

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

งบประมาณรายจ่าย ประจำปี พ.ศ. 2569

(ชื่อรายการ) ชุดครุภัณฑ์ปฏิบัติการเรียนรู้สถานบริการชาร์จพลังงานแบตเตอรี่

ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ชุด

(หน่วยงาน) สำนักงานคณบดี คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รายการ	จำนวน/หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
ชุดครุภัณฑ์ปฏิบัติการเรียนรู้สถานบริการชาร์จพลังงานแบตเตอรี่ ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร	1 ชุด	2,470,000	2,470,000
<u>ประกอบด้วย</u>			
1. โมดูลสถานบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบ DC Charge	1 ชุด	1,890,000	1,890,000
2. โมดูลต้นแบบพลังงานสะอาดร่วมกับสถานบริการชาร์จแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า	1 ชุด	294,000	294,000
3. ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การวัดและวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	1 ชุด	286,000	286,000
รวมทั้งสิ้น (สองล้านสี่แสนเจ็ดหมื่นบาทถ้วน)			2,470,000

คุณลักษณะทั่วไป (ถ้ามี)

1. โมดูลสถานบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบ DC Charge

เป็นชุดอุปกรณ์และระบบฝึกอบรมที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยเน้นระบบการชาร์จแบบกระแสตรง (DC Fast Charging) ที่สอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ โมดูลประกอบด้วยหน่วยจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารกับรถยนต์ (EV Communication Interface) ระบบวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า และส่วนสถานการณ์การใช้งานจริง พร้อมระบบความปลอดภัยครบถ้วน ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการแปลงพลังงาน การควบคุม และการจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การทดสอบ และการวิจัยเพื่อเตรียมความพร้อมสู่ยุคของยานยนต์ไฟฟ้าอย่างยั่งยืน

2. โมดูลต้นแบบพลังงานสะอาดร่วมกับสถานบริการชาร์จแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า

เป็นระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อการเรียนรู้ ทดสอบ และสาธิตการใช้งานพลังงานหมุนเวียนร่วมกับระบบชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า โดยบูรณาการแหล่งพลังงานสะอาด ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar PV) เข้ากับระบบจัดเก็บพลังงาน (Energy Storage System) และสถานีชาร์จแบบกระแสตรง (DC Fast Charging Station) ที่สามารถสื่อสาร

และควบคุมผ่านระบบสมาร์ทกริด โมดูลนี้ออกแบบมาให้เหมาะสำหรับใช้ในภาคการศึกษาและการวิจัย โดยสามารถประยุกต์ใช้งานจริงในชุมชนหรือพื้นที่ห่างไกลได้อย่างยั่งยืน ระบบ มีความสามารถในการใช้งานพลังงานแบบอิสระหรือแบบผสมผสานกับระบบไฟฟ้าหลัก พร้อมทั้งมีระบบควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูล และมาตรการความปลอดภัยครบถ้วน ถือเป็นแนวทางต้นแบบในการพัฒนาโครงสร้าง พื้นฐานรองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดในอนาคต

3. ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การวัดและวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระบบพลังงานไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle : EV) โดยเน้นการวัด วิเคราะห์ และประเมินค่าทางไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า เพาเวอร์แฟกเตอร์ และรูปแบบสัญญาณไฟฟ้า (waveform) ทั้งในระบบ AC และ DC ชุดอุปกรณ์ประกอบด้วยเครื่องมือวัดที่มีความแม่นยำสูง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติ วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า เหมาะสำหรับการใช้ในระดับอาชีวศึกษา อุดมศึกษา และการฝึกอบรมบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า รองรับการเรียนรู้เชิงลึกและการวิจัยพัฒนาในด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่ออนาคตที่ยั่งยืน

คุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)

1. โมดูลสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า แบบ DC Charge จำนวน 1 ชุด
 - 1.1 สถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ระบบไฟฟ้า EV Fast Charge Station จำนวน 1 ชุด
 - 1.1.1 มีมาตรฐานการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า
 - 1.1.2 สามารถทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า -25°C ถึง 45°C
 - 1.1.3 สามารถทนความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดไม่น้อยกว่า 95 %
 - 1.1.4 การเข้าถึงการชาร์จโดยรหัสผ่าน หรือ บัตร RFID หรือ APP หรือดีกว่า
 - 1.1.5 มีมาตรฐานความปลอดภัยไม่น้อยกว่า IEC61851-1 และ IEC61851-22 หรือดีกว่า
 - 1.1.6 ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ขนาดแรงดัน 400 V หรือดีกว่า
 - 1.1.7 ความถี่ที่ใช้งานความถี่ 50 Hz หรือดีกว่า
 - 1.1.8 ใช้กระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 120 A
 - 1.1.9 มี Power factor ไม่น้อยกว่า 0.95 หรือดีกว่า
 - 1.1.10 มีขั้วต่อสายไฟหลักเป็นแบบ Terminal blocks หรือดีกว่า
 - 1.1.11 แรงดันไฟฟ้า DC Output 200 ถึง 500 VDC หรือดีกว่า
 - 1.1.12 สามารถทนกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 50 kW หรือดีกว่า
 - 1.1.13 มีจอ LCD แบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
 - 1.1.14 มีมาตรฐานสำหรับระบบชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า (EV) โดยเฉพาะ IEC 61851-23 การชาร์จแบบ กระแสตรง (DC Charging) และ มาตรฐาน IEC 61851-24 ที่ระบุข้อกำหนดสำหรับการสื่อสารระหว่างยานยนต์ไฟฟ้า (EV) กับ เครื่องชาร์จแบบกระแสตรง (DC EV Charger) เพื่อรับรองความปลอดภัยและความเข้ากันได้กับรถยนต์ไฟฟ้ามาตรฐานสากล

- 1.1.15 มีขนาดความยาวของสายชาร์จไม่น้อยกว่า 2 ม.
- 1.1.16 สามารถชาร์จได้ไม่น้อยกว่า 2 เอาต์พุตช่องชาร์จ แบบ CCS2 (Combined Charging System Type 2) แบบมาตรฐานหัวชาร์จ DC Fast Charging ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย หรือดีกว่า
- 1.1.17 ตัวเชื่อมต่อ DC สองตัวพร้อมเอาต์พุตรวมสูงสุดไม่น้อยกว่า 50 kW
- 1.1.18 การเชื่อมต่อเครือข่ายและโปรโตคอล Connector ชนิด RJ45 รองรับ Open Charge Point Protocol (OCPP) สำหรับเชื่อมกับระบบจัดการสถานีชาร์จ (EV Backend System)
- 1.1.19 รองรับการเชื่อมต่อแบบ Modbus TCP สำหรับการบริหารจัดการพลังงาน Energy Management
- 1.1.20 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (MDB) แยกเฉพาะเพื่อติดตั้ง Circuit Breaker การชาร์จไฟของรถไฟฟ้า EV จะต้องแยกใช้งานกับเครื่องไฟฟ้าอื่น ๆ
- 1.1.21 เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ตัดไฟฟ้าอัตโนมัติที่จะตัดวงจรไฟฟ้า ป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าออกมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้ไฟฟ้าลัดวงจร และเกิดเพลิงไหม้ได้ในอนาคต
- 1.1.22 เต้ารับ (EV Socket) สำหรับการเสียบชาร์จรถไฟฟ้าจะเป็นชนิด 3 รู (มีสายต่อหลักดิน) ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 16 A
- 1.1.23 ระบบการให้บริการสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ระบบไฟฟ้า
 - 1.1.23.1 มีแอปพลิเคชัน หรือ เว็บไซต์ สำหรับการเชื่อมต่อสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ระบบไฟฟ้า
 - 1.1.23.2 สามารถเชื่อมต่อกับสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ระบบไฟฟ้าโดยรหัสผ่าน หรือ บัตร RFID หรือ APP หรือ คิวอาร์โค้ด หรือดีกว่า
 - 1.1.23.3 รองรับการชำระเงินผ่านแอปพลิเคชันของผู้ให้บริการที่เชื่อมต่อกับระบบ OCPP ได้
 - 1.1.23.4 สามารถกด "Start Charging" เพื่อเริ่มการชาร์จ ผ่านแอปพลิเคชันได้
 - 1.1.23.5 สามารถกด "Stop Charging" เพื่อหยุดการชาร์จ ผ่านแอปพลิเคชันได้
 - 1.1.23.6 สามารถตรวจสอบสรุปรายการชาร์จ ผ่านแอปพลิเคชันได้
- 1.2 โมดูลสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและงานโครงสร้าง จำนวน 1 ชุด
 - 1.2.1 งานตีเส้นแบ่งช่องว่างที่จอดรถ ความกว้างระหว่างช่องไม่น้อยกว่า 2,000 มม. และความยาวของช่องจอดไม่น้อยกว่า 4,000 มม. หรือกว้างกว่า
 - 1.2.2 งานป้าย EV Charge หรือ งานตีเส้นเครื่องหมาย EV Charge จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
 - 1.2.3 เสากั้นที่จอดรถป้องกันรถไหลชนสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 เสา
 - 1.2.4 ยางกันล้อหรือหมอนคอนกรีตกันล้อกันรถไหลมีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 1,300 มม.
 - 1.2.5 งานเดินสายไฟจะต้องเก็บสายไฟให้เรียบร้อยและสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
 - 1.2.6 โครงสร้างรองรับการติดตั้งแผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

- 1.2.7 โครงสร้างทำด้วยเหล็กเคลือบสีป้องกันสนิม หรือดีกว่า มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของพื้นที่จุดบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- 1.2.8 งานติดตั้งหลังคาบังแดด ทำด้วยหลังคา ชนิด เมทัลชีท หรือดีกว่า
- 1.3 งานระบบไฟฟ้าสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ
 - 1.3.1 ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าหลักจาก เมนสวิตช์บอร์ด (MDB) ไปยัง ตู้ชาร์จแบบ DC ขนาดไม่น้อยกว่า 50 kW ระบบ 3 เฟส 4 สาย, รวมถึงอุปกรณ์ป้องกัน กระบวนการเดินสาย ร้อยท่อ และการทดสอบระบบให้พร้อมใช้งานตามมาตรฐานวิศวกรรม ระยะทางไม่น้อยกว่า 20 เมตร ประกอบด้วย
 - 1.3.2 เมนเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker) มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.3.2.1 เป็นเบรกเกอร์ชนิด MCCB 3 เฟส ขนาดไม่น้อยกว่า 100A (สามารถรองรับโหลด 50 kW ได้อย่างปลอดภัย)
 - 1.3.2.2 พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร (Breaking Capacity) ไม่น้อยกว่า 36 kA ตามมาตรฐาน IEC 60947-2
 - 1.3.2.3 ติดตั้งในตู้ MDB พร้อมป้ายระบุโหลดชัดเจน
 - 1.3.3 สายไฟฟ้าหลัก (Main Power Cable) มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.3.3.1 ใช้สายไฟ Cross-Linked Polyethylene เป็นวัสดุฉนวนไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่ทนความร้อนได้ถึง 90°C ถึง 100°C มีความแข็งแรงเชิงกลสูง ใช้เป็นฉนวนรอบตัวนำแบบ ภายในสายมี 4 เส้นตัวนำ (แกนหรือ Core) ได้แก่ 3 เส้นสำหรับไฟฟ้า 3 เฟส (L1, L2, L3) และอีก 1 เส้นอาจใช้เป็น N (Neutral) ชนิด CV หรือ NYY หรือดีกว่า
 - 1.3.3.2 ตัวนำไฟฟ้า CU เป็นแบบ ทองแดง (Copper) ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าตัวนำอะลูมิเนียม
 - 1.3.3.3 พิกัดแรงดันใช้งานของสายไฟ 600/1,000 โวลต์ (แรงดันใช้งานปกติ 600 V / แรงดันทดสอบสูงสุด 1,000 V)
 - 1.3.3.4 ขนาดสายไม่น้อยกว่า 35 sq.mm. ผ่านมาตรฐาน IEC 60502-1 หรือ มอก.
 - 1.3.4 การวางระบบท่อร้อยสาย แบบเดินในอากาศ (Above-ground Conduit System) มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.3.4.1 ใช้ท่อ RSC (Rigid Steel Conduit) หรือ IMC ขนาดไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว
 - 1.3.4.2 ติดตั้งบนแคลมป์ยึดระยะห่างไม่เกิน 1.5 เมตร
 - 1.3.4.3 เคลือบสีป้องกันสนิมและติดฉลากระบุสายไฟไม่น้อยกว่า 2 จุด
 - 1.3.4.4 ในกรณีอยู่ในพื้นที่ภายนอก ใช้ท่อ Hot-dip Galvanized หรือดีกว่า
 - 1.3.5 การวางระบบท่อร้อยสาย แบบเดินฝังดิน (Underground Conduit System) มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.3.5.1 ใช้ท่อ HDPE (PN10 หรือดีกว่า) หรือ PVC Schedule 80 ขนาดไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว
 - 1.3.5.2 ฝังลึกไม่น้อยกว่า 10 ซม. จากระดับพื้นดิน
 - 1.3.5.3 รองพื้นและกลบท่อด้วยทรายหยาบทั้งบนและล่าง
 - 1.3.6 ระบบกราวด์ (Grounding) มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.3.6.1 ติดตั้งสายกราวด์ CU ขนาดไม่น้อยกว่า 16 sq.mm. เชื่อมต่อจาก EV Charger

- 1.3.6.2 ค่าความต้านทานกราวด์ต้องไม่เกิน 10 โอห์ม
- 1.3.6.3 ติดตั้ง Ground Rod ยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร อย่างน้อย 1 แท่ง เชื่อมต่อด้วย Copper Tape
- 1.3.7 ระบบป้องกันแรงดันเกิน (Surge Protection) มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.3.7.1 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน Surge Protective Device ชนิด Type 1 หรือ Type 2
 - 1.3.7.2 ติดตั้งที่ตู้ EV Charger อุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน IEC
- 1.4 บริษัทผู้ผลิตหรือติดตั้งชุดเรียนรู้สถานบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเป็นบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 ด้านระบบควบคุม เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพมีความปลอดภัยและการจัดการอบรมให้ความรู้ รวมถึงการให้บริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน
- 1.5 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายชุดเรียนรู้สถานบริการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้ารวมถึงอุปกรณ์ส่วนหลักจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
2. โมดูลต้นแบบพลังงานสะอาดร่วมกับสถานบริการชาร์จแบตเตอรี่ยานยนต์ ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
 - 2.1 แผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด
 - 2.1.1 เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ หรือ โพลีคริสตัลไลน์ หรือดีกว่า
 - 2.1.2 เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ทำมาจาก ผลึกซิลิคอน หรือดีกว่า
 - 2.1.3 มีสายเชื่อมต่อ(Connector) ชนิด MC4 หรือดีกว่า
 - 2.1.4 ด้านหน้าแผงเซลล์ปิดทับด้วยกระจกใส มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. หรือดีกว่า
 - 2.1.5 ขนาดพิกัดกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดด้านไฟฟ้ากระแสตรง ขนาดไม่น้อยกว่า 2 kW
 - 2.1.6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์(PV Module) ทุกชุดที่เสนอราคา จะต้องมีความพิกัดผลิตไฟฟ้า สูงสุดที่เหมือนกันและมีเครื่องหมายการค้าและรุ่นเดียวกัน
 - 2.1.7 กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องทำจากวัสดุโลหะปลอดสนิม มีความคงทนแข็งแรง
 - 2.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.1 ผู้รับจ้างต้องออกแบบ และจัดทำรายละเอียดของแบบของ ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผง เซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมรายการคำนวณตามรายละเอียดที่กำหนด
 - 2.2.2 โครงสร้างรองรับและอุปกรณ์ยึดจับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ ประกอบทั้งหมด เช่น Fitting, Hardware Bolt และ Nut ทำจาก Stainless Steel Grade 304 หรือโลหะปลอดสนิม หรือวัสดุอื่นเทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 2.3 อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid-Connected Inverter) จำนวน 1 ชุด
 - 2.3.1 รองรับกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,000 Wp หรือดีกว่า
 - 2.3.2 รองรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 500 V หรือดีกว่า
 - 2.3.3 รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 10 A หรือดีกว่า

- 2.3.4 กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,000 W
- 2.3.5 กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดไม่น้อยกว่า 10 A
- 2.3.6 เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ได้รับรองมาตรฐาน IP 65 หรือดีกว่า
- 2.3.7 เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ได้รับรองมาตรฐานรับรองความปลอดภัยทางไฟฟ้า IEC 62109-1 และ IEC 62109-2 หรือดีกว่า
- 2.3.8 ติดตั้งให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2.4 อุปกรณ์ปลดวงจรระบบไฟฟ้ากระแสตรง
 - 2.4.1 อุปกรณ์ปลดวงจรระบบไฟฟ้ากระแสตรง (PV Safety Switch) ชนิด Circuit breaker หรือ Fuse
 - 2.4.2 ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Safety Switch) โดยเฉพาะ
 - 2.4.3 ที่ตัวอุปกรณ์จะต้องเปิด-ปิดวงจรสามารถทำได้ง่ายด้วยมือ
 - 2.4.4 ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุด (Isc) ของ ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - 2.4.5 มีพิกัดกระแสลัดวงจร Isc ไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสลัดวงจร Isc ของระบบ
 - 2.4.6 สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด
 - 2.4.7 มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.06 เท่าของของแรงดัน Voc ของ ระบบ
 - 2.4.8 ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ
 - 2.4.9 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน ให้ครอบคลุมกับจำนวน Inverter
- 2.5 อุปกรณ์ปลดวงจรระบบไฟฟ้ากระแสสลับ
 - 2.5.1 มีพิกัดกระแสลัดวงจร ตามผลการคำนวณหรือไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสลัดวงจร ของ Main Circuit Breaker ของแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก และมีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสจ่ายออกสูงสุดของอินเวอร์เตอร์
 - 2.5.2 ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ
- 2.6 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชาก (PV Surge Protector) ด้านไฟฟ้ากระแสตรง
 - 2.6.1 ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับ Solar PV โดยเฉพาะ
 - 2.6.2 ติดตั้งอยู่ภายในตู้รวมสายไฟกระแสตรง โดยให้ติดตั้งไว้ใกล้กับเครื่อง Inverter
- 2.7 ระบบ Monitoring จำนวน 1 ระบบ
 - 2.7.1 ระบบสามารถดูค่าพารามิเตอร์จาก Web Portal ของ Inverter ได้
 - 2.7.2 ระบบ monitoring จะสามารถดูผ่านระบบคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้
 - 2.7.3 สามารถอ่านค่าและแสดงผลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดและ Sensor แบบเวลาปัจจุบัน (Real Time) จากการติดตั้ง
 - 2.7.4 สามารถแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของระบบผลิตแต่ละอินเวอร์เตอร์ แบบเวลาปัจจุบัน (Real Time) ทั้งรูปแบบตัวเลข และกราฟต่างๆ

2.7.5 แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยเป็นรายวัน, รายเดือน รายปี ได้ หรือดีกว่า

3. ชุดปฏิบัติการเรียนรู้การวัดและวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

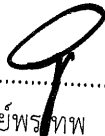
3.1 โมดูลวัดความถี่สัญญาณทางไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

- 3.1.1 เครื่องมือช่วยให้เรียนรู้การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าในระบบสถานีชาร์จ EV เช่น แรงดัน กระแส และความถี่ได้อย่างแม่นยำสามารถใช้ตรวจสอบ waveform จาก AC-DC conversion สัญญาณควบคุมและสื่อสารกับรถยนต์ EV เสริมทักษะเชิงลึกด้านระบบพลังงานและการควบคุมใน EV Charger แบบปฏิบัติจริง (Hands-on)
- 3.1.2 มีความละเอียดทางแกนตั้งไม่น้อยกว่า 12 บิต และสามารถวัดสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 70 MHz ขนาดไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ พร้อมมี External Trigger
- 3.1.3 อัตราการสุ่มตัวอย่างเวลาจริงสูงสุดไม่น้อยกว่า 2 GSa/s
- 3.1.4 หน่วยความจำสูงสุดไม่น้อยกว่า 95 Mpoints
- 3.1.5 จอแสดงผลชนิดสี ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว แบบ Multi-touchscreen ความละเอียด(1,280x800)
- 3.1.6 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตมาตรฐาน USB (3.0) Host x 2, USB (3.0) Device, LAN และ HDMI หรือมากกว่า
- 3.1.7 มีฟังก์ชันการคำนวณทางคณิตศาสตร์ บวก, ลบ, คูณ, หาร, Intg, Sqrt, Diff, Ln, AX+B, LowPass, BandPass, Bandstop หรือมากกว่า และสามารถแสดงผลฟังก์ชันการคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ไม่น้อยกว่า 3 ฟังก์ชันพร้อมกันแบบแยกหน้าต่างแสดงผลได้
- 3.1.8 สามารถแสดงสัญญาณแบบ FFT ที่ความจุขนาด 1Mpoints และมีฟังก์ชัน Peak Search สำหรับช่วยวิเคราะห์สัญญาณ
- 3.1.9 ใช้ระบบปฏิบัติการ Android และมีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูลไม่น้อย 6 GB
- 3.1.10 เครื่องวัดสัญญาณต้องรองรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุต Maximum Input Voltage (ที่ความต้านทาน 1 M Ω) ไม่น้อยกว่า 300 Vrms
- 3.1.11 ระบบ Trigger ต้องรองรับประเภทอย่างน้อย ได้แก่ Edge, Timeout, Slope, I2C, RS232, CAN และ LIN หรือมากกว่า
- 3.1.12 อัตราการจับสัญญาณ (Waveform Capture Rate) ไม่น้อยกว่า 1,200,000 wfms/s
- 3.1.13 ช่วงของ Time Base ตั้งแต่ 2 ns/div ถึง 500 s/div หรือช่วงที่กว้างกว่า
- 3.1.14 ค่าความแม่นยำของ Time Base ต้องมีค่าไม่เกิน ± 7 ppm และมีเสถียรภาพไม่เกิน ± 2 ppm/year หรือน้อยกว่า
- 3.1.15 เครื่องต้องรองรับค่าการลดทอนของโพรบ (Probe Attenuation) ได้ในช่วงตั้งแต่ 0.001x ถึง 5,000x หรือช่วงที่กว้างกว่า
- 3.1.16 ต้องมีโหมด Cursor อย่างน้อยได้แก่ Manual, Track, Auto และ XY หรือมากกว่า

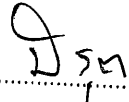
- 3.1.17 ต้องสามารถใช้งานโหมดการเฉลี่ยค่า (Average Mode) ได้ที่ค่าจำนวนรอบเฉลี่ยอย่างน้อย 2, 4, 8, 16 และ 65,536 หรือมากกว่า
- 3.1.18 ค่าความไวในแนวตั้ง (Vertical Sensitivity) ต้องสามารถปรับได้ในช่วงตั้งแต่ 500 $\mu\text{V}/\text{div}$ ถึง 10 V/div หรือกว้างกว่า
- 3.1.19 ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 100-240V/50-60Hz
- 3.1.20 ผู้ผลิตได้รับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO9001, ISO14001 และ ISO 45001 โดยผลิตภัณฑ์ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย IEC, UL, CAN/CSA เป็นอย่างน้อย
- 3.1.21 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 3.2 ไม้มูลวัดค่ากระแสไฟฟ้าแบบแคลมป์ (Clamp meter) จำนวน 1 ชุด
 - 3.2.1 สามารถวัดกระแสไฟฟ้าแบบไม่ต้องตัดต่อสาย ช่วยให้อุปกรณ์การทำงานของผู้ปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยใช้ตรวจสอบกระแสโหลดจริง, กระแสรั่ว, หรือกระแสเกินในระบบไฟฟ้า
 - 3.2.2 สามารถวัดกระแสไฟฟ้าโดยไม่ต้องตัดสายไฟ
 - 3.2.3 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 VAC
 - 3.2.4 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 VDC
 - 3.2.5 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 A
 - 3.2.6 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 A
 - 3.2.7 สามารถวัดความต้านทาน (Resistance) สูงสุดไม่น้อยกว่า 50 $\text{M}\Omega$
 - 3.2.8 สามารถวัดความจุไฟฟ้า (Capacitance) สูงสุดไม่น้อยกว่า 1,000 μF
 - 3.2.9 เป็นเครื่องมือวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้หลายประเภทในเครื่องเดียวกัน โดยวัดแบบ TRMS หรือดีกว่า
 - 3.2.10 สามารถทดสอบค่าความต่อเนื่องของกระแสในวงจร (Continuity testing) ทดสอบไดโอดและวัดกำลังไฟฟ้าได้
 - 3.2.11 มีหน้าจอแสดงผลค่าความละเอียดของเครื่องมือเท่ากับ 6,000 Counts
 - 3.2.12 มีระดับความปลอดภัยของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (Measurement Category : CAT) CAT IV 600 โวลต์ และ CAT III 1,000 โวลต์
 - 3.2.13 เครื่องมือได้รับการรับรองตามมาตรฐาน EN 61326-1 และ EN 61140
 - 3.2.14 สามารถเชื่อมต่อผ่านบลูทูธ และแอปพลิเคชัน smart App ได้
 - 3.2.15 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งาน -10 ถึง +50 องศาเซลเซียส
 - 3.2.16 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

รายละเอียดอื่นๆ

1. กำหนดส่งมอบจำนวน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
2. ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง1.....ปี.....เดือน วัน
3. มีคู่มือการใช้งาน 1 ชุด พร้อมการฝึกอบรมก่อนการส่งมอบ

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรเทพ ปัญญาแก้ว)

ลงชื่อ..........กรรมการ
(นายอรรคชัย ภูพานิล)

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรุต อ่อนสลุง)