอบลำดับเฟส (ทวนเข็มนาฬิกา/ตามเข็มนาฬิกา)
 - 1.4.5.4.2. มีเซ็นเซอร์ของเครื่องตรวจจับสายเคเบิลชำรุดแบบไม่สัมผัส
 - 1.4.5.4.3. การตรวจสอบขั้วไฟฟ้าแบบเฟสเดียว
 - 1.4.5.4.4. มีไฟส่องสว่างตรงจุดวัด
 - 1.4.5.4.5. การตรวจสอบความต่อเนื่องด้วยเสียงและหลอดไฟLED
 - 1.4.5.4.6. แสดงค่าความถี่ได้
 - 1.4.5.4.7. จอแสดงผลแบบ LCD พร้อมไฟส่องพื้นหลัง แสดงแรงดันไฟฟ้าได้ 1 – 1000 V AC แบบ TRUE RMS และแสดงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ 1 – 1200 V DC หรือมากกว่า

- 1.4.5.4.8. เชื่อมต่อโหลดด้วยการกดปุ่ม push button
- 1.4.5.4.9. การแจ้งเตือนแบบสั่นเมื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยการกดปุ่ม push button
- 1.4.5.4.10. ตัวเครื่องมีระบบป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ IP65
- 1.4.5.5. การตรวจสอบลำดับเฟส (ทวนเข็มนาฬิกา/ตามเข็มนาฬิกา)
- 1.4.5.6. มีเซ็นเซอร์ของเครื่องตรวจจับสายเคเบิลชำรุดแบบไม่สัมผัส
- 1.4.5.7. การตรวจสอบชั่วไฟฟ้าแบบเฟสเดียว
- 1.4.5.8. มีไฟส่องสว่างตรงจุดวัด
- 1.4.5.9. การตรวจสอบความต่อเนื่องด้วยเสียงและหลอดไฟLED
- 1.4.5.10. แสดงค่าความถี่ได้
- 1.4.5.11. จอแสดงผลแบบ LCD พร้อมไฟส่องพื้นหลัง แสดงแรงดันไฟฟ้าได้ 1 – 1000 V AC แบบ TRUE RMS และแสดงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ 1 – 1200 V DC หรือมากกว่า
- 1.4.5.12. เชื่อมต่อโหลดด้วยการกดปุ่ม push button
- 1.4.5.13. การแจ้งเตือนแบบสั่นเมื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยการกดปุ่ม push button
- 1.4.5.14. ตัวเครื่องมีระบบป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ IP65
- 1.4.5.15. การแสดงผลแบบ LED/LCD
- 1.4.5.16. ย่านแรงดันไฟฟ้า 1.0 V - 1000 V AC/1200 V DC หรือมากกว่า
- 1.4.5.17. ย่านความถี่ 1 - 1000 Hz หรือมากกว่า
- 1.4.5.18. การทดสอบความต่อเนื่องทางเสียงและหลอดไฟช่วง 0 - 100 k Ω ด้วยเสียงและหลอดไฟ LED สีเหลือง
- 1.4.5.19. ย่านแรงดันทดสอบไดโอด 0.3 - 2.0 V หรือมากกว่า
- 1.4.5.20. ย่านการวัดค่าความต้านทาน 0.1 k Ω - 300 k Ω หรือมากกว่า
- 1.4.5.21. มีการทดสอบลำดับเฟสด้วยหลอดไฟLED สีเขียวแสดงซ้าย/ขวา
- 1.4.5.22. มีการทดสอบชั่วไฟฟ้าด้วยจอ LCD ค่า +/-
- 1.4.5.23. ตรวจสอบสายไฟชำรุดด้วยหลอดไฟ LED สีเหลืองกระพริบ
- 1.4.5.24. การต่อโหลดด้วยการกดปุ่ม push button IS = 550 mA (1000 V) 30 mA RCD trip
- 1.4.5.25. มีหลอดไฟส่องสว่างตรงจุดวัดด้วยหลอดไฟ LED สีขาว

1.5.ชุดฝึกทักษะงานถอด ประกอบ และติดตั้งส่วนประกอบรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.5.1.ชุดฝึกรถจักรยานยนต์สำหรับถอดประกอบ จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1.5.1.1. มีขนาดตัวรถไม่น้อยกว่า 1600 มม. x 1100 มม. (ยาว X สูง) มิลลิเมตร
- 1.5.1.2. ความยาวของเบาะนั่งไม่น้อยกว่า 500 มม.
- 1.5.1.3. มีกำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 800 วัตต์
- 1.5.1.4. มีความเร็วสูงสุด ไม่น้อยกว่า 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- 1.5.1.5. ประเภทแบตเตอรี่แบบ lead-acid หรือแบบอื่น
- 1.5.1.6. ความจุแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 60 โวลต์ 20 แอมป์/ชั่วโมง
- 1.5.1.7. มีจอแสดงผลแบบ LED Digital หรือแบบอื่น
- 1.5.1.8. มีระบบกันสะเทือนหน้าและหลังแบบไฮดรอลิกหรือแบบอื่น
- 1.5.1.9. มีระบบเบรกด้านหน้าแบบดิสก์เบรกและด้านหลังแบบดรัมเบรก
- 1.5.2. **เครื่องมือวัดสำหรับตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่และค่าความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้า**
จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.5.2.1. เป็นเครื่องมือวัดอเนกประสงค์แบบดิจิทัล สำหรับใช้ในการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า เช่น ค่าความเหนี่ยวนำ (L), ค่าความจุ (C), ค่าความต้านทาน (R) และอิมพีแดนซ์ (Z) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.5.2.2. สามารถวัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ เช่น ค่า X, D, Q, θ และ ESR
 - 1.5.2.3. มีฟังก์ชันเปรียบเทียบค่า (Comparator Function) เพื่อประเมินความสอดคล้องของค่าที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน
 - 1.5.2.4. มีระบบปิดเครื่องอัตโนมัติ (Auto Power Off) เพื่อประหยัดพลังงาน
 - 1.5.2.5. หน้าจอแสดงผลแบบ TFT LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ความละเอียด 5 หลัก (5 Digits Display)
 - 1.5.2.6. มีแสงไฟพื้นหลัง (Adjustable Backlight) เพื่อการมองเห็นชัดเจนในที่แสงน้อย
 - 1.5.2.7. ช่วงการวัด (Measurement Range) R: 0 – 20 M Ω / C: 0 – 20 mF / L: 0 – 1000 H
 - 1.5.2.8. ความถี่สัญญาณทดสอบ (Test Signal Frequency) 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 40 kHz
 - 1.5.2.9. ระดับแรงดันทดสอบ (Test Voltage Level) 0.6 V rms

5. ผู้เสนอราคาต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจนว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยหรือดีกว่า
6. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์.....180.....วัน
7. ระยะเวลาการรับประกัน.....1.....ปี
8. การจัดซื้อครุภัณฑ์รายการนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาจาก เกณฑ์ราคา
9. สถานที่ส่งมอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

ลงชื่อ..... ผู้กำหนดรายละเอียด
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงธรรม ดีวานิชสกุล)
ประธานกรรมการ

ลงชื่อ..... ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คุณากร อนุวัตพานิชย์)
กรรมการ

ลงชื่อ..... ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมพร วงษ์เพ็ง)
กรรมการและเลขานุการ

ลงชื่อ หัวหน้าหน่วยงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม