

ชื่อครุภัณฑ์ ชุดห้องปฏิบัติการเรียนรู้ด้านระบบส่งจ่ายไฟและทดสอบระบบไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า  
จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดห้องปฏิบัติการเรียนรู้ด้านระบบส่งจ่ายไฟและทดสอบระบบไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์ประกอบ  
ครบชุดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้ทันที ซึ่งประกอบไปด้วย

- |                                                            |                 |
|------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.1 ชุดฝึกอบรมการจัดการแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า (BMS)          | จำนวน 1 ชุด     |
| 1.2 ชุดฝึกอบรมการประจุไฟฟ้าทั้งแบบ AC และ DC ในรถยนต์ไฟฟ้า | จำนวน 1 ชุด     |
| 1.3 ชุดฝึกอบรมจรรยาบรรณระบบไฟฟ้า                           | จำนวน 2 ชุด     |
| 1.4 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า                                  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 1.5 กล้องอินฟราเรดถ่ายภาพความร้อน                          | จำนวน 1 เครื่อง |

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1 ชุดฝึกอบรมการจัดการแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า (BMS) มีรายละเอียด ไม่น้อยกว่า ดังนี้

2.1.1 แผงฝึกอบรมนี้แสดงและจำลองกระบวนการทำงานของชุดพลังงานแบตเตอรี่และระบบการจัดการ รวมทั้งสามารถทำการ  
ทดลองการชาร์จและการคายประจุบนชุดแบตเตอรี่ รวมถึงการทดสอบพารามิเตอร์ของแบตเตอรี่ต่าง ๆ ได้

2.1.2 ใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟแบบเฟสเดียว AC220V/50Hz

2.1.3 หลักสูตรการฝึกอบรม

2.1.3.1 หลักสูตรการฝึกอบรม 1: การแนะนำส่วนประกอบหลัก

2.1.3.2 หลักสูตรการฝึกอบรม 2: การสาธิตฟังก์ชันการทำงาน

2.1.3.3 หลักสูตรการฝึกอบรม 3: การตั้งค่าความผิดพลาดและการแก้ไขปัญหา

2.1.3.4 หลักสูตรการฝึกอบรม 4: การทดลองทดสอบสัญญาณ

2.1.4 การทดลอง

2.1.4.1 การทดลอง 1: การวัดความต้านทานภายในแบตเตอรี่

2.1.4.2 การทดลอง 2: การวัดความจุของแบตเตอรี่

2.1.4.3 การทดลอง 3: การวาดกราฟการคายประจุพื้นฐานของแบตเตอรี่

2.1.4.4 การทดลอง 4: การวิเคราะห์กราฟการคายประจุพลังงานที่แตกต่างกัน

2.1.4.5 การทดลอง 5: การทดลองการคายประจุแบตเตอรี่ (วงจรการรวมกันอิสระ)

2.1.4.6 การทดลอง 6: การคายประจุด้วยแรงดันคงที่

2.1.4.7 การทดลอง 7: การตั้งค่าระบบการจัดการ BMS

2.1.4.8 การทดลอง 8: การวัดแรงดันมอเตอร์

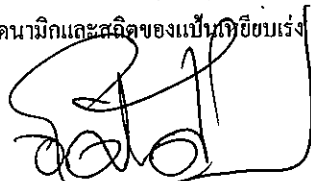
2.1.4.9 การทดลอง 9: การวัดความเร็วของมอเตอร์

2.1.4.10 การทดลอง 10: การตั้งค่าควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์แรงดันสูง

2.1.4.11 การทดลอง 11: การวัดคลื่นการทำงานของมอเตอร์แรงดันสูง

2.1.4.12 การทดลอง 12: การวิเคราะห์กราฟการคายประจุของอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.1.4.13 การทดลอง 13: การวัดแบบไดนามิกและสถิติของแบตเตอรี่ชาร์จเร็ว



วิไลวรรณ จ.วิเศษ

- 2.1.4.14 การทดลอง 14: การใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคป
- 2.1.4.15 การทดลอง 15: การวัดการเชื่อมต่อสายไฟ
- 2.1.4.16 การทดลอง 16: การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยแรงดันและกระแสคงที่
- 2.1.4.17 การทดลอง 17: การชาร์จด้วยแรงดันคงที่
- 2.1.4.18 การทดลอง 18: การชาร์จด้วยกระแสคงที่
- 2.1.4.19 การทดลอง 19: การชาร์จด้วยแรงดันคงที่และกระแสคงที่ (การชาร์จเร็ว)
- 2.1.5 อุปกรณ์ประกอบ
  - 2.1.5.1 ชุดแบตเตอรี่: แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต(lithium iron phosphate batteries) 20 ชั้ นขนาด 3.2V/20AH
  - 2.1.5.2 เครื่องป้องกันแบตเตอรี่
  - 2.1.5.3 สวิตช์ฉุกเฉิน
  - 2.1.5.4 อุปกรณ์ชาร์จอัจฉริยะ : เอาต์พุต 73V/5A, การจัดการชาร์จอัตโนมัติ
  - 2.1.5.5 เซ็นเซอร์สำหรับการตรวจสอบอุณหภูมิของแบตเตอรี่ จำนวน 2 ชุด
  - 2.1.5.6 โมดูลการจัดการ BMS
  - 2.1.5.7 การแสดงผลข้อมูล BMS
  - 2.1.5.8 ตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์
  - 2.1.5.9 มอเตอร์ DC ไม่มีแปรงถ่านขนาด DC60V/500W, ความเร็ว 0 ถึง 3000rpm
  - 2.1.5.10 การประกอบเป็นเหยียบเร่ง
  - 2.1.5.11 สวิตช์จุดระเบิด
  - 2.1.5.12 สวิตช์ชาร์จ
  - 2.1.5.13 ตู้เก็บอุปกรณ์
  - 2.1.5.14 เครื่องมือออสซิลโลสโคป
  - 2.1.5.15 สวิตช์ป้องกันการรื้อไหล
  - 2.1.5.16 ชุดสายทดสอบ
- 2.2 ชุดฝึกอบรมการประจุไฟฟ้าทั้งแบบ AC และ DC ในรถยนต์ไฟฟ้า มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้
  - 2.2.1 แผงฝึกอบรมนี้ใช้ระบบแทนชาร์จ AC&DC ของรถยนต์ไฟฟ้าจริง สามารถสาธิตหลักการการสแกนบัตร์, กระบวนการชาร์จ AC&DC และการเตือนข้อความการชาร์จผิดพลาดของแทนชาร์จ AC&DC แบบเฟสเดียวได้
  - 2.2.2 สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟแบบหนึ่งเฟส AC220V/50Hz
  - 2.2.3 หลักการฝึกอบรม
    - 2.2.3.1 หลักการวางรภายในของแทนชาร์จ AC&DC
    - 2.2.3.2 ส่วนประกอบและฟังก์ชันการทำงานของแทนชาร์จ AC&DC
    - 2.2.3.3 การแนะนำฟังก์ชันการทำงานของหัวชาร์จ AC&DC
    - 2.2.3.4 สามารถสาธิตกระบวนการทำงานและสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างการชาร์จ AC&DC
    - 2.2.3.5 สามารถสาธิตกระบวนการชาร์จของแทนชาร์จ AC&DC
  - 2.2.4 อุปกรณ์ประกอบ
    - 2.2.4.1 โมดูลแทนชาร์จ AC&DC
    - 2.2.4.2 โมดูลหัวชาร์จ AC&DC



สุวิภากร ๑๑/๑๒

- 2.2.4.3 มีสายไฟครบชุด
  - 2.2.4.4 สวิตช์ถูกเดิน จำนวน 2 ชั้น
  - 2.2.4.5 การ์ดผู้ใช้ จำนวน 4 ใบ
  - 2.2.4.6 โมดูลแสดงข้อมูลการชาร์จ
  - 2.2.4.7 โมดูลเครื่องอ่านการ์ด
  - 2.2.4.8 คิวบ์ซึ่งสถานะการชาร์จ
  - 2.2.4.9 สวิตช์ป้องกันการรั่วไหล
  - 2.2.4.10 โมดูลโหลดการชาร์จ จำนวน 2
- 2.3 ชุดฝึกอบรมวงจรควบคุมระบบไฟฟ้า มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้
- 2.3.1 ชุดฝึกอบรมนี้ออกแบบมาเพื่อตอบสนองการฝึกอบรมการปฏิบัติงานบำรุงรักษาให้กับช่างไฟฟ้าทั่วไป ครอบคลุมถึงช่วงการฝึกอบรมทางด้านไฟฟ้าและการควบคุมแสงสว่างภายในบ้าน
  - 2.3.2 แทนฝึกอบรมถูกสร้างขึ้นกับคู่เคลื่อนที่แบบมีประตู โดยมีผนังตะแกรงสองอันที่ถอดออกได้
  - 2.3.3 มีการติดตั้งส่วนประกอบควบคุมไฟฟ้าบนผนังโครงข่าย โดยใช้แผงขั้วต่อแยกจากกัน เพื่อให้แน่ใจว่าการเดินสายวงจรสะดวกและปลอดภัย มีมิเตอร์วัดค่าและสวิตช์ปุ่มที่จำเป็นติดไว้ที่ประตูล็อกได้เพื่อจำลองแผงควบคุมจริง แต่ประหยัดพื้นที่ในเวลาเดียวกัน
  - 2.3.4 มีการนำอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วและกระแสเกินมาใช้เพื่อตัดแหล่งจ่ายไฟหลักโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดการกระแสรั่วไหล ไฟฟ้าลัดวงจร หรือโอเวอร์โหลด
  - 2.3.5 เนื้อหาการฝึกอบรม
    - 2.3.5.1 ไตรฟิไฟฟ้า
      - 2.3.5.1.1 การควบคุมการสตาร์ทโดยตรงกับมอเตอร์อะซิงโครนัสแบบสามเฟส
      - 2.3.5.1.2 การควบคุม contactor jog กับมอเตอร์อะซิงโครนัสแบบสามเฟส
      - 2.3.5.1.3 การควบคุม contactor self-locking กับมอเตอร์อะซิงโครนัสแบบสามเฟส
      - 2.3.5.1.4 การควบคุมการสตาร์ทแบบลดแรงดันไฟฟ้าของชุดความต้านทานสเตเตอร์ของมอเตอร์อะซิงโครนัสแบบสามเฟส
      - 2.3.5.1.5 การควบคุมการสตาร์ทแบบลดแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติของชุดความต้านทานสเตเตอร์ของมอเตอร์อะซิงโครนัสแบบสามเฟส
      - 2.3.5.1.6 ควบคุมการสตาร์ทอัตโนมัติ Wye/Delta
      - 2.3.5.1.7 Contactor interlocked มอเตอร์แบบอะซิงโครนัสสามเฟสควบคุมไปข้างหน้าและย้อนกลับ
      - 2.3.5.1.8 Button interlocked มอเตอร์แบบอะซิงโครนัสสามเฟสควบคุมไปข้างหน้าและย้อนกลับ
      - 2.3.5.1.9 Double-interlocked มอเตอร์อะซิงโครนัสสามเฟสที่ควบคุมไปข้างหน้าและย้อนกลับ
      - 2.3.5.1.10 มอเตอร์อะซิงโครนัสสามเฟสลดแรงดันไฟฟ้าสตาร์ทและควบคุมการเบรกถอยหลังในทิศทางเดียว
    - 2.3.5.2 การควบคุมแสงสว่าง
      - 2.3.5.2.1 วงจรควบคุมไฟจากหลอดไส้
      - 2.3.5.2.2 วงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์
      - 2.3.5.2.3 สวิตช์ควบคุมแบบสัมผัสควบคุมวงจรควบคุมแสงจากหลอดไส้
      - 2.3.5.2.4 วงจรควบคุมไฟหลอดไส้แบบควบคุมด้วยสวิตช์ตั้งมุมด้วยเสียง

สุวิทย์ 1 ceed ๑, ๑๓

- 2.3.5.2.5 วงจรติดตั้งมิเตอร์กิโลวัตต์-ชั่วโมงแบบหนึ่งเฟส
- 2.3.5.2.6 การติดตั้งเครื่องวัดกิโลวัตต์ชั่วโมงแบบแอกทิฟ 3 เฟส 4 สาย
- 2.3.5.2.7 การติดตั้งเครื่องวัดกิโลวัตต์ชั่วโมงแบบรีแอกทิฟ 3 เฟส 4 สาย
- 2.3.5.2.8 วงจรติดตั้งโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์
- 2.3.5.2.9 วงจรการเดินสายไฟโดยใช้สวิตช์เปลี่ยนทางและโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟสามเฟส
- 2.3.5.2.10 หม้อแปลงกระแสสองตัวเชื่อมต่อวงจรแบบสตาร์ที่ไม่สมมาตร
- 2.3.5.2.11 หม้อแปลงกระแสสามตัวเชื่อมต่อวงจรแบบสตาร์

## 2.3.6 การกำหนดค่า

### 2.3.6.1 ตู้เคลื่อนที่

- 2.3.6.1.1 ขนาด(โดยประมาณ) 860 มม. x 620 มม. x 1835 มม. หรือดีกว่า
- 2.3.6.1.2 เจาะรูทั้งสี่ด้านเพื่อกระจายความร้อน
- 2.3.6.1.3 ผนังกริดประเภทบนและล่าง พื้นที่ 700 x 710 มม. หรือดีกว่า
- 2.3.6.1.4 ล้อหมุน 4 ล้อ มีเบรค 2 ล้อ

### 2.3.6.2 บนแผงควบคุมประจุ

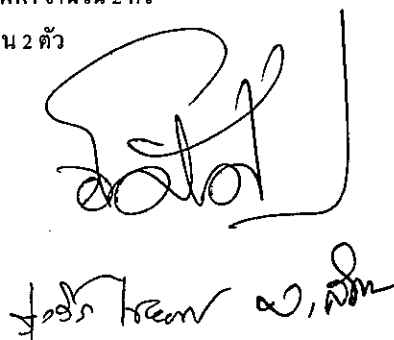
- 2.3.6.2.1 มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า ช่วงการวัด 0 ถึง 10A จำนวน 3 ตัว
- 2.3.6.2.2 มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ช่วงการวัด 0 ถึง 450V
- 2.3.6.2.3 ไฟแสดงสถานะ สีแดง/เขียว AC 24V / 220V หรือดีกว่า
- 2.3.6.2.4 สวิตช์เลือกแบบโรตารี
- 2.3.6.2.5 ปุ่มสวิตช์สีแดง/เหลือง/เขียว อย่างละ 2 ตัว

### 2.3.6.3 แผงขับเคลื่อนไฟฟ้า (I)

- 2.3.6.3.1 MCCB (4P, 16A), Ui 800V, Ii 400A
- 2.3.6.3.2 MCB (3P, 10A)
- 2.3.6.3.3 เครื่องวัดพลังงานแบบ Active energy meter, mechanical
- 2.3.6.3.4 เครื่องวัดพลังงานแบบ Reactive energy meter, mechanical
- 2.3.6.3.5 ตัวป้องกันฟิวส์เซรามิกพร้อมตัวขีด
- 2.3.6.3.6 วงจรเรียงกระแส Rectifier bridge
- 2.3.6.3.7 หม้อแปลงกระแส 10/5A 3 รอบ 3 ตัว
- 2.3.6.3.8 หม้อแปลงควบคุม IN220/380V, OUT110/36/24/6.3V
- 2.3.6.3.9 Rheostat 50W/100Ωx3
- 2.3.6.3.10 รางนำ, เทอร์มินอลบล็อก, ท่อสายไฟ, สายแยก

### 2.3.6.4 แผงขับเคลื่อนไฟฟ้า (II)

- 2.3.6.4.1 รีเลย์ตั้งเวลา 0 ถึง 10 วินาที AC110V จำนวน 2 ตัว
- 2.3.6.4.2 คอนแทคเตอร์ AC AC110V จำนวน 4 ตัว
- 2.3.6.4.3 ลิมิทสวิตช์ Ui250V, Ith5A, จำนวน 6 ตัว
- 2.3.6.4.4 รีเลย์แบบแม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
- 2.3.6.4.5 รีเลย์แบบ AC จำนวน 2 ตัว



Handwritten signature and name: *สุวิทย์ วัฒนวิทย์*

- 2.3.6.4.6 เทอร์มอลโอเวอร์โหลดครีเลย์ จำนวน 2 ตัว
- 2.3.6.4.7 เทอร์มินอลบล็อก ท่อสายไฟ สายแยก
- 2.3.6.5 แผงควบคุมไฟแสงสว่าง (I)
  - 2.3.6.5.1 RCCB (2P, 20A), I $\Delta$ 30mA
  - 2.3.6.5.2 เครื่องวัดพลังงานหนึ่งเฟสแบบเครื่องกล
  - 2.3.6.5.3 ตัวป้องกันฟิวส์แบบเซรามิก
  - 2.3.6.5.4 สวิตช์แบบ SPDT
  - 2.3.6.5.5 หลอดไฟสีแดง / เขียว / เหลือง
  - 2.3.6.5.6 เทอร์มินอลบล็อก ท่อสายไฟ สายแยก
- 2.3.6.6 แผงควบคุมไฟแสงสว่าง (II)
  - 2.3.6.6.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ 450 มม. พร้อมตัวยึด
  - 2.3.6.6.2 บัลลาสต์
  - 2.3.6.6.3 สตาร์ทเตอร์
  - 2.3.6.6.4 ปลั๊กไฟรวม
  - 2.3.6.6.5 สวิตช์ไฟช่วงเวลาแบบสัมผัส
  - 2.3.6.6.6 สวิตช์ไฟช่วงเวลาเสียง/แสง
  - 2.3.6.6.7 กล่องสวิตช์ควบคุมแบบตู้
  - 2.3.6.6.8 มอเตอร์พัดลม
  - 2.3.6.6.9 เทอร์มินอลบล็อก ท่อสายไฟ สายแยก
- 2.3.6.7 อุปกรณ์เสริม
  - 2.3.6.7.1 มอเตอร์อะซิงโครนัสสามเฟส, Y/ $\Delta$ , 1400r/min, 0.4A
  - 2.3.6.7.2 มอเตอร์อะซิงโครนัสสามเฟส Y/ $\Delta$ , 1400r/min, 0.69A พร้อมสวิตช์แรงเหวี่ยง
  - 2.3.6.7.3 สายเคเบิลมอเตอร์: ส่วนตัดขวางของค้ำนำ: 2.5 มม.2, ซ็อกเก็ตแกนหัวเดี่ยวย (กล้วย), ประเภทแกนหัวเดี่ยว
  - 2.3.6.7.4 สายไฟ: ชนิด BV สีแดง / สีเหลือง / สีเขียว, ชนิด RV สีดำ
  - 2.3.6.7.5 เครื่องมือ: คีมปากแหลม, คีมปอกสายไฟ, ไขควงแฉก
- 2.4 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้
  - 2.4.1 เป็นเครื่องมือวัดและทดสอบได้หลายหน้าที่เพื่อใช้ตรวจสอบมาตรฐานระบบไฟฟ้าก่อนจ่ายไฟภายในบ้านตามมาตรฐาน IEC/EN61557-1
  - 2.4.2 หน้าจอสีแบบสัมผัส แสดงผลแบบกราฟฟิก ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 320x240mm.
  - 2.4.3 มีเมนูคำแนะนำการใช้งานบนเครื่อง (Help Online)
  - 2.4.4 สามารถวัดความต่อเนื่อง (Continuity) ของอุปกรณ์ตัวนำป้องกันด้วยกระแสทดสอบไม่น้อยกว่า 200mA
  - 2.4.5 สามารถทดสอบจนวนได้โดยตั้งแรงดันทดสอบได้ตั้งแต่ 50, 100, 250, 500, 1000V DC
  - 2.4.6 สามารถทดสอบ RCD ได้โดยเลือกชนิดการทดสอบได้ทั้งแบบ A, AC และ B general, โดยต้องเลือกกระแสทดสอบได้สูงถึง 1000mA

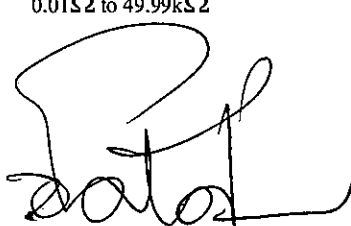
๓๐/๓/๒๕๖๓ ๑.๐๓๓

- 2.4.7 สามารถทดสอบ Earth leakage relay RCDs ได้
- 2.4.8 สามารถคำนวณค่า Line/fault impedance ได้
- 2.4.9 สามารถทดสอบกระแสลัดวงจร (Current short circuit) ได้
- 2.4.10 สามารถทดสอบอุปกรณ์ป้องกันโดยสามารถเลือกชนิดอุปกรณ์ สำหรับ MCBs ชนิด Curve B, C, D, K สำหรับ fuses ชนิด gG, aM และสามารถกำหนดความยาว ชนิดของฉนวน ชนิดของสายไฟและเวลาในการตัดวงจรได้
- 2.4.11 สามารถวัดค่าความต้านทานหลักดินและค่าความนำไฟฟ้าของดินได้ (Earth resistance and soil resistivity with auxiliary rods)
- 2.4.12 ตัวเครื่องรองรับการต่อวัดกับเครื่องวัดค่าความต้านทานดินชนิดล่องสายได้
- 2.4.13 สามารถวัดลำดับเฟสของระบบไฟฟ้าได้
- 2.4.14 สามารถวัดค่าแรงดันตกค้างในระบบไฟฟ้าได้ ( $\Delta V\%$ ) ย่านการวัด 0% to 100%
- 2.4.15 ตัวเครื่องต้องสามารถวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าได้ทั้งระบบ 1 เฟส , ระบบ 3 เฟส 3สาย, ระบบ 3 เฟส 4สาย
- 2.4.16 สามารถวัดค่าฮาร์โมนิกส์ได้ทั้งแรงดันและกระแส สูงถึงลำดับที่ 49th
- 2.4.17 ตัวเครื่องสามารถแสดงผลแบบ Real Time ได้ทั้งแบบ waveforms, harmonics, vector diagrams
- 2.4.18 สามารถบันทึกข้อมูลลงบนหน่วยความจำได้โดยแต่ละครั้งสามารถเก็บค่าทางไฟฟ้าได้ 632 ค่าและสามารถบันทึกข้อมูลได้ 2 เดือน
- 2.4.19 ต้องมีโปรแกรมสำหรับดึงข้อมูลจากตัวเครื่องโดยผ่านการเชื่อมต่อได้ทั้งแบบ USB และ รองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android devices โดยผ่านการเชื่อมต่อแบบ Wifi
- 2.4.20 สามารถทำงานด้วยแบตเตอรี่เป็นแบบ Rechargeable
- 2.4.21 เครื่องทดสอบต้องผ่านมาตรฐานการวัดดังนี้
  - 2.4.21.1 Continuity test with 200mA: IEC/EN61557-4
  - 2.4.21.2 Insulation resistance: IEC/EN61557-2
  - 2.4.21.3 Earth resistance: IEC/EN61557-5
  - 2.4.21.4 Fault loop impedance: IEC/EN61557-3
  - 2.4.21.5 RCD test: IEC/EN61557-6
  - 2.4.21.6 Phase sequence: IEC/EN61557-7
  - 2.4.21.7 Multifunction: IEC/EN61557-10
  - 2.4.21.8 Prospective short circuit current: EN60909-0
  - 2.4.21.9 Earth resistance on TN systems: EN61936-1 + EN50522
  - 2.4.21.10 Encapsulation : IP40
- 2.4.22 Voltage (RCD, LOOP, Phase sequence)
  - 2.4.22.1 Range : 15V to 460V
  - 2.4.22.2 Resolution : 1V
  - 2.4.22.3 Accuracy :  $\pm(3\%rdg+2dgt)$
- 2.4.23 Frequency
  - 2.4.23.1 Range : 47.0Hz to 63.6Hz



สุวิทย์ วัฒน อ.สม

2.4.23.2	Resolution	:	0.1Hz
2.4.23.3	Accuracy	:	$\pm(0.1\%rdg+1dgt)$
2.4.24	Continuity test on protective and equalizing conductors		
2.4.24.1	Range	:	$0.01\Omega$ to $99.9\Omega$
2.4.24.2	Best Resolution	:	$0.01\Omega$
2.4.24.3	Accuracy	:	$\pm(5.0\%rdg+3dgt)$
2.4.25	Insulation resistance (DC voltage)		
2.4.25.1	Test voltage 50V		
2.4.25.1.1	Range	:	$0.01M\Omega$ to $99.9M\Omega$
2.4.25.1.2	Best Resolution	:	$0.01M\Omega$
2.4.25.1.3	Best Accuracy	:	$\pm(2.0\%rdg+2dgt)$
2.4.25.2	Test voltage 100V		
2.4.25.2.1	Range	:	$0.01M\Omega$ to $199.9M\Omega$
2.4.25.2.2	Best Resolution	:	$0.01M\Omega$
2.4.25.2.3	Best Accuracy	:	$\pm(2.0\%rdg+2dgt)$
2.4.25.3	Test voltage 250V		
2.4.25.3.1	Range	:	$0.01M\Omega$ to $499M\Omega$
2.4.25.3.2	Best Resolution	:	$0.01M\Omega$
2.4.25.3.3	Best Accuracy	:	$\pm(2.0\%rdg+2dgt)$
2.4.25.4	Test voltage 500V		
2.4.25.4.1	Range	:	$0.01M\Omega$ to $999M\Omega$
2.4.25.4.2	Best Resolution	:	$0.01M\Omega$
2.4.25.4.3	Best Accuracy	:	$\pm(2.0\%rdg+2dgt)$
2.4.25.5	Test voltage 1000V		
2.4.25.5.1	Range	:	$0.01M\Omega$ to $1999M\Omega$
2.4.25.5.2	Best Resolution	:	$0.01M\Omega$
2.4.25.5.3	Best Accuracy	:	$\pm(2.0\%rdg+2dgt)$
2.4.26	Line impedance (Line-Line, Line-Neutral, Line-PE)		
2.4.26.1	Range	:	$0.01\Omega$ to $199.9\Omega$
2.4.26.2	Best Resolution	:	$0.01\Omega$
2.4.26.3	Accuracy	:	$\pm(5.0\%rdg+3dgt)$
2.4.26.4	Protection type	:	MCB (B, C, D, K), Fuse (gG, aM)
2.4.26.5	Insulation materials	:	PVC, Rubber butyl, EPR, XLPE
2.4.27	Ground resistance with 3-wire method		
2.4.27.1	Range	:	$0.01\Omega$ to $49.99k\Omega$

  
 2025.11.10 10:00 AM

- 2.4.27.2 Best Resolution : 0.01Ω
- 2.4.27.3 Best Accuracy : ±(5.0%rdg+3dgt)
- 2.4.27.4 Test current : <10mA at 77.5Hz
- 2.4.28 Soil resistivity with 4-wire Wenner method
- 2.4.28.1 Range : 0.06Ωm to 3.14MΩm
- 2.4.28.2 Best Resolution : 0.01Ωm
- 2.4.28.3 Best Accuracy : ±(5.0%rdg+3dgt)
- 2.4.28.4 Test current : <10mA at 77.5Hz
- 2.4.29 RCD test
- 2.4.29.1 RCD type : AC , A, B, General (G), Selective (S), Delayed (R)
- 2.4.29.2 Rated tripping currents : 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA, 650mA, 1000mA
- 2.4.29.3 L-N, L-PE voltage : 100V to 265V RCD type AC and A
- 2.4.29.4 Frequency : 50/60Hz ± 5%
- 2.4.30 Measurement of main parameters and harmonics (PQA)
- 2.4.30.1 AC TRMS Voltage Range : 15.0V to 660.0V
- 2.4.30.2 Frequency Range : 42.5Hz to 69.0Hz
- 2.4.30.3 AC TRMS Current Range : up to 3000A
- 2.4.30.4 Active power Range : 0 to 9999kW
- 2.4.31 อุปกรณ์ประกอบ
- 2.4.31.1 หัววัดกระแสแบบสายอ่อนขนาด 3000A จำนวน 4 เส้น
- 2.4.31.2 ชูคสาย Shuko plug จำนวน 1 เส้น
- 2.4.31.3 ชูคสายทดสอบความต้านทานดิน(4เส้น) + แท่งเหล็ก(4อัน) จำนวน 1 ชุด
- 2.4.31.4 สายทดสอบ+ปากคีบจรเข้ จำนวน 4 อัน
- 2.4.31.5 สายทดสอบแบบมีปุ่มกดทดสอบ(Remote switch probe) จำนวน 1 เส้น
- 2.4.31.6 ปากกาสำหรับจอสัมผัส จำนวน 1 อัน
- 2.4.31.7 โปรแกรมทำงานบนคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 แผ่น
- 2.4.31.8 สายเชื่อม โยงสัญญาณแบบ optical/USB จำนวน 1 ชุด
- 2.4.31.9 กระเป๋าใส่เครื่องมือ จำนวน 1 ใบ
- 2.4.31.10 แบตเตอรี่ Rechargeable battery จำนวน 6 ก้อน
- 2.4.31.11 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ External battery charger จำนวน 1 ชุด
- 2.5 ก่ออิงอินฟราเรดถ่ายภาพความร้อน มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้
- 2.5.1 ก่ออิงอินฟราเรดชนิดพกพา เพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบประเภทของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดสำหรับโปรแกรมในการบำรุงรักษาเพื่อคาดการณ์ล่วงหน้า
- 2.5.2 ตัวตรวจจับเป็น ชนิด UFPA , 384 x 288 pixels (หรือดีกว่า)
- 2.5.3 ช่วงความยาวคลื่น 8 -14 μm

สุวิภากร ๑,๑๑๑



- 2.5.4 การตอบสนองอุณหภูมิที่ช่วง 30 องศา ไม่เกิน 0.05 องศา
- 2.5.5 ขนาด เลนส์/FOV 9mm, 41.5° x 31.1°
- 2.5.6 ขนาดความละเอียด IFOV 1.89mrad
- 2.5.7 การปรับโฟกัสภาพเป็นแบบ Manual บนเลนส์
- 2.5.8 ความถี่ภาพไม่น้อยกว่า 50Hz
- 2.5.9 แถบสีความร้อนไม่น้อยกว่า 8 แถบสี + 4 Isotherms
- 2.5.10 กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล 2Mpxl, FOV 65°
- 2.5.11 หน้าจอแสดงผล 3.5" TFT color หรือใหญ่กว่า
- 2.5.12 ช่วงการวัดอุณหภูมิ -20 °C to 650 °C หรือสูงกว่า
- 2.5.13 ความแม่นยำ  $\pm 2$  °C หรือ  $\pm 2\%$  of reading หรือดีกว่า
- 2.5.14 ช่วงการปรับ Emissivity 0.01 ถึง 1.00 บนตัวเครื่อง และต้องมีตารางชนิดวัสดุให้เลือกเพื่อง่ายต่อการปรับตั้งค่า Emissivity
- 2.5.15 ลักษณะการวัดมีอย่างน้อย 4 จุด โดยมี 1 จุดวัดกึ่งที่กลางจอภาพและมีจุดวัด 3 จุดอิสระ
- 2.5.16 มีโหมดการวัดแบบจุด Spots (max3), แบบเส้น Lines (max 2), แบบพื้นที่ Areas (max 3), แบบจุดร้อน/จุดเย็น "Hot/Cold", โหมดการวัดอุณหภูมิหน้าคนได้สูงถึง 10 คน
- 2.5.17 ตัวเครื่องสามารถซูมภาพแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้สูงถึง x32
- 2.5.18 การถ่ายภาพความร้อนและสามารถนำภาพความร้อนซ้อนในภาพจริงได้
- 2.5.19 สามารถบันทึกภาพความร้อนแบบวีดีโอได้ในหน่วยความจำบนตัวเครื่อง
- 2.5.20 สามารถบันทึกภาพความร้อนลงบน Micro SD Card ได้มากกว่า 5000 ภาพ
- 2.5.21 สายเชื่อมต่อสัญญาณเป็นแบบ USB-C เพื่อความสะดวกในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกล้องต่อความร้อนกับคอมพิวเตอร์
- 2.5.22 สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมบนสมาร์ทโฟนผ่านการเชื่อมต่อแบบ WiFi connection
- 2.5.23 ซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - 2.5.23.1 เรียกดูภาพความร้อนและภาพจริงได้
  - 2.5.23.2 ปรับแก้ค่า Emissivity ของภาพได้
  - 2.5.23.3 ซอฟต์แวร์ต้องสามารถแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ของอุณหภูมิได้
- 2.5.24 รองรับแบตเตอรี่ชาร์จเจอร์เพื่อความสะดวกในการใช้งานและสามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง หรือดีกว่า
- 2.5.25 ช่วงอุณหภูมิใช้งาน -15 องศา ถึง 50 องศา หรือดีกว่า
- 2.5.26 มาตรฐานสากล IP54 , IEC529 housing, IEC60068-2-29, IEC60068-2-6 หรือดีกว่า
- 2.5.27 น้ำหนักไม่เกิน 600 กิโลกรัม (รวมแบตเตอรี่)
- 2.5.28 อุปกรณ์ประกอบ
  - 2.5.28.1 สายเชื่อมต่อสัญญาณชนิด USB-C จำนวน 1 เส้น
  - 2.5.28.2 ซอฟต์แวร์สำหรับทำรายงาน จำนวน 1 แผ่น
  - 2.5.28.3 แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
  - 2.5.28.4 กระเป๋าใส่อุปกรณ์ จำนวน 1 ใบ
  - 2.5.28.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆตามแต่ผู้ผลิต

สงวนลิขสิทธิ์

3. รายละเอียดอื่น ๆ

3.1 สถิติการติดตั้งพร้อมอบรมการใช้งาน

3.2 คู่มือใช้งาน

3.3 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.4 ส่งมอบสินค้าภายใน 120 วัน



สุวิทย์ วัฒนวิเศษ


## การพิจารณาข้อเสนอ

1. ผู้เสนอราคาต้องนำเสนอข้อมูลในรูปแบบเอกสาร เพื่อให้กรรมการพิจารณา
2. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จะพิจารณาการประเมินค่าประสิทธิภาพต่อราคาโดยให้คะแนนเรียงลำดับจากที่ได้รับคะแนนสูงสุดไปหาน้อยสุดโดยพิจารณาให้คะแนนจากหัวข้อต่อไปนี้

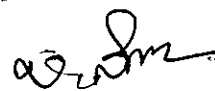
1. หลักเกณฑ์ราคา	10	คะแนน
2. พิจารณาจากวัสดุและลักษณะของครุภัณฑ์ที่มีความคุ้มค่าและทันสมัยตลอดอายุการใช้งาน	15	คะแนน
3. มาตรฐานของสินค้าหรือบริการพิจารณารายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์ตรงต่อการใช้งานและทันสมัยต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน	15	คะแนน
4. บริการหลังการขาย	20	คะแนน
5. ข้อเสนอด้านเทคนิคหรือข้อเสนออื่น ๆ	40	คะแนน

## หมายเหตุ คำอธิบาย

1. บริการหลังการขาย หมายถึง พิจารณาจากจำนวนระยะเวลาในการรับประกันคุณภาพของสินค้าและการบริการ
2. ข้อเสนอด้านเทคนิคหรือข้อเสนออื่น ๆ หมายถึง
  - 2.1 พิจารณาจากเทคโนโลยีของครุภัณฑ์ที่รองรับในปัจจุบันและอนาคตหรือมีอุปกรณ์อื่นประกอบเพิ่มเติม (ที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์) ที่จะเสริมสมรรถนะของครุภัณฑ์ให้เกิดความคุ้มค่าแก่การใช้งาน
  - 2.2 พิจารณาจากภาพลักษณ์ ลักษณะ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความโดดเด่นและเหมาะสมกับการใช้งาน
  - 2.3 พิจารณาจากประสบการณ์ ผลงาน ที่เคยทำในภาครัฐและเอกชน



๒๕๖๓/๒๕๖๔

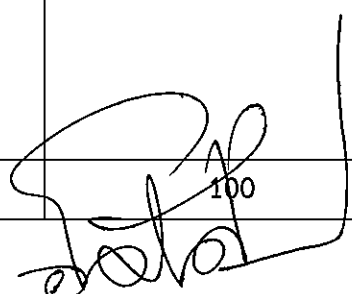


หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ

โครงการจัดซื้อชุดห้องปฏิบัติการเรียนรู้ด้านระบบส่งจ่ายไฟและทดสอบระบบไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

โดยวิธีการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

เกณฑ์	กำหนดน้ำหนักเท่ากับร้อยละ	คะแนนจากกรรมการ
1. ราคาที่ยื่นข้อเสนอ (Price)	10	
2. ต้นทุนของพัสดุนั้นตลอดอายุการใช้งาน พิจารณารายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์ที่มีความคุ้มค่า และทันสมัยตลอดอายุการใช้งาน	15	
3. มาตรฐานของสินค้าหรือบริการ พิจารณารายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์ตรงต่อการใช้งาน และทันสมัยต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน	15	
4. บริการหลังการขาย พิจารณาจากจำนวนระยะเวลาในการรับประกันคุณภาพ ของสินค้า 4.1 การรับประกันคุณภาพสินค้าและบริการ 1 ปี คิดเป็น 10 คะแนน 4.2 การรับประกันคุณภาพสินค้าและบริการ 2 ปี คิดเป็น 15 คะแนน 4.3 การรับประกันคุณภาพสินค้าและบริการ 3 ปี คิดเป็น 20 คะแนน	20	
5. ข้อเสนอตามเทคนิคหรือข้อเสนออื่น ๆ 5.1 พิจารณาจากเทคโนโลยีของครุภัณฑ์ที่รองรับใน ปัจจุบันและอนาคตหรือมีอุปกรณ์อื่นประกอบเพิ่มเติม (ที่ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในการกำหนดรายละเอียด คุณลักษณะครุภัณฑ์) ที่จะเสริมสมรรถนะของครุภัณฑ์ให้ เกิดความคุ้มค่าแก่การใช้งาน คิดเป็น 25 คะแนน 5.2 พิจารณาจากภาพลักษณ์ ลักษณะ การออกแบบ ผลิตภัณฑ์ ที่มีความโดดเด่นและเหมาะสมกับการใช้งาน คิดเป็น 15 คะแนน	40	
รวมคะแนนจากการพิจารณา	100	



ผู้จัดทำเอกสาร

กรรมการ