

## คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์

ชื่อครุภัณฑ์ : ชุดครุภัณฑ์การเรียนรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้า ตำบลสะเตียง อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 1 ชุด ประกอบด้วย

### 1. ชุดปฏิบัติการทดสอบประสิทธิภาพเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด

#### 1.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพของยานยนต์ (Chassis Dynamometer) จะมีลักษณะเป็น ลูกกลิ้งและติดตั้งบนพื้นของห้องทดสอบ มีการจำลองภาระในการใช้งานจริงให้เสมือนกับว่าล้อวิ่งอยู่บนพื้นถนน ซึ่งสามารถรองรับการทดสอบแบบขับเคลื่อน 2 ล้อ มอเตอร์ไซค์และรองรับการทดสอบของรถยนต์ไฟฟ้า(Electric Vehicles) พร้อมแสดงผลการทดสอบผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น กราฟแรงม้าสูงสุดที่ล้อ กราฟแรงม้าสูงสุดของเครื่องยนต์ กราฟแรงบิด การจำลองรอบคองที่ การจำลองโหลดคองที่ และความเร็วคองที่ได้

#### 1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

##### 1.2.1 ชุดทดสอบสามารถทดสอบรถยนต์มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.1.1 สามารถทดสอบการขับเคลื่อนรถยนต์ 2 ล้อทั้งแบบสันดาบภายในและรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles)
- 1.2.1.2 สามารถรองรับน้ำหนักสูงสุดของรถยนต์ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 กิโลกรัม
- 1.2.1.3 สามารถรองรับน้ำหนักในการทดสอบในแนวแกน Maximum Axle Weight (Per Axle) ได้ไม่น้อยกว่า 2,200 กิโลกรัม
- 1.2.1.4 มีกำลังสูงสุด (Max. Power Steady Speed) ไม่ต่ำกว่า 450 กิโลวัตต์ หรือ 600 แรงม้าต่อเพลลา
- 1.2.1.5 สามารถทดสอบรถยนต์ได้ที่ความเร็วสูงสุด (Max Road Speed) ได้ไม่น้อยกว่า 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- 1.2.1.6 ทดสอบแรงม้าสูงสุด Maxing Power Graphing ไม่ต่ำกว่า 900กิโลวัตต์ หรือ 1200 แรงม้า ต่อเพลลา

##### 1.2.2 ชุดลูกกลิ้ง (Rollers) มีรายละเอียดดังนี้

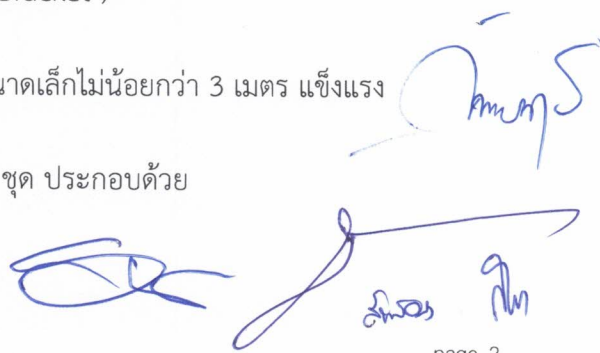
- 1.2.2.1 เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้ง (Roller Diameter) ไม่น้อยกว่า 217 มิลลิเมตร
- 1.2.2.2 ความยาวของลูกกลิ้ง (Roller Length) ไม่น้อยกว่า 840 มิลลิเมตร
- 1.2.2.3 มีทิศทางการหมุน (Roller Rotation) แบบ 2 ทิศทาง

##### 1.2.3 มีชุดหยุดลูกกลิ้ง (Exit Brake) ทำงานด้วยระบบ Electromagnetic roller exit brake หรือดีกว่า

##### 1.2.4 ชุดอุปกรณ์การวัดและแสดงผลประกอบไปด้วย

- 1.2.4.1 ค่าความละเอียดในการแสดงผลของกำลังงาน (Power Display Resolution) ไม่น้อยกว่า 0.1 kW หรือ 0.1 HP
- 1.2.4.2 ค่าความละเอียดในการแสดงผลการขับเคลื่อนทั้งหมดของล้อรถยนต์ (Tractive Effort Display Resolution) ไม่น้อยกว่า 10 N หรือ 1.0 lb
- 1.2.4.3 มีการแสดงข้อมูลต่างๆแบบกราฟและแบบตัวเลขดิจิทัล

- 1.2.5 สามารถควบคุมภาระ (Load) หรือรอบ(RPM) คงที่ ของรถยนต์โดยการควบคุมจากโปรแกรมได้อย่างน้อย 30 นาที
- 1.2.6 ชุดโปรแกรมควบคุมและประมวลผลการทดสอบประสิทธิภาพของรถยนต์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
  - 1.2.6.1 เป็นโปรแกรมการทดสอบประสิทธิภาพที่สามารถทำงานพร้อมกับชุดทดสอบได้โดยไม่หมดอายุและสามารถอัปเดตข้อมูลรถยนต์ในรุ่นใหม่ๆได้
  - 1.2.6.2 ตัวโปรแกรมต้องสามารถแสดงผลของค่าที่ทดสอบเป็นแบบตัวเลข หรือกราฟได้โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้
    - 1.2.6.2.1 วันที่ทดสอบ (Date, time)
    - 1.2.6.2.2 ชื่อลูกค้า (Customer name)
    - 1.2.6.2.3 รายละเอียดการทดสอบ (Test details)
    - 1.2.6.2.4 รายละเอียดของรถ (Vehicle identification)
    - 1.2.6.2.5 กำลังแรงม้า (Power)
    - 1.2.6.2.6 ความเร็ว (Speed)
    - 1.2.6.2.7 จำนวนรอบเครื่องยนต์ (Engine RPM)
    - 1.2.6.2.8 แรงบิด (Torque)
  - 1.2.6.3 สามารถตั้งค่าในการทดสอบได้อย่างน้อย 3โหมด ได้แก่
    - 1.2.6.3.1 โหมดความเร็วคงที่ (Speed Mode)
    - 1.2.6.3.2 โหมดโหลดคงที่ (Load Mode)
    - 1.2.6.3.3 โหมดทดสอบแรงม้า ( Ramp Mode)
  - 1.2.6.4 สามารถใส่ค่าน้ำหนักของรถยนต์ที่ต้องการทดสอบ เพื่อนำมาแสดงผลการจำลองภาระโหลดให้เสมือนถนนจริงได้
  - 1.2.6.5 ซอฟต์แวร์จะต้องมีฟังก์ชันการเตือน(Alarm) เพื่อตั้งค่าต่างๆ เมื่อเกินลิมิตที่ตั้งไว้ได้เอง ให้เตือนขึ้นที่หน้าจอในระหว่างการทดสอบเพื่อความปลอดภัยได้
  - 1.2.6.6 สามารถจำลองการขับเคลื่อนทางลาดชัน หรือความลาดเอียงเป็นองศาหรือเปอร์เซ็นต์ได้
  - 1.2.6.7 รองรับการทำงานของ OBD II. และ ระบบCAN BUS เพื่อประโยชน์ในการทดสอบรถยนต์ชนิดต่างๆโดยประมวลผลผ่านจอยคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊กได้
  - 1.2.6.8 รองรับการทำการตรวจวัดของตัวเซนเซอร์ต่างๆเช่น AFR Sensor(Air Fuel Ratio) และสามารถมาประมวลผลเพื่อแสดงค่าที่ต้องการในการทดสอบโดยทำงานร่วมกับชุดทดสอบได้
- 1.2.7 ชุดอุปกรณ์ควบคุมภายนอกอย่างน้อยประกอบด้วย
  - 1.2.7.1 ชุดความคุมสภาวะอากาศในห้องทดสอบอัตโนมัติ (Auto Weather Station)
  - 1.2.7.2 เซนเซอร์วัดส่วนผสมเชื้อเพลิงจากไอเสีย (Air Fuel Ratio)
  - 1.2.7.3 ชุดยึดจับสำหรับทดสอบมอเตอร์ไซค์ (Motorcycle Ramp)
  - 1.2.7.4 ชุดยึดจับสำหรับรถขับเคลื่อนล้อหลัง ( HP Bracket )
  - 1.2.7.5 มียางสำหรับหนุนล้อ 1 คู่
  - 1.2.7.6 มีชุดสะพานรองรับรถยนต์นั่งหรือกระบะขนาดเล็กไม่น้อยกว่า 3 เมตร แข็งแรงทนทานตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 1.2.8 อุปกรณ์ประมวลผลและการจัดการข้อมูล จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย



- 1.2.8.1 ระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Window 10 และโปรแกรมสำหรับทดสอบ
- 1.2.8.2 หน่วยประมวลผล (CPU) ชนิด Intel Core i5มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.8GHz หรือดีกว่า
- 1.2.8.3 หน่วยความจำหลัก (System Memory) ไม่น้อยกว่า 4GB หรือดีกว่า
- 1.2.8.4 จอมอนิเตอร์แสดงผลชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว
- 1.2.9 ติดตั้งหลังคา เทพินคอนกรีตสำหรับช่องจอดรถรองรับการทดสอบประสิทธิภาพยานยนต์
- 1.2.10 ข้อกำหนดอื่นๆ
  - 1.2.10.1 อุปกรณ์ทุกรายการต้องเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อนและพร้อมใช้งานอย่างสมบูรณ์พร้อมการรับประกันอย่างน้อย 1 ปี
  - 1.2.10.2 มีคู่มือการติดตั้งและการใช้งาน การบำรุงรักษา ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ 2 ชุด รูปแบบเอกสารหรือ Media ก็ได้
  - 1.2.10.3 บริษัทผู้เสนอราคาต้องมีการอบรมและสาธิตการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่รับมอบ
  - 1.2.10.4 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารใบแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องทดสอบประสิทธิภาพยานยนต์ รุ่นและยี่ห้อที่น่าเสนอ จากบริษัทผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศเท่านั้น เพื่อการสนับสนุนข้อมูลทางเทคนิค และการบริการหลังการขายที่ดีในอนาคต พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซองและระบุสถานที่หน่วยงานที่ยื่นซอง

## 2 ชุดพัฒนาเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูงด้วยตัวประมวลผลแบบเรียลไทม์คอนโทรล จำนวน 1 ชุด

### 2.1 รายละเอียดทั่วไป

- 2.1.1 เป็นชุดทดลองที่ออกแบบให้สามารถทำการเรียนรู้และพัฒนาวิจัย ทางด้าน Power Electronic ในหัวข้อต่างๆ เช่น Single-Three Phase Inverter, PV-Wind Turbine Grid Connect, Power Condition System, Micro Grid System
- 2.1.2 ประกอบด้วยชุดเครื่องมือวัดทดสอบและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นในการใช้งาน เช่น Digital Oscilloscope, Power Meter, DC Power Source, AC Power Source, AC Passive load, DC Electronic load
- 2.1.3 ประกอบด้วยชุดโมดูลการทดลองเรียนรู้ต่างๆ เช่น Single Phase PV Inverter, Wind Power Inverter, Micro Grid Inverter, Power Condition System, Three PV Inverter
- 2.1.4 ชุดเครื่องมือวัดทดสอบต่างๆ ติดตั้งอยู่ในตู้ Rack มาตรฐาน เพื่อสะดวกแก่การใช้งาน
- 2.1.5 ชุดโมดูลใช้บอร์ดประมวลผล DSP : Digital Signal Processing เบอร์ F28335 ของ Texas Instrument เป็นตัวประมวลผลหลักและใช้ MOSFET เป็นอุปกรณ์สวิตซ์กำลัง และมีจุด Test Point แรงดัน-กระแส ที่สามารถใช้งานกับออสซิลโลสโคปได้อย่างสะดวก
- 2.1.6 การทดลองของโมดูลต่างๆ ใช้งานร่วมกับโปรแกรม PSIM สร้างกระบวนการเรียนรู้-ทดลอง แบบ Analog-Digital Control, จำลองการทำงาน และ Download โปรแกรมลงบนตัวประมวลผล
- 2.1.7 พร้อมชุดประมวลผลคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานการพัฒนาโปรแกรมและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ
- 2.1.8 เครื่องมือวัดทดสอบและโมดูลประกอบการทดลองต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด ที่ได้รับมาตรฐาน ISO14001:2015

- 2.1.9 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเพื่อการบริการหลังการขายโดยยื่นขณะเข้าเสนอราคา

## 2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

### 2.2.1 Single-Phase Inverter จำนวน 1 บอร์ด

- 2.2.1.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 70-80 V, กระแส 1.5 A
- 2.2.1.2 AC Output แรงดัน 40 V, กระแส 3 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 120 W
- 2.2.1.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
  - 2.2.1.3.1 Unipolar SPWM Inverter
  - 2.2.1.3.2 Stand Alone Inverter with Dual Loop Inductor Current Control
  - 2.2.1.3.3 Grid Connected Single Phase Inverter
  - 2.2.1.3.4 Bridgeless PFC AC/DC Converter
  - 2.2.1.3.5 Full-bridge AC/DC Switching Rectifier

### 2.2.2 Buck Converter จำนวน 1 บอร์ด

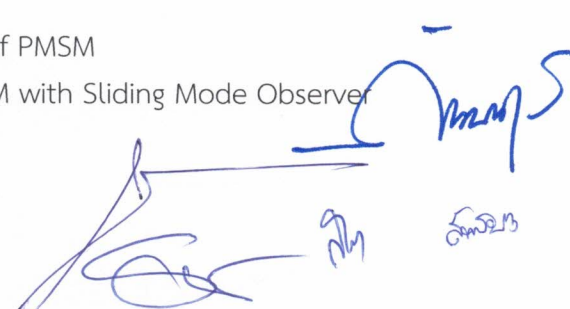
- 2.2.2.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 30-70 V, กระแส 3 A
- 2.2.2.2 DC Output แรงดัน 24 V, กระแส 5 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 120 W
- 2.2.2.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
  - 2.2.2.3.1 Pulse Width Modulation Buck Converter
  - 2.2.2.3.2 Voltage Mode Control Buck Converter
  - 2.2.2.3.3 Average Current Mode Control Buck Converter
  - 2.2.2.3.4 MPPT Converter for PV System
  - 2.2.2.3.5 PV Battery Charger

### 2.2.3 Three-Phase Inverter จำนวน 1 บอร์ด

- 2.2.3.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110 V, กระแส 3 A
- 2.2.3.2 AC Output แรงดัน 50 V, กระแส 2.9 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 250 W
- 2.2.3.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
  - 2.2.3.3.1 Three Phase SPWM Inverter
  - 2.2.3.3.2 Three Phase Stand-alone Inverter
  - 2.2.3.3.3 Grid Connected Three Phase Inverter
  - 2.2.3.3.4 Single-phase Three-arm Rectifier-Inverter

### 2.2.4 Three-Phase PMSM Control จำนวน 1 บอร์ด

- 2.2.4.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 130-150 V, กระแส 2.6 A
- 2.2.4.2 AC Output แรงดันอยู่ในช่วง 45-65 V, กระแส 3 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 300 W
- 2.2.4.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
  - 2.2.4.3.1 Vector Control of PMSM
  - 2.2.4.3.2 Parameter Identification of PMSM
  - 2.2.4.3.3 Initial Angle Detection and Starting of PMSM
  - 2.2.4.3.4 Position Sensor-less Control of PMSM with Sliding Mode Observer (SMO)



- 2.2.4.3.5 Position Sensor-less Control of PMSM with Self-adaptive Sliding Mode Observer
- 2.2.4.3.6 Position Sensor-less Control of PMSM with Model Reference Adaptive System (MRAS) Observer
- 2.2.5 Single Phase PV Inverter จำนวน 1 บอร์ด
  - Boost Converter
    - 2.2.5.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 40-60 V, กระแส 5 A
    - 2.2.5.2 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 70-90V, กระแส 2A กำลังไฟฟ้า 140 W
  - Single Phase Inverter
    - 2.2.5.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 70-90 V, กระแส 2 A
    - 2.2.5.4 AC Output แรงดัน 40 V, กระแส 3 A กำลังไฟฟ้า 120 W
    - 2.2.5.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
      - 2.2.5.5.1 Boost Converter
      - 2.2.5.5.2 Input Voltage Control of Boost Converter
      - 2.2.5.5.3 MPPT Control of Boost Converter
      - 2.2.5.5.4 Single Phase Boost Stand-alone Inverter
      - 2.2.5.5.5 Single Phase Grid-connected Inverter
      - 2.2.5.5.6 Single Phase PV Grid-connected Inverter
      - 2.2.5.5.7 PQ Control of Single-phase PV Grid-connected Inverter
      - 2.2.5.5.8 Single Phase Islanding Protection Inverter
- 2.2.6 Permanent Magnet Synchronous Generator Wind Inverter จำนวน 1 บอร์ด
  - PMSM Inverter
    - 2.2.6.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 130-150V, กระแส 2.6A
    - 2.2.6.2 AC Output แรงดันอยู่ในช่วง 45-65V, กระแส 3A กำลังไฟฟ้า 300W
  - PMSG Converter
    - 2.2.6.3 AC Input แรงดันอยู่ในช่วง 45-65V, กระแส 3A
    - 2.2.6.4 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 90-110 V, กระแส 3A กำลังไฟฟ้า 270W
    - 2.2.6.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
      - 2.2.6.5.1 Three Phase Stand-alone inverter
      - 2.2.6.5.2 Three Phase Grid-connected Inverter
      - 2.2.6.5.3 Speed and Torque Control of PMSM
      - 2.2.6.5.4 Speed Control of PMSG
      - 2.2.6.5.5 Wind Turbine Generator (WTG) Emulation
      - 2.2.6.5.6 Maximum Power Point Tracking of WTG
      - 2.2.6.5.7 Grid-connected PMSG Wind Power Generation System
      - 2.2.6.5.8 Low Voltage Ride Through (LVRT) of PMSG WTG System
- 2.2.7 Micro-Grid Inverter จำนวน 1 บอร์ด
  - 1st Three Phase Inverter
    - 2.2.7.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 1.5 A

- 2.2.7.2 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 1.25A กำลังไฟฟ้า 125W  
2nd Three Phase Inverter
- 2.2.7.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 1.5 A
- 2.2.7.4 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 1.45A กำลังไฟฟ้า 125W
- 2.2.7.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
  - 2.2.7.5.1 Three Phase SVPWM Inverter
  - 2.2.7.5.2 Three Phase Stand -alone Inverter
  - 2.2.7.5.3 Three Phase Grid-connected Inverter
  - 2.2.7.5.4 PQ Control of Three-phase Grid-connected Inverter
  - 2.2.7.5.5 P- $\omega$  and Q-V Droop control of Three Phase Stand-alone Inverter
  - 2.2.7.5.6 Parallel Operation of Multiple Stand-alone Inverters with Virtual Impedance and Droop Control Method
- 2.2.8 Power Conditioning System จำนวน 1 บอร์ด  
Bi-direction DC/DC Converter
  - 2.2.8.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 50-80V, กระแส 6A
  - 2.2.8.2 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 2.8A กำลังไฟฟ้า 250W  
Three Phase Inverter
    - 2.2.8.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 3A
    - 2.2.8.4 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 2.9A กำลังไฟฟ้า 250W
    - 2.2.8.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
      - 2.2.8.5.1 Interleaved Buck Converter
      - 2.2.8.5.2 Interleaved Boost Converter
      - 2.2.8.5.3 Bi-directional DC-DC Converter
      - 2.2.8.5.4 Three phase Four Wire Boost Stand-alone Inverter
      - 2.2.8.5.5 Three phase Four Wire PV Grid-connected Inverter
      - 2.2.8.5.6 Three phase Four Wire Battery Energy Storage System
      - 2.2.8.5.7 Three phase Four Wire Hybrid System
- 2.2.9 Three Phase PV Inverter จำนวน 1 บอร์ด  
Boost Converter
  - 2.2.9.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 70-90 V, กระแส 4 A
  - 2.2.9.2 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 2.8 A กำลังไฟฟ้า 250 W  
Three Phase Inverter
    - 2.2.9.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110 V, กระแส 3 A
    - 2.2.9.4 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 2.9 A กำลังไฟฟ้า 250W
    - 2.2.9.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ
      - 2.2.9.5.1 Three Phase SVPWM Inverter
      - 2.2.9.5.2 Three Phase Boost Stand-alone Inverter
      - 2.2.9.5.3 Three Phase Grid-connected Inverter
      - 2.2.9.5.4 PV Boost Converter

- 2.2.9.5.5 Three Phase Islanding Protection Inverter
- 2.2.9.5.6 Three Phase PV Grid-Connected Inverter
- 2.2.10 4CH Digital Storage Oscilloscope จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.10.1 ความถี่ใช้งาน 200 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ
  - 2.2.10.2 จอภาพสีขนาด 8 นิ้ว TFT LCD WVGA color display ความละเอียด 800x480 พิกเซล
  - 2.2.10.3 มี Waveform Update Rate อยู่ที่ 120,000 waveforms per second, maximum
  - 2.2.10.4 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time อยู่ที่ 1 GSa/s.
  - 2.2.10.5 มีฟังก์ชันในการ Search สัญญาณได้
  - 2.2.10.6 สามารถแสดงการขยายภาพสัญญาณรูปคลื่นได้ (Screen Zoom-In)
  - 2.2.10.7 สามารถทำการแสดงการเล่นสัญญาณรูปคลื่นในรูปแบบ PLAY/PAUSE ได้
  - 2.2.10.8 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ 36 ค่า
  - 2.2.10.9 Save Setup ได้ 20 ค่า และ Save Waveform ได้ 24 รูป
  - 2.2.10.10 มีฟังก์ชันในการจับค่าสัญญาณรูปคลื่นแบบอัตโนมัติ
  - 2.2.10.11 สนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT
  - 2.2.10.12 สนับสนุนการอินเทอร์เฟซมาตรฐานแบบ USB Port, Go/No Go BNC
  - 2.2.10.13 มีฟังก์ชันในการวัดสัญญาณตอบสนองทางความถี่ (Bode plot)
- 2.2.11 Multi-Range DC Power Source จำนวน 2 เครื่อง
  - 2.2.11.1 สามารถจ่ายแรงดันอยู่ในช่วงประมาณ 0 ~ 160 V
  - 2.2.11.2 สามารถจ่ายกระแสอยู่ในช่วงประมาณ 0 ~ 7.2 A
  - 2.2.11.3 พิกัดกำลังโดยประมาณ 360 W
  - 2.2.11.4 สนับสนุนการอินเทอร์เฟซมาตรฐานแบบ USB, LAN
- 2.2.12 Programmable DC Electronic Load จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.12.1 สามารถรับแรงดันอยู่ในช่วงประมาณ 0~150 V
  - 2.2.12.2 สามารถทนกระแสอยู่ในช่วงประมาณ 0~60 A
  - 2.2.12.3 พิกัดกำลังโดยประมาณ 300 W
  - 2.2.12.4 มีโหมดการทำงานอย่างน้อย 7 โหมดคือ CC, CV, CR, CP, CC + CV, CR+ CV, CP + CV
  - 2.2.12.5 มีระบบป้องกัน OVP, OCP, OPP, OTP, RVP, UVP
  - 2.2.12.6 สามารถทำ Analog External Control ได้
  - 2.2.12.7 สนับสนุนการอินเทอร์เฟซมาตรฐานแบบ USB
- 2.2.13 Digital Power Meter จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.13.1 จอแสดงผลเป็นแบบ TFT LCD ขนาด 4 นิ้ว
  - 2.2.13.2 สามารถวัดแรงดันได้ 600 Vrms กระแสได้ 20 Arms
  - 2.2.13.3 มีโหมดการแสดงผล 2 โหมด, Standard สามารถวัดได้ 8 ค่า, Simple Mode 4 ค่า
  - 2.2.13.4 แรงดันสามารถวัดค่า Vdc, Vrms, V+pk, V-pk
  - 2.2.13.5 กระแสสามารถวัดค่า Idc, Irms, I+pk, I-pk
  - 2.2.13.6 กำลังสามารถวัดค่า P, P+pk, P-pk, VA, Var

- 2.2.13.7 สามารถวัดค่า PF, ความถี่, มุมต่างเฟส
- 2.2.13.8 มีพอร์ตอินเตอร์เฟซมาตรฐาน RS-232C, USB, LAN
- 2.2.14 Single/Three-Phase AC Power Source จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.14.1 สามารถเลือกจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุตเป็นแบบ 1 Phase-2 wire, 1 Phase-3 wire,
  - 2.2.14.2 3 Phase-4 wire
  - 2.2.14.3 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีความถี่ 50Hz ได้
  - 2.2.14.4 สามารถจ่ายแรงดันได้ต่ำสุด 0 Vrms และสูงสุดไม่น้อยกว่า 60 Vrms
  - 2.2.14.5 สามารถปรับความถี่ใช้งานอยู่ในช่วงประมาณ 45~500 Hz
  - 2.2.14.6 กระแสใช้งานสูงสุด 48 Apk (1 Phase-2 wire), 32 Apk (1 Phase-3 wire), 16 Apk ต่อเฟส (3 Phase-4 wire)
- 2.2.15 Multi-Phase Pure Resistive and Nonlinear Load จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.15.1 เป็นชุดภาระทางไฟฟ้าสำหรับทดสอบ
  - 2.2.15.2 รองรับการใช้งานแบบ Single หรือ Three Phase ได้
  - 2.2.15.3 สามารถเลือกสภาวะการใช้งานให้เป็นภาระแบบ Pure Resistive Mode หรือ Rectified Load Mode ได้
  - 2.2.15.4 ขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 150 W สำหรับ DC และ AC Single Phase
  - 2.2.15.5 ขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 300 W สำหรับ AC Three Phase
- 2.2.16 Three Phase L-C Load จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.16.1 เป็นชุดภาระทางไฟฟ้า L-C สำหรับทดสอบ
  - 2.2.16.2 รองรับการใช้งานแบบ Three Phase Delta
  - 2.2.16.3 สามารถปรับเปลี่ยนค่า C เพื่อทดสอบได้ 5 ระดับ
  - 2.2.16.4 ค่า L แต่ละเฟสมีค่า 70-90 mH โดยประมาณ
- 2.2.17 โปรแกรมใช้งาน PSIM จำนวน 1 ลิขสิทธิ์
- 2.2.18 เครื่องประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.18.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz
  - 2.2.18.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
  - 2.2.18.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
  - 2.2.18.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
  - 2.2.18.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB
  - 2.2.18.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า  
จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง



- 2.2.18.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.2.18.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 2.2.18.9 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว
- 2.2.19 โต้ะวางเครื่องประมวลผล จำนวน 1 ตัว
  - 2.2.19.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาร์ติเกิ้ล
  - 2.2.19.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร
  - 2.2.19.3 มีถาดวางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด
  - 2.2.19.4 มีเก้าอี้ขามล้อเลื่อน 5 แฉก มีที่วางมือ เบาะนั่งและพนักพิง บุฟองน้ำชั้นรูปหุ้มหนัง

### 2.3 รายละเอียดอื่นๆ

- 2.3.1 รับประกันสินค้า 1 ปี

## 3 ชุดทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

### 3.1 เครื่องจำลองของวงจรไฟฟ้ากำลังแบบเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด

#### 3.1.1 คุณลักษณะทั่วไป

- 3.1.1.1 สามารถจำลองวงจรไฟฟ้าทั้งระบบไฟฟ้ากำลังหรือไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นอย่างดี
- 3.1.1.2 มีหน่วยการประมวลผลกลางแบบ FPGA ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 แกน (core).
- 3.1.1.3 มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตและเอาต์พุตได้ถึง 16 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 3.1.1.4 มีช่องสัญญาณดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุตได้ถึง 32 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย
- 3.1.1.5 ความละเอียดของระดับขั้นเวลาในการจำลองที่ 200 นาโนวินาทีหรือดีกว่า
- 3.1.1.6 สามารถรองรับไฟล์จากซอฟต์แวร์ JMAG-RT ได้
- 3.1.1.7 มีทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการใช้งาน
- 3.1.1.8 รองรับ USB 2.0, Ethernet, CAN, RS232, High Speed serial link
- 3.1.1.9 สามารถใช้งาน Buses ได้อย่างน้อย 480 Buses
- 3.1.1.10 มีบอร์ดรองรับการเชื่อมต่อการ์ด Taxus Instrument รหัส F28027F, F28069M, F28377S และ F28379D เป็นอย่างน้อย
- 3.1.1.11 รองรับการเชื่อมต่อขนานกันได้มากถึง 4 เครื่องเป็นอย่างน้อย

#### 3.1.2 คุณสมบัติเฉพาะ

##### 3.1.2.1 คุณสมบัติด้านสัญญาณอนาล็อก

- 3.1.2.1.1 ความละเอียดของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 16 บิต หรือดีกว่า
- 3.1.2.1.2 อัตราการสุ่มสัญญาณด้านอินพุตไม่น้อยกว่า 1 ล้านจุดต่อวินาที และเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 5 ล้านจุดต่อวินาที
- 3.1.2.1.3 แรงดันอินพุตและเอาต์พุตเท่ากับ  $\pm 10V$  หรือดีกว่า
- 3.1.2.1.4 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Gain และ Offset 0.01% / 1mV หรือดีกว่า
- 3.1.2.1.5 มีระบบป้องกันไฟฟ้าสถิต +/- 24V tolerant
- 3.1.2.1.6 การเชื่อมต่อเป็นไปตามมาตรฐานของ DIN41612, type C 96 pin male

##### 3.1.2.2 คุณสมบัติด้านสัญญาณดิจิทัล

- 3.1.2.2.1 สามารถจำลองการทำงานด้วยความละเอียดดีที่น้อยอย่างน้อย 3.5 นาโนวินาที

- 3.1.2.2.2 อัตราแรงดันอินพุต  $V_o$  เท่ากับ  $-15 \text{ โวลต์} < V_o < 15 \text{ โวลต์}$  และอัตราแรงดันด้านเอาต์พุต  $V_o$  เท่ากับ  $0 \text{ โวลต์} < V_o < 5 \text{ โวลต์}$  หรือดีกว่า
- 3.1.2.2.3 แรงดันเทรสโฮลต์ด้านอินพุตต่ำสุดเท่ากับ 0.8 โวลต์ และ สูงสุด 205 โวลต์
- 3.1.2.2.4 แรงดันเทรสโฮลต์ด้านเอาต์พุตต่ำสุดเท่ากับ 0.2 โวลต์ และ สูงสุด 4.8 โวลต์
- 3.1.2.2.5 มีระบบป้องกันไฟฟ้าสถิต +/- 24V tolerant
- 3.1.2.2.6 การเชื่อมต่อเป็นไปตามมาตรฐานของ DIN41612, type C 96 pin male
- 3.1.2.3 มีโปรแกรมสำหรับจำลองระบบ โดยรองรับการจำลองโมเดลต่างๆ อย่างน้อยดังนี้
  - 3.1.2.3.1 มี Library sources blocks โดยประกอบด้วย Voltage source และ Current Source เป็นอย่างน้อย
  - 3.1.2.3.2 มี Library meter blocks โดยประกอบด้วย Ammeter และ Voltmeter เป็นอย่างน้อย
  - 3.1.2.3.3 มี Library switches blocks โดยประกอบด้วย IGBT Thyristor และ Diode เป็นอย่างน้อย
  - 3.1.2.3.4 มี Library passive blocks โดยประกอบด้วย Resistor, Inductor, Capacitor, Serial RLC และ Parallel RLC เป็นอย่างน้อย
  - 3.1.2.3.5 มี Library transformer blocks โดยประกอบด้วย Single two winding transformer และ Single ideal Three winding Transformer เป็นอย่างน้อย
- 3.1.3 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเพื่อการบริการหลังการขายโดยยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 3.1.4 มีการรับประกันสินค้า 1 ปี
- 3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแสดงแบบสองทิศทาง จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.1 คุณลักษณะทั่วไป
    - 3.2.1.1 มีปุ่มเลือกการทำงานระหว่าง แหล่งจ่าย (Source) และ โหลด (Sink) เป็นอย่างน้อย
    - 3.2.1.2 โหมดการทำงาน CC, CV, CP, CR, CV+CC, CC+CR และ CV+CR เป็นอย่างน้อย
    - 3.2.1.3 รองรับการทำงาน CC/CV Priority เป็นอย่างน้อย
    - 3.2.1.4 มีโหมด List เป็นอย่างน้อย
    - 3.2.1.5 มีระบบป้องกัน OCP, UCP, OVP, OTP, OPP และ UVP เป็นอย่างน้อย
    - 3.2.1.6 รองรับการทดสอบแบตเตอรี่ เป็นอย่างน้อย
  - 3.2.2 คุณลักษณะเฉพาะ
    - 3.2.2.1 คุณลักษณะด้านแหล่งจ่าย
      - 3.2.2.1.1 พิกัดจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตั้งแต่ 0 V ถึง 150V หรือดีกว่า
      - 3.2.2.1.2 พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current) ตั้งแต่ -12 A ถึง 12 A หรือดีกว่า
      - 3.2.2.1.3 พิกัดจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power) ตั้งแต่ -400 W ถึง 400 W หรือดีกว่า
      - 3.2.2.1.4 ค่า Line Regulation แรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.05\% \text{ FS}$  และกระแสไฟฟ้า  $\leq 0.05\% \text{ FS}$  เป็นอย่างน้อย
      - 3.2.2.1.5 ค่า Load Regulation แรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.05\% \text{ FS}$  และกระแสไฟฟ้า  $0.05\% \text{ FS}$  เป็นอย่างน้อย
      - 3.2.2.1.6 ค่าความละเอียดการอ่านค่าจ่ายแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 10 mV หรือดีกว่า
      - 3.2.2.1.7 ค่าความละเอียดการอ่านค่าจ่ายกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 1 mA หรือดีกว่า

- 3.2.2.1.8 ค่าความแม่นยำการอ่านค่าจ่ายแรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.1.9 ค่าความแม่นยำการอ่านค่าจ่ายกระแสไฟฟ้า  $\leq 0.1\% + 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.1.10 ค่าระลอกคลื่น (Ripple) แรงดันไฟฟ้า  $\leq 300$  mVpp และกระแสไฟฟ้า  $\leq 30$  mArms เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.1.11 ค่าแรงดันไฟฟ้าช่วงขาขึ้น (Rise Time) ขณะไม่มีโหลด 20 ms และขณะโหลดเต็ม 50 ms เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.2 คุณลักษณะด้านโหลด
  - 3.2.2.2.1 พิกัดรองรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตั้งแต่ 0 V ถึง 150V หรือดีกว่า
  - 3.2.2.2.2 พิกัดรองรับกระแสไฟฟ้า (Current) ตั้งแต่ 0 A ถึง 12 A หรือดีกว่า
  - 3.2.2.2.3 พิกัดรองรับกำลังไฟฟ้า (Power) ตั้งแต่ 0 W ถึง 400 W หรือดีกว่า
  - 3.2.2.2.4 ค่าความละเอียดการอ่านค่ารองรับแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 10 mV หรือดีกว่า
  - 3.2.2.2.5 ค่าความละเอียดการอ่านค่ารองรับกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 1 mA หรือดีกว่า
  - 3.2.2.2.6 ค่าความแม่นยำการอ่านค่ารองรับแรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
  - 3.2.2.2.7 ค่าความแม่นยำการอ่านค่ารองรับกระแสไฟฟ้า  $\leq 0.1\% + 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.3 รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Input) ตั้งแต่ 100 V ถึง 240 V เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.4 รองรับความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ ตั้งแต่ 47 Hz ถึง 63 Hz หรือดีกว่า
- 3.2.2.5 ค่า Efficiency เท่ากับ 88% เป็นอย่างน้อย
- 3.2.2.6 สามารถทำงานช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0 °C ถึง 40 °C หรือดีกว่า
- 3.2.3 อื่นๆ ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสองทิศทาง
  - 3.2.3.1 คู่มือการใช้งาน ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด
  - 3.2.3.2 มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
  - 3.2.3.3 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเพื่อการบริการหลังการขายโดยยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 3.3 โหลดอิเล็กทรอนิกส์กระแสตรง จำนวน 1 ตัว
  - 3.3.1 คุณลักษณะทั่วไป
    - 3.3.1.1 มีปุ่มเลือกการทำงานระหว่าง แหล่งจ่าย (Source) และ โหลด (Sink) เป็นอย่างน้อย
    - 3.3.1.2 โหมดการทำงาน CC, CV, CP, CR, CV+CC, CC+CR และ CV+CR เป็นอย่างน้อย
    - 3.3.1.3 รองรับการทำงาน CC/CV Priority เป็นอย่างน้อย
    - 3.3.1.4 มีโหมด List เป็นอย่างน้อย
    - 3.3.1.5 มีระบบป้องกัน OCP, UCP, OVP, OTP, OPP และ UVP เป็นอย่างน้อย
    - 3.3.1.6 รองรับการทดสอบแบตเตอรี่ เป็นอย่างน้อย
  - 3.3.2 คุณลักษณะเฉพาะ
    - 3.3.2.1 คุณลักษณะด้านแหล่งจ่าย
      - 3.3.2.1.1 พิกัดจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตั้งแต่ 0 V ถึง 300V หรือดีกว่า
      - 3.3.2.1.2 พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current) ตั้งแต่ -6 A ถึง 6 A หรือดีกว่า
      - 3.3.2.1.3 พิกัดจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power) ตั้งแต่ -400 W ถึง 400 W หรือดีกว่า

- 3.3.2.1.4 ค่า Line Regulation แรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.05\%$  FS และกระแสไฟฟ้า  $\leq 0.05\%$ FS เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.1.5 ค่า Load Regulation แรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.05\%$ FS และกระแสไฟฟ้า  $0.05\%$ FS เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.1.6 ค่าความละเอียดการอ่านค่าจ่ายแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 10 mV หรือดีกว่า
- 3.3.2.1.7 ค่าความละเอียดการอ่านค่าจ่ายกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 1 mA หรือดีกว่า
- 3.3.2.1.8 ค่าความแม่นยำการอ่านค่าจ่ายแรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.1.9 ค่าความแม่นยำการอ่านค่าจ่ายกระแสไฟฟ้า  $\leq 0.1\% + 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.1.10 ค่าระลอกคลื่น (Ripple) แรงดันไฟฟ้า  $\leq 600$  mVpp และกระแสไฟฟ้า  $\leq 30$  mArms เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.1.11 ค่าแรงดันไฟฟ้าช่วงขาขึ้น (Rise Time) ขณะไม่มีโหลด 20 ms และขณะโหลดเต็ม 50 ms เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.2 คุณลักษณะด้านโหลด
  - 3.3.2.2.1 พิกัดรองรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตั้งแต่ 0 V ถึง 300V หรือดีกว่า
  - 3.3.2.2.2 พิกัดรองรับกระแสไฟฟ้า (Current) ตั้งแต่ 0 A ถึง 6 A หรือดีกว่า
  - 3.3.2.2.3 พิกัดรองรับกำลังไฟฟ้า (Power) ตั้งแต่ 0 W ถึง 400 W หรือดีกว่า
  - 3.3.2.2.4 ค่าความละเอียดการอ่านค่ารองรับแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 10 mV หรือดีกว่า
  - 3.3.2.2.5 ค่าความละเอียดการอ่านค่ารองรับกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 1 mA หรือดีกว่า
  - 3.3.2.2.6 ค่าความแม่นยำการอ่านค่ารองรับแรงดันไฟฟ้า  $\leq 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
  - 3.3.2.2.7 ค่าความแม่นยำการอ่านค่ารองรับกระแสไฟฟ้า  $\leq 0.1\% + 0.1\%$  FS เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.3 รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Input) ตั้งแต่ 100 V ถึง 240 V เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.4 รองรับความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ ตั้งแต่ 47 Hz ถึง 63 Hz หรือดีกว่า
- 3.3.2.5 ค่า Efficiency เท่ากับ 88% เป็นอย่างน้อย
- 3.3.2.6 สามารถทำงานช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0 °C ถึง 40 °C หรือดีกว่า
- 3.3.3 โปรแกรมจำลองแผงโซลาร์เซลล์
  - 3.3.3.1 รองรับการทดสอบตามมาตรฐาน EN50530, Sandia, NB, T32004, CGC/GF004, CGC/GF035 และสามารถสร้างรายงานได้เป็นอย่างน้อย
  - 3.3.3.2 รองรับการจำลองกราฟ I-V ภายใต้การทดสอบที่อุณหภูมิและรังสีที่แตกต่างกันได้
  - 3.3.3.3 รองรับการจำลองกราฟ I-V สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ภายใต้การทดสอบสำหรับเงา
  - 3.3.3.4 รองรับการทดสอบแบบ Static และค่าประสิทธิภาพของ dynamic MPPT
  - 3.3.3.5 รองรับการจำลองค่าคุณลักษณะของแผงโซลาร์เซลล์ได้ทั้งแบบ monocrystalline silicon, polysilicon และ thin film ได้เป็นอย่างน้อย
  - 3.3.3.6 มีฟังก์ชัน List mode เป็นอย่างน้อย
- 3.3.4 อื่นๆ ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสองทิศทาง
  - 3.3.4.1 คู่มือการใช้งาน ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด

- 3.3.4.2 มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.3.4.3 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเพื่อการบริการหลังการขายโดยยื่นขณะเข้าเสนอราคา

#### 3.4 โพรบวัดแรงดันสูงขนาด 50 MHz จำนวน 3 ตัว

- 3.4.1 ตัวเครื่องมีขนาดเล็กโครงสร้างแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน
- 3.4.2 มีฟังก์ชันสัญญาณเตือนแสดงด้วยไฟ LED สีแดง
- 3.4.3 Bandwidth(-3dB) ไม่น้อยกว่า 50MHz
- 3.4.4 Rise time 7ns หรือดีกว่า
- 3.4.5 Accuracy  $\pm 2\%$  หรือดีกว่า
- 3.4.6 Power Adapter AC100-240V , 50-60Hz

#### 3.5 แคลมป์วัดกระแสขนาด 650A จำนวน 3 ตัว

- 3.5.1 เป็น Clamp วัดกระแสไฟฟ้าที่สามารถต่อเข้ากับ Oscilloscope ผ่านทาง BNC Connector เพื่อวัด Current Waveforms
- 3.5.2 สามารถวัดกระแสได้ทั้ง AC และ DC ที่ Bandwidth สูงสุด 400Hz หรือดีกว่า
- 3.5.3 อัตราส่วนการวัด 1mV/100mA and 1mV/1A Resolution หรือดีกว่า
- 3.5.4 AC/DC frequency range Up to 400Hz หรือดีกว่า
- 3.5.5 วัดกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ Effective Measurement Range: 20mA to 650A หรือดีกว่า

#### 3.6 แคลมป์วัดกระแสขนาด 65A จำนวน 3 ตัว

- 3.6.1 เป็น Clamp วัดกระแสไฟฟ้าที่สามารถต่อเข้ากับ Oscilloscope ผ่านทาง BNC Connector เพื่อวัด Current Waveforms
- 3.6.2 สามารถวัดกระแสได้ทั้ง AC และ DC ที่ Bandwidth สูงสุด 20kHz
- 3.6.3 อัตราส่วนการวัด 1mV/10mA and 1mV/100mA Resolution หรือดีกว่า
- 3.6.4 AC/DC frequency range: Up to 20 kHz หรือดีกว่า
- 3.6.5 วัดกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ Effective Measurement Range: 20mA to 65A หรือดีกว่า

#### 4 ตัวตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าและความต่อเนื่อง จำนวน 1 ตัว

- 4.1 เป็นเครื่องวัดที่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 1,000 โวลท์ ตามข้อกำหนด IEC EN 61243-3 (VDE 0682-401):2015 หรือดีกว่า
- 4.2 ตัวเครื่องมีมาตรฐานป้องกันระดับ IP65 และมีมาตรฐานการป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน CAT IV 600 V หรือมากกว่า
- 4.3 รองรับการในการใช้งานทางอุตสาหกรรม ระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์, โรงไฟฟ้าพลังงานลมและวิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด
- 4.4 มีฟังก์ชันในการทดสอบต่างๆดังนี้หรือดีกว่า
- 4.5 การตรวจสอบลำดับเฟส (ทวนเข็มนาฬิกา/ตามเข็มนาฬิกา)
- 4.6 มีเซ็นเซอร์ของเครื่องตรวจจับสายเคเบิลชำรุดแบบไม่สัมผัส
- 4.7 การตรวจสอบขั้วไฟฟ้าแบบเฟสเดียว
- 4.8 มีไฟส่องสว่างตรงจุดวัด
- 4.9 การตรวจสอบความต่อเนื่องด้วยเสียงและหลอดไฟLED
- 4.10 แสดงค่าความถี่ได้



- 4.11 จอแสดงผลแบบ LCD พร้อมไฟส่องพื้นหลัง แสดงแรงดันไฟฟ้าได้ 1 – 1000 V AC แบบ TRUE RMS และแสดงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ 1 – 1200 V DC หรือมากกว่า
- 4.12 เชื่อมต่อโหลดด้วยการกดปุ่ม push button
- 4.13 การแจ้งเตือนแบบสั่นเมื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยการกดปุ่ม push button
- 4.14 ตัวเครื่องมีระบบป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ IP65
- 4.15 การแสดงผลแบบ LED/LCD
- 4.16 ย่านแรงดันไฟฟ้า 1.0 V - 1000 V AC/1200 V DC หรือมากกว่า
- 4.17 ย่านความถี่ 1 - 1000 Hz หรือมากกว่า
- 4.18 การทดสอบความต่อเนื่องทางเสียงและโหลดไฟช่วง 0 - 100 k $\Omega$  ด้วยเสียงและโหลดไฟ LED สีเหลือง
- 4.19 ย่านแรงดันทดสอบไดโอด 0.3 - 2.0 V หรือมากกว่า
- 4.20 ย่านการวัดค่าความต้านทาน 0.1 k $\Omega$  - 300 k $\Omega$  หรือมากกว่า
- 4.21 มีการทดสอบลำดับเฟสด้วยโหลดไฟ LED สีเขียวแสดงซ้าย/ขวา
- 4.22 มีการทดสอบขั้วไฟฟ้าด้วยจอ LCD ค่า +/-
- 4.23 ตรวจสอบสายไฟชำรุดด้วยโหลดไฟ LED สีเหลืองกระพริบ
- 4.24 การต่อโหลดด้วยการกดปุ่ม push button IS = 550 mA (1000 V) 30 mA RCD trip
- 4.25 มีโหลดไฟส่องสว่างตรงจุดวัดด้วยโหลดไฟ LED สีขาว

## 5 เครื่องวัดค่าความต้านทานประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 ตัว

### 5.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.1.1 เป็นเครื่องวัดความต้านทานแบบพกพาชนิดกระแสตรง (DC Resistance meter) ออกแบบมาสำหรับการวัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้า ที่สามารถวัดค่าความต้านทานที่มีค่าน้อยมากได้ ครอบคลุมลักษณะงานหลากหลายรูปแบบ มีความแม่นยำในการวัด และ มีความละเอียดที่สูง สามารถใช้ได้ทั้งงานทดสอบอุปกรณ์ และ งานด้านการตรวจสอบเพื่อซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า เช่น การซ่อมบำรุงมอเตอร์ ตรวจสอบเช็คการเชื่อมต่อระบบกราวด์ของยานยนต์ไฟฟ้า
- 5.1.2 บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศพร้อมยื่นขอเสนอราคา

### 5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 5.2.1 มีย่านการวัดค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 3 m $\Omega$  ถึง 3 M $\Omega$  โดยสามารถปรับได้ไม่น้อยกว่า 10 ย่านการวัด
- 5.2.2 สามารถแสดงผลหน้าจอที่ย่าน 3 m $\Omega$  สูงสุดที่ 3.5000 m $\Omega$  หรือ ดีกว่า
- 5.2.3 สามารถแสดงผลหน้าจอที่ย่าน 3 M $\Omega$  สูงสุดที่ 3.5000 M $\Omega$  หรือ ดีกว่า
- 5.2.4 มีค่าความแม่นยำในการวัดที่ดีที่สุดที่  $\pm 0.020$  % rdg.  $\pm 0.007$ % fs. หรือ ดีกว่า
- 5.2.5 มีค่ากระแสไฟฟ้าในการทดสอบตั้งแต่ 1 A DC ที่ย่าน 3 m $\Omega$  ถึง 500 nA DC ที่ย่าน 3 M $\Omega$
- 5.2.6 มีค่าแรงดันในการทดสอบ (Open-terminal voltage) สูงสุดที่ 5.5 V DC
- 5.2.7 สามารถวัดอุณหภูมิในตั้งแต่ -10.0 ถึง 99.9  $^{\circ}\text{C}$
- 5.2.8 มีค่าความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิที่ดีที่สุดที่  $\pm 0.50$   $^{\circ}\text{C}$  หรือ ดีกว่า

- 5.2.9 มีอัตราการแสดงผลหน้าจอเมื่อไม่มีการชดเชยแรงดันที่ 100 ms หรือ ตีกว่า
- 5.2.10 มีอัตราการแสดงผลหน้าจอเมื่อมีการชดเชยแรงดันที่ 230 ms หรือ ตีกว่า
- 5.2.11 มีฟังก์ชันในการปรับค่าการวัดเทียบกับอุณหภูมิ (Temperature correction)
- 5.2.12 มีฟังก์ชันในการแปลงค่าการวัดเป็นค่าอุณหภูมิ (Temperature conversion)
- 5.2.13 มีฟังก์ชันในการชดเชยแรงดันไฟฟ้า (Offset voltage compensation, OVC)
- 5.2.14 มีฟังก์ชันในการเปรียบเทียบค่า (Comparator, ABS/REF%)
- 5.2.15 มีฟังก์ชันในการแปลงค่าการวัดเป็นความยาว (Length conversion)
- 5.2.16 มีฟังก์ชันในการตั้งค่าเสียงสำหรับแสดงผลการวัด (Judgement sound setting)
- 5.2.17 มีฟังก์ชันในการคงค่าการวัดโดยอัตโนมัติเมื่อการวัดเสร็จสิ้น (Auto hold)
- 5.2.18 มีฟังก์ชันในการประหยัดพลังงานเครื่องเมื่อไม่ได้ใช้เป็นเวลานาน (Auto power save)
- 5.2.19 มีฟังก์ชันในการแสดงค่าเฉลี่ยของผลการวัด (Averaging function)
- 5.2.20 มีฟังก์ชันการเลือกเก็บข้อมูลการวัด และ เรียกดูข้อมูลการวัดได้
- 5.2.21 มีฟังก์ชันในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อส่งข้อมูล ผ่านสาย USB
- 5.2.22 มีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลด้วยรูปแบบ Manual และ Auto-save ที่ 1000 ข้อมูล
- 5.2.23 มีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลด้วยรูปแบบการตั้งเวลาบันทึกที่ 6000 ข้อมูล
- 5.2.24 สามารถตั้งเวลาบันทึกได้ตั้งแต่ 0.2 ถึง 10.0 วินาที โดยความถี่ในการตั้งอยู่ที่ 0.2 วินาที
- 5.2.25 สามารถเรียกดูข้อมูลที่เก็บในเครื่องได้จากการเรียกดูที่หน้าจอเครื่อง
- 5.2.26 สามารถเรียกดูข้อมูลที่เก็บในเครื่องได้ในรูปแบบ CSV และ TXT ผ่านการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
- 5.2.27 อุปกรณ์ประกอบ
  - 5.2.27.1 สายวัดแบบหนีบ จำนวน 1 ชุด
  - 5.2.27.2 สายวัดแบบเข็ม จำนวน 1 ชุด
  - 5.2.27.3 กระเป๋าใส่เครื่องชนิดแข็ง จำนวน 1 ใบ
  - 5.2.27.4 อุปกรณ์สำหรับการตั้งค่า จำนวน 1 ชุด

## 6 เครื่องทดสอบแบตเตอรี่ประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 ชุด

### 6.1 คุณสมบัติทั่วไป

- 6.1.1 เป็นเครื่องทดสอบแบตเตอรี่แบบตั้งโต๊ะ รองรับการวัดค่าความต้านทานภายในและแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ด้วยความเร็วสูงได้ในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับทดสอบแบตเตอรี่ของยานพาหนะ EV และ PHEV โดยสามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแบตเตอรี่ได้สูงถึง 100 โวลต์ รายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่อง มีดังนี้

### 6.2 คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 6.2.1 สามารถวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ได้ โดยใช้วิธีการวัดแบบ 4 ขั้ว (Four-terminal AC method) โดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ 1 kHz ในการทดสอบ
- 6.2.2 สามารถเลือกช่วงวัดค่าความต้านทานภายในได้ไม่ต่ำกว่า 7 ย่าน ได้แก่ 3mΩ, 30mΩ, 300 mΩ, 3 Ω, 30 Ω, 300 Ω และ 3 kΩ
- 6.2.3 สามารถแสดงค่าความต้านทานสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 7 ค่า (โดยขึ้นอยู่กับย่านการวัด) ได้แก่ 3.1000 mΩ, 31.000 mΩ, 310.00 mΩ, 3.1000 Ω, 31.000 Ω, 310.00 Ω และ 3.1000 kΩ

- 6.2.4 มีค่าความแม่นยำในการวัดค่าความต้านทานที่ย่าน 3 mΩ คือ  $\pm 0.5\%$  rdg.  $\pm 10$  dgt. หรือดีกว่า
- 6.2.5 มีค่าความแม่นยำในการวัดค่าความต้านทานที่ย่าน 30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω, 30 Ω, 300 Ω และ 3 kΩ คือ  $\pm 0.5\%$  rdg.  $\pm 5$  dgt.
- 6.2.6 สามารถเลือกช่วงวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแบตเตอรี่ได้ไม่ต่ำกว่า 3 ย่าน ได้แก่ 6 V, 60 V และ 100 V
- 6.2.7 สามารถแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 3 ค่า (โดยขึ้นอยู่กับย่านการวัด) ได้แก่ 6.00000 V, 60.0000 V และ 100.000 V
- 6.2.8 มีค่าความแม่นยำในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าทุกย่านที่  $\pm 0.01\%$  rdg.  $\pm 3$  dgt.
- 6.2.9 มีฟังก์ชันการใช้งานเบื้องต้น ดังนี้
  - 6.2.9.1 ฟังก์ชันตรวจจับความผิดพลาดขณะทำการทดสอบ (Contact check function)
  - 6.2.9.2 ฟังก์ชันการตั้งค่าศูนย์ (Zero adjustment)
  - 6.2.9.3 ฟังก์ชันการเปรียบเทียบข้อมูล (Comparator) สามารถตั้งเงื่อนไขเปรียบเทียบค่าที่วัดได้เป็น Hi/ IN/ Lo ได้
  - 6.2.9.4 มีฟังก์ชันการคำนวณทางสถิติ (Statistical calculations)
  - 6.2.9.5 ฟังก์ชันการเฉลี่ยข้อมูล (Average) ตั้งแต่ 2 ถึง 16 การวัด
  - 6.2.9.6 ฟังก์ชันการบันทึก และ เรียกดูการตั้งค่า จากเครื่อง (Panel saving/loading) ไม่น้อยกว่า 126 ค่าการวัด
- 6.2.10 รองรับอินเตอร์เฟซแบบ LAN (TCP/IP, 10BASE-T/100BASE-TX), RS-232C, USB, EXT. I/O และ Analog output
- 6.2.11 ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัย EN61010 และมาตรฐานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า EN61326 Class A
- 6.2.12 อุปกรณ์ประกอบ
  - 6.2.12.1 สายวัดแบบหัวเข็ม จำนวน 1 ชุด
- 6.2.13 บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศพร้อมยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 6.2.14 รับประกันคุณภาพ 1 ปี

## 7 เครื่องประจุไฟฟ้าให้ตัวรถชนิด AC CHARGING ขนาดไม่น้อยกว่า 7 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด

### 7.1 รายละเอียดทั่วไป

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

### 7.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 7.2.1 การเชื่อมโยงสายไฟ (Input Rating) แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ 1 เฟส
  - 7.2.1.1 การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-1
  - 7.2.1.2 มาตรฐานการเชื่อมต่อกับยานยนต์ไฟฟ้า IEC 62196-2, หัวชาร์จชนิด Type 2 plug พร้อมสายชาร์จยึดติดกับเครื่อง



- 7.2.1.3 กำลังไฟฟ้าด้านออก (Output Rating) : 230 โวลต์, 32A, สูงสุด 7kW
- 7.2.1.4 อุปกรณ์RCDภายในตัวเครื่อง 30mA RCD, DC 6mA
- 7.2.1.5 การป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน, ระบบ Surge protection, การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน, การป้องกันShort circuit และ Ground fault
- 7.2.1.6 สามารถแสดงสถานะ การทำงาน POWER, CHARGE, FAULT หรือมากกว่า
- 7.2.1.7 ช่วงอุณหภูมิการทำงาน อยู่ในช่วง 0 องศาเซลเซียส ถึง +50 องศาเซลเซียส
- 7.2.1.8 Ingress Protection ไม่น้อยกว่า IP55
- 7.2.1.9 รองรับการกระแทกตามมาตรฐาน IK09 หรือดีกว่า
- 7.2.1.10 ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4 เมตร
- 7.2.2 การติดตั้งสายไฟฟ้าและช่องทางเดินสายไฟ
  - 7.2.2.1 สายไฟประธานต้องมีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า ที่ 32A
  - 7.2.2.2 ขนาดของสายไฟฟ้าอ้างอิงตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

## 8 ชุดทดสอบสถานีชาร์จ EV พร้อมหัวชาร์จ จำนวน 1 ชุด

- 8.1 สามารถทดสอบตัวนำ PE เพื่อดูว่ามีแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตราย
- 8.2 สามารถจำลองสายเคเบิลด้วยสวิตช์ PP State โดยจำลองความสามารถในการทนต่อกระแสไฟของสายชาร์จ
- 8.3 สามารถจำลองการทดสอบสถานะการชาร์จต่างๆ ของรถยนต์ไฟฟ้า
- 8.4 สามารถจำลองข้อผิดพลาด PE (กระแสไฟรั่วลงดิน)
- 8.5 สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน IEC/EN 61851-1 และ IEC/HD 60364-7-722
- 8.6 รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุตสูงสุด 250 V (single phase system) / สูงสุด 480 V (three phase system), 50/60 Hz, สูงสุด 10 A หรือดีกว่า
- 8.7 เป็นหัวชาร์จแบบ AC โหมด 3 เหมาะสำหรับเต้ารับ IEC 62196-2 Type 2 หรือสายเคเบิลหัวชาร์จรถยนต์ (Type 2, 7P สามเฟส)
- 8.8 ตัวเครื่องมีมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ IEC 60529: IP54 หรือดีกว่า
- 8.9 มีมาตรฐานความปลอดภัย IEC/EN 61010-1, ระดับมลพิษ 2
- 8.10 IEC/EN 61010-2-030, CAT II 300 V, การป้องกันระดับ II
- 8.11 อุณหภูมิในการทำงาน 0 °C ถึง 40 °C หรือดีกว่า

## 9 เครื่องวัดและทดสอบคุณสมบัติแผงโซลาร์เซลล์ จำนวน 1 เครื่อง

- 9.1 เครื่องวัดทดสอบประสิทธิภาพระบบพลังงานไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ (PHOTOVOLTAIC TESTERS)
- 9.2 หน้าจอแสดงผล LCD พร้อมไฟส่องสว่างหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 128 x 128 pixel
- 9.3 ตัวเครื่องสามารถปิดอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งาน
- 9.4 สามารถครอบคลุมงานวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์
- 9.5 บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศพร้อมยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 9.6 สามารถวัด DC/AC True-RMS แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

- 9.7 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์(PV)ได้ทั้งแบบ Module และ String ได้ถึง 1000VDC , 15ADC และ 1500VDC, 10ADC หรือดีกว่า
- 9.8 สามารถทดสอบกราฟ I-V curve ตามมาตรฐาน IEC/EN60891
- 9.9 สามารถทดสอบ I-V ได้ทั้งแบบ Module และ String
- 9.10 วัดค่าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้ Open voltage (Voc) , Short circuit current (Isc) , Maximum nominal power of module (Pmax) , Voltage on point of maximum power (Vmpp) , Current on point of maximum power (Impp) , Fill Factor (FF) , Environmental Temperature , Module Temperature , Irradiance measurement (W/m<sup>2</sup>)
- 9.11 มีฟังก์ชันเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน STC (Standard Conditions) ที่ 1000w/m<sup>2</sup>, อุณหภูมิ 25 องศา
- 9.12 ตัวเครื่องต้องสามารถประเมินผลทดสอบได้ทันทีด้วย OK / NO
- 9.13 ตัวเครื่องรองรับการตั้งค่าแผงโซลาร์เซลล์อย่างน้อย 30 PV โมดูลและ 30,000 โมดูลด้วยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์(Software)
- 9.14 สามารถวัด AC/DC Power , Performance Ratio (PRp), Efficiency ของระบบ PV ในระบบ 1 เฟส
- 9.15 มีหน่วยความจำในการบันทึกข้อมูลและเรียกข้อมูลมาดูได้บนเครื่องทั้ง กราฟ I-V curve และ ผลทดสอบพร้อมผลประเมิน
- 9.16 ตั้งช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ 5 วินาที ถึง 60 นาที
- 9.17 ตัวเครื่องต้องได้รับมาตรฐาน IEC/EN61010-1 และตัวอุปกรณ์ประกอบต้องได้รับมาตรฐาน IEC/EN61010-031
- 9.18 ตัวเครื่องมีเมนูช่วยแสดงการต่อวัด
- 9.19 โปรแกรมแสดงผลสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window และสามารถแสดงผลพร้อมกันได้ทั้ง ตารางผลทดสอบแต่ละโมดูลพร้อมผลประเมิน, กราฟ I-V, กราฟ Power
- 9.20 AC TRMS Voltage
- 9.20.1 Measurement Range : 50.0V ถึง 265.0V
- 9.20.2 Accuracy :  $\pm(0.5\%rdg + 2dgt)$
- 9.21 I-V : VDC Voltage @ Operating Condition (OPC)
- 9.21.1 Measurement Range : 15.0V ถึง 1499.9V
- 9.21.2 Accuracy :  $\pm(0.5\%rdg + 2dgt)$
- 9.22 I-V : IDC Current @ Operating Condition (OPC)
- 9.22.1 Measurement Range : 0.10A ถึง 15.00A
- 9.22.2 Accuracy :  $\pm(1.0\%rdg + 2dgt)$
- 9.23 I-V : DC Power @ Operating Condition (OPC) (Vmpp >30V, Impp >2A)
- 9.23.1 Measurement Range : 50W ถึง 9999W
- 9.23.2 Accuracy :  $\pm(1.0\%rdg + 6dgt)$
- 9.24 I-V : DC Voltage @ Standard Conditions (STC)
- 9.24.1 Measurement Range : 5.0V ถึง 999.9V
- 9.24.2 Accuracy :  $\pm(4.0\%rdg + 2dgt)$
- 9.25 I-V : DC Current @ Standard Conditions (STC)

- 9.25.1 Measurement Range : 0.10A ถึง 15.0A
- 9.25.2 Accuracy :  $\pm(4.0\%rdg + 2dgt)$
- 9.26 I-V : DC Power @ Standard Conditions (STC) ( $V_{mpp} > 30V$ ,  $I_{mpp} > 2A$ )
  - 9.26.1 Measurement Range : 50W ถึง 9999W
  - 9.26.2 Accuracy :  $\pm(5.0\%rdg + 1dgt)$
  - 9.26.3 Irradiance (with reference cell)
  - 9.26.4 Measurement Range : 1.0mV ถึง 65.0mV
  - 9.26.5 Accuracy :  $\pm(1.0\%rdg + 5dgt)$
- 9.27 Temperature of module (with auxiliary PT1000 probe)
  - 9.27.1 Measurement Range : -20 Deg.C ถึง 100 Deg.C
  - 9.27.2 Accuracy :  $\pm(1.0\%rdg + 1 Deg.C)$
- 9.28 รองรับอุปกรณ์ต่อพ่วงส่งสัญญาณด้วย RF (Radio Frequency)
  - 9.28.1 สามารถต่อกับอุปกรณ์วัดแสง(W/m<sup>2</sup>)ได้
  - 9.28.2 สามารถต่อกับหัววัดอุณหภูมิแบบ PT1000 ได้
  - 9.28.3 สามารถวัดมุมลาดเอียงได้ตั้งแต่ 1 – 90 องศา
  - 9.28.4 มีหน่วยความจำที่สามารถบันทึกค่าได้
- 9.29 มีอุปกรณ์ประกอบต่างๆดังนี้
  - 9.29.1 แคลมป์วัดกระแสขนาด 100ADC จำนวน 1 อัน
  - 9.29.2 แคลมป์วัดกระแสขนาด 200AAC จำนวน 1 อัน
  - 9.29.3 สายแปลงหัวต่อMC4 จำนวน 2 เส้น
  - 9.29.4 เซ็นเซอร์วัดค่า Irradiation จำนวน 1 อัน
  - 9.29.5 โพรบวัดอุณหภูมิแบบ PT1000 วัดได้ทั้งแบบสัมผัสและอุณหภูมิอากาศ จำนวน 1 เส้น
  - 9.29.6 อุปกรณ์วัดการตกกระทบแสงแดด (Mechanical inclinometer) จำนวน 1 อัน
  - 9.29.7 อุปกรณ์ต่อพ่วงส่งสัญญาณด้วย RF(Radio Frequency) จำนวน 1 เครื่อง
  - 9.29.8 สายเชื่อมโยงสัญญาณแบบ Optical / USB จำนวน 1 เส้น
  - 9.29.9 ซอฟต์แวร์ประมวลผล จำนวน 1 ชิ้น
  - 9.29.10 กระเป๋าใส่อุปกรณ์ จำนวน 1 ใบ

## 10 ชุดพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด

- 10.1 เป็นชุดแผงโซลาร์เซลล์ที่มีความสามารถในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้า มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 400 วัตต์ จำนวน 10 แผงรวมกันได้ 4,000 วัตต์หรือดีกว่า
- 10.2 มีอินเวอร์เตอร์แบบไฮบริดสามารถแปลงพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ จำนวน 1 ตัว
- 10.3 มีชุดกล่องคอนโทรลสำหรับควบคุมและจัดการระบบโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
- 10.4 มีแบตเตอรี่ลิเธียมขนาดที่เหมาะสมสำหรับใช้งานร่วมกับโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์ไฮบริด จำนวน 1 ชุด
- 10.5 มีอุปกรณ์จับยึดที่จำเป็นในการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด

## 11 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 4 ตัว

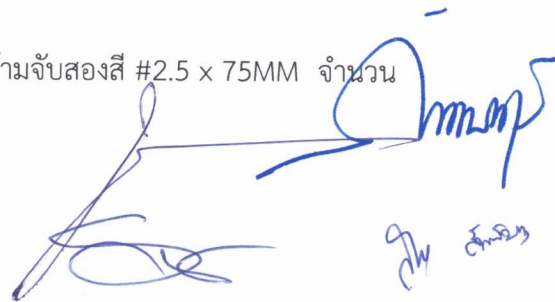
- 11.1 จอแสดงผล แบบ 6000 count สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า , กระแสไฟฟ้า ,และแบบ TRMS, ค่าความต้านทานและความถี่ได้
- 11.2 สามารถวัดแรงดันไฟสลับและกระแสไฟฟ้าสลับเป็นแบบ TRUE-RMS
- 11.3 มีไฟ BLACK LIGHT ที่หน้าปัดใช้งานในที่มืด
- 11.4 มีฟังก์ชัน LoZ ที่มีอินพุตอิมพีแดนซ์ต่ำ
- 11.5 มีฟังก์ชัน Volt Alert สำหรับเช็คแรงดัน AC โดยไม่ต้องสัมผัส
- 11.6 มีฟังก์ชัน Auto Volt สำหรับวัดแรงดัน AC/DC อัตโนมัติ
- 11.7 สามารถบันทึกค่า Min/Max/Average
- 11.8 มาตรฐานความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า CAT III 600 V
- 11.9 การวัดค่าแรงดันไฟตรง ช่วงการวัด : 600 mV to 600 V ความเที่ยงตรง :  $\pm (0.5\% + 2)$  ความละเอียด : 0.1 mV
- 11.10 การวัดค่าแรงดันไฟสลับ (45 Hz to 500 Hz) ช่วงการวัด : 600 mV to 600 V ความเที่ยงตรง :  $\pm (1.0\% + 3)$  True RMS ความละเอียด : 0.1 mV
- 11.11 การวัดค่ากระแสไฟสลับ (45 Hz to 500 Hz) วัดค่า 10 A (โอเวอร์โหลด 20 A ใน 30 วินาที) ความเที่ยงตรง :  $\pm (1.5\% + 3)$  True RMS ความละเอียด : 0.001 A ที่ช่วง 6 A
- 11.12 การวัดค่าตัวเก็บประจุ ช่วงการวัด : 1000 nF to 9999  $\mu$ F ความเที่ยงตรง :  $1.9\% + 2$  ที่ช่วง 100  $\mu$ F to 1000  $\mu$ F

## 12 ครุภัณฑ์และอุปกรณ์สำหรับซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุดประกอบด้วย

- 12.1 ลิฟท์ยกรถคานบน แบบ 2 เส้า ขนาด 4 ตัน พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 ตัว
  - 12.1.1 สามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 4 ตัน
  - 12.1.2 สามารถรองรับระบบไฟในรูปแบบ 220V หรือแบบ 380V/50hz
  - 12.1.3 มีขนาดกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2 กิโลวัตต์
  - 12.1.4 สามารถยกรถได้สูงไม่น้อยกว่า 1,800 มม.
  - 12.1.5 ความสูงเส้าไม่น้อยกว่า 3,500 มม.
  - 12.1.6 ความกว้างรวมเส้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 3,200 มม.
  - 12.1.7 ระยะรูดผ่านไม่น้อยกว่า 2,200 มม.
- 12.2 ชุดตู้เครื่องมืองานซ่อมบำรุงยานยนต์ จำนวน 1 ชุด
  - 12.2.1 มีตู้เครื่องมือ จำนวน 1 ตัว
  - 12.2.2 มีเครื่องมือ 12 catid รวม 177 ชิ้น ประกอบด้วย
    - 12.2.2.1 ประแจแหวนข้างปากตาย : 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 mm
    - 12.2.2.2 ประแจแหวนข้างปากตาย : 22, 24, 27, 28, 30, 32 mm
    - 12.2.2.3 ประแจแหวน : 6 x 7, 8 x9, 10 x 11, 12 x 13, 14 x 15, 16 x 17, 18 x 19 mm
    - 12.2.2.4 ลูกบดล็อกยาว 1/2" : หัว 6 เหลี่ยม 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 mm
    - 12.2.2.5 ไชควง : หัวแบน SL3 x 3", SL5 x 4", SL5 x 6", SL6 x 1.1/2", SL6 x 4", SL8 x 6"

- 12.2.2.6 ไชควง : หัว 4 แฉก PH0 x 4", PH1 x 3", PH1 x 4", PH2 x 1.1/2", PH2 x 4", PH2 x 6", PH3 x 6"
- 12.2.2.7 ลูกบล็อกสั้น 1/4" : หัว 6 เหลี่ยม 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 mm
- 12.2.2.8 ลูกบล็อกยาว 1/4" : หัว 6 เหลี่ยม 8, 10, 11, 12, 13 mm
- 12.2.2.9 ด้ามขันฟรี 1/4" : 72T
- 12.2.2.10 ข้อต่อบล็อก 1/4" : 2", 4"
- 12.2.2.11 ข้ออ่อนบล็อก 1/4"
- 12.2.2.12 ด้ามเลื่อนรูตสไลด์ 1/4" x 6"
- 12.2.2.13 ด้ามไชควงหัวข้อต่อบล็อก 1/4" : 6"
- 12.2.2.14 ลูกบล็อกสั้น 3/8"
- 12.2.2.15 หัว 6 เหลี่ยม 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 mm
- 12.2.2.16 ด้ามขันฟรี 3/8" : 72T
- 12.2.2.17 ข้อต่อบล็อก 3/8" : 3", 6"
- 12.2.2.18 ข้ออ่อนบล็อก 3/8"
- 12.2.2.19 ด้ามเลื่อนรูตสไลด์ 3/8" x 8"
- 12.2.2.20 ลูกบล็อกสั้น 1/2"
- 12.2.2.21 หัว 6 เหลี่ยม 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 30, 32 mm
- 12.2.2.22 ลูกบล็อกถอดหัวเทียน 1/2" : 21 mm
- 12.2.2.23 ด้ามขันฟรี 1/2" : 72T
- 12.2.2.24 ข้อต่อบล็อก 1/2" X 5"
- 12.2.2.25 ข้ออ่อนบล็อก 1/2"
- 12.2.2.26 ด้ามเลื่อนรูตสไลด์ 1/2" x 10"
- 12.2.2.27 คีมปากจิ้งจก : 7"
- 12.2.2.28 คีมปากแหลม : 6"
- 12.2.2.29 คีมปากแหลม / ปลายงอ : 6"
- 12.2.2.30 คีมปากเฉียง : 6"
- 12.2.2.31 หัวบล็อก 3/8" x จับดอกขัน 3/8"
- 12.2.2.32 หัวบล็อก 1/2" x จับดอกขัน 3/8"
- 12.2.2.33 ดอกขัน 3/8" : หัว 6 เหลี่ยม H4, H5, H6, H7, H8, H10, H12 (x 30 mm)
- 12.2.2.34 ดอกขัน 3/8" : หัว 6 เหลี่ยม H4, H5, H6, H7, H8, H10, H12 (x 75 mm)
- 12.2.2.35 ดอกขัน 3/8" : หัว 12 เหลี่ยม M5, M6, M7, M10, M12 (x 30 mm)
- 12.2.2.36 ดอกขัน 3/8" : หัว 12 เหลี่ยม M5, M6, M7, M10, M12 (x 75 mm)
- 12.2.2.37 ดอกขัน 3/8" : หัวที่อกซ์ดาว 6 แฉก T20, T25, T30, T40, T45, T50, T55 (x 30 mm)
- 12.2.2.38 ดอกขัน 3/8" : หัวที่อกซ์ดาว 6 แฉก T20, T25, T30, T40, T45, T50, T55 (x 75 mm)
- 12.2.2.39 ค้อนหัวไนลอน : 40 mm

- 12.2.2.40 ค้อนเคาะ : 300 g
- 12.2.2.41 เหล็กสกัดปากแบน : 10 x 8 x 142, 12 x 10 x 152, 16 x 13 x 172 mm
- 12.3 ชุดเครื่องมือบริการยานยนต์ไฟฟ้าชนิดหุ้มฉนวน 1000 V พร้อมตู้เครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
  - 12.3.1 รายละเอียดทั่วไป
    - 12.3.1.1 เป็นชุดเครื่องมือพื้นฐานจำนวนไม่น้อยกว่า 68 ชิ้น ใน 1 ชุด
    - 12.3.1.2 ตู้เครื่องมือแบบมีล้อ 4 มุมแข็งแรง 4 ชั้น จำนวน 1 ตู้ ประกอบด้วยเครื่องมือ
  - 12.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค
    - 12.3.2.1 ลูกปลีอกขนาด 10mm แบบ 6 เหลี่ยมหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 8 ชิ้น
      - 12.3.2.1.1 ประกอบด้วยขนาด 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18mm
    - 12.3.2.2 ข้อต่อตรงขนาด 10mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 125mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.3 ข้อต่อตรงขนาด 10mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 250mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.4 ประแจวงล้อแบบปลดเร็ว ขนาด 10mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า(VDE) 200mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.5 ประแจวงล้อแบบปลดเร็ว ขนาด 10mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า(VDE) 250mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.6 ประแจตัว T ขนาด 12.5mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 200mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.7 ข้อต่อตรงขนาด 12.5mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 125mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.8 ข้อต่อตรงขนาด 12.5mm หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ยาว 250mm จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.9 ลูกปลีอกขนาด 12.5mm แบบ 6 เหลี่ยมหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 11 ชิ้น
      - 12.3.2.9.1 ประกอบด้วยเบอร์ 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 24mm
    - 12.3.2.10 ลูกปลีอกเดี่ยวโผล่ ขนาด 12.5mm 6 เหลี่ยม หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 5 ชิ้น
      - 12.3.2.10.1 ประกอบด้วยเบอร์ 4, 5, 6, 8, 10mm
    - 12.3.2.11 ชุดประแจปากตายหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 13 ชิ้น
      - 12.3.2.11.1 ประกอบด้วยเบอร์ 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24mm
    - 12.3.2.12 ชุดประแจแหวนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 13 ชิ้น
      - 12.3.2.12.1 ประกอบด้วยเบอร์ 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24mm
    - 12.3.2.13 ประแจเลื่อน ขนาด 8" หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.14 ไช้ควงปากแฉกหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #0 x 60MM จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.15 ไช้ควงปากแฉกหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมที่จับสองสี #1 x 80MM จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.16 ไช้ควงปากแฉกแบบหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามสองสี #2 x 100MM จำนวน 1 ชิ้น
    - 12.3.2.17 ไช้ควงปากแบนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #2.5 x 75MM จำนวน 1 ชิ้น



- 12.3.2.18 ไชควงปากแบนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #4 x 100MM จำนวน 1 ชิ้น
- 12.3.2.19 ไชควงปากแบนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมด้ามจับสองสี #5.5 x 125MM จำนวน 1 ชิ้น
- 12.3.2.20 คีมปากแหลมหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) ขนาด 8" จำนวน 1 ชิ้น
- 12.3.2.21 คีมตัดทแยงมุมหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 7" จำนวน 1 ชิ้น
- 12.3.2.22 คีมหุ้มฉนวนหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) 8" จำนวน 1 ชิ้น
- 12.3.2.23 เครื่องปอกสายไฟหุ้มฉนวนกันไฟฟ้า (VDE) พร้อมตัวป้องกันใบมีด จำนวน 1 ชิ้น
- 12.3.3 รายละเอียดอื่นๆ
  - 12.3.3.1 เป็นของใหม่ไม่เคยใช้มาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกัน และมีมาตรฐาน ISO หรือ DIN หรือ ANSI อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า
  - 12.3.3.2 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 12.4 เกจวัดลมยาง จำนวน 2 ตัว
- 12.5 ไฟฉาย จำนวน 2 อัน
- 12.6 ประแจบล็อกสำหรับถอดน็อตยึดล้อรถยนต์ จำนวน 1 ชุด
  - 12.6.1 ผลิตจากวัสดุคุณภาพดี แข็งแรงทนทาน ใช้งานได้ดี
  - 12.6.2 ขนาดบล็อก : 17/19/21/23 มม.
  - 12.6.3 ด้ามจับขยายความยาวได้ตั้งแต่ 38-50 ซม.
- 12.7 บล็อคลม แรงบิด 750 NM จำนวน 1 ชุด
  - 12.7.1 สามารถแปลงเป็นสว่านได้ เจาะกระแทก เจาะปูน เพียงคุณมีหัวแปลงหรือข้อต่อกับหัวสว่าน ขนาด 4 หุน
  - 12.7.2 ปรับแรงบิดได้ 3 ระดับ 500/650/750
  - 12.7.3 ถอดน็อต เข้า-ออก ได้ทุกประเภท M12-M22
  - 12.7.4 แรงดันไฟฟ้าสูงสุด : 20-21V
  - 12.7.5 ความเร็วรอบ 0-3800 IPM
  - 12.7.6 ใช้กับลูกบล็อก 4 หุน 3 เบอร์ ได้แก่ เบอร์ 17 , 19 , 22
- 12.8 ชั้นวางเครื่องมือช่าง จำนวน 1 ชุด
  - 12.8.1 ขนาดลิ้นชักด้านใน (กว้างxลึกxสูง) 60 x 30x 5 ซม.หรือดีกว่า
  - 12.8.2 ขนาดชั้นโล่ง ด้านใน (กว้างxลึกxสูง) 50 x 30 x 6 ซม. หรือดีกว่า
  - 12.8.3 ขนาดล๊อมี่เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 ซม. หรือดีกว่า
  - 12.8.4 ขนาดสินค้า (กว้างxลึกxสูง) 75 x 35 x 100 ซม.
- 12.9 หน้ากากกันสะเก็ดไฟ จำนวน 1 อัน
- 12.10 ถุงมือป้องกันไฟฟ้า จำนวน 1 คู่
  - 12.10.1 ถุงมือฉนวน ป้องกันไฟฟ้าอย่างน้อย 1,000 โวลต์
- 12.11 จาระบี ขนาด 2 kg. จำนวน 1 ถัง
- 12.12 สเปรย์ทำความสะอาดจานดิสก์เบรค จำนวน 1 กระป๋อง
- 12.13 หมวกเซฟตี้ จำนวน 1 ใบ
- 12.14 อุปกรณ์ป้องกันหู (Ear Protection) จำนวน 1 อัน

- 12.15 แว่นนิรภัย (Eye protection) จำนวน 1 อัน
- 12.16 รองเท้านิรภัย (Foot Protection) จำนวน 1 คู่
- 12.17 เข็มขัดนิรภัย (Safety Harness) จำนวน 1 อัน
- 12.18 เสื้อสะท้อนแสง จำนวน 1 อัน
- 12.19 กระบังป้องกันใบหน้า จำนวน 1 ชิ้น
- 12.20 ครอปป้องกันใบหน้า จำนวน 1 ชิ้น
- 12.21 ถุงมือหนัง จำนวน 1 คู่
- 12.22 ถุงมือตาข่ายโลหะ จำนวน 1 คู่
- 12.23 ถุงมือพลาสติก จำนวน 1 คู่
- 13 ชุดต้นแบบจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด**
  - 13.1 มีฮับมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 2000 วัตต์ จำนวน 1 ตัว
  - 13.2 มีแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน ขนาดไม่น้อยกว่า 30Ah แรงดันไฟฟ้า 72V จำนวน 1 ชุด
  - 13.3 กล่องลดแรงดันไฟฟ้า DC-DC 48-72v to 12V จำนวน 1 ตัว
  - 13.4 เซอร์คิตเบรกเกอร์สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 150 แอมป์ จำนวน 1 ตัว
  - 13.5 คันเร่งสำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว
  - 13.6 กล่องควบคุมมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
- 14 ชุดหัวอัดประจุ CCS2 จำนวน 1 ชุด พร้อมติดตั้ง**
  - 14.1 ตัวหัวชาร์จ CCS2 พร้อมสายชาร์จ มีความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร สามารถติดตั้งกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่มหาวิทยาลัยมีอยู่แล้วได้
  - 14.2 มีโมดูลควบคุมการชาร์จหัวชาร์จ แบบ CCS2 จำนวน 1 ชุด
  - 14.3 เพิ่มสายควบคุมการสั่งงานแบบ CCS2 พร้อมทดสอบระบบการชาร์จกับ ยานยนต์ไฟฟ้าหัวชาร์จแบบ CCS2
- 15 ปีมลม จำนวน 1 ชุด**
  - 15.1 ขนาดถังไม่น้อยกว่า 148 ลิตร มอเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 แรงม้า
  - 15.2 ปริมาณลมไม่น้อยกว่า 280 ลิตร/นาที
  - 15.3 ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
  - 15.4 มีอุปกรณ์ สายลมยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร พร้อมหัวฉีดและหัวเติมลม
- 16 รายละเอียดอื่น ๆ**
  - 1. มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
  - 2. ผู้เสนอราคาต้องมีการอบรมการใช้เครื่องให้กับผู้ใช้งานเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน
  - 3. มีการรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่ตรวจรับมอบแล้วเสร็จ
  - 4. กำหนดส่งของภายใน 180 วัน

