

รายละเอียดชุดระบบ Solar Cell System Trainer

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. ชุดฝึกการผลิตไฟฟ้าด้วย Solar Cell จำนวน ๑ ชุด

เป็นชุดที่ใช้สำหรับเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์และจำลองพลังงานลมจากชุดขับเคลื่อนเซอร์โวดำเนินการสร้างพลังงานที่เกิดขึ้นกับเข้าสู่กระบวนการ ชุดเรียนรู้ยังตอบสนองการเรียนรู้แบบ off-grid และ on-grid ได้

๑.๑ Permanent Magnet Alternator จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๑.๑ พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๒๐๐W

๑.๑.๒ พิกัดแรงดันไฟฟ้าเอาพุทไม่น้อยกว่า ๑๒ โวลต์

๑.๑.๓ พิกัดความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๔๐๐ รอบต่อนาที

๑.๒ AC LAMP LOAD จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๒.๑ เป็นชุดภาระไฟฟ้าแบบแสงสว่างชนิดหลอดไส้ ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้ารวม ไม่น้อยกว่า ๓๐๐

วัตต์

๑.๒.๒ มีชุดสวิตช์เพื่อเลือกขนาดกำลังวัตต์ของหลอดไฟเพิ่มหรือลด ครั้งละ ๑๐๐ watt ไม่น้อยกว่า ๔ ระดับ และเพิ่ม-ลดครั้งละ ๒๕ watt ไม่น้อยกว่า ๔ ระดับ

๑.๒.๓ มี Fuse เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรหรือกระแสเกินพิกัด

๑.๓ DC RESISTIVE LOAD จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๓.๑ เป็นชุดภาระความต้านทานแบบปรับค่าได้มีขนาดเหมาะสมในการทดลอง

๑.๓.๒ สามารถใช้งานที่แรงดันไฟตรง ๑๒V ได้

๑.๓.๓ มี Switch แบบ Step ที่สามารถปรับค่าความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า ๕ ค่า

๑.๓.๔ มี Fuse เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรหรือกระแสเกินพิกัด

๑.๔ LEAD ACID BATTERY จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๔.๑ แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด แรงดัน ๑๒ V ขนาดไม่น้อยกว่า ๔๐ Ah

๑.๕ แผงโซลาร์เซลล์ Polycrystalline จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๕.๑ เป็นชนิด Polycrystalline

๑.๕.๒ พิกัดแผงมีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑๒๐ วัตต์

๑.๕.๓ สามารถปรับมุมแผงของแผงโซลาร์เซลล์ได้ทั้งสองแกน ไม่น้อยกว่า ๑๘๐ องศา และมีสเกล

แสดงมุมที่ปรับเปลี่ยนไป

๑.๕.๔ ติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Temperature) ไว้ที่ใต้แผง

๑.๖ ชุดแผงโซลาร์เซลล์ Monocrystalline จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๖.๑ เป็นชนิด Monocrystalline

๑.๖.๒ พิกัดแผงมีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑๒๐ วัตต์

๑.๖.๓ สามารถปรับมุมแผงของแผงโซลาร์เซลล์ได้ทั้งสองแกน ไม่น้อยกว่า ๑๘๐ องศา และมีสเกล

แสดงมุมที่ปรับเปลี่ยนไป

๑.๖.๔ ติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Temperature) ไว้ที่ใต้แผง

๑.๗ ชุดควบคุมความเข้มของแสงสว่างกำเนิดแสงเทียมแทนแสงอาทิตย์ จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ๑.๗.๑ โครงสร้างที่รองรับทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์
- ๑.๗.๒ สามารถทำการเคลื่อนที่ได้สะดวก
- ๑.๗.๓ มีชุดหลอดไฟกำเนิดแสงแบบฮาโลเจน จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ หลอด
- ๑.๗.๔ หลอดไฟฟ้าขนาดกำลังไฟรวมไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ วัตต์
- ๑.๗.๕ มีชุดควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้า เพื่อในการทดลองการตอบสนองการทำงานของ

เซลล์แสงอาทิตย์

- ๑.๗.๖ สามารถควบคุมความสว่างของหลอดไฟได้
- ๑.๗.๗ ติดตั้งแบบ Panel system
- ๑.๘ LIGHT CONTROL จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - ๑.๘.๑ สามารถควบคุมการปรับปริมาณของแสงได้
 - ๑.๘.๒ ใช้งานร่วมกับชุดควบคุมความเข้มของแสงสว่างกำเนิดแสงเทียมแทนแสงอาทิตย์ได้
- ๑.๙ ชุดขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์ แบบ AC SERVO DRIVE SYSTEM (จำนวน ๑ ตัว) เพื่อจำลองสถานการณ์กักกันลม จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - ๑.๙.๑ ชุดขับเคลื่อน (AC SERVO DRIVE) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑kW
 - ๑.๙.๒ พิกัดกำลังมอเตอร์ (AC SERVO MOTOR) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑kW
 - ๑.๙.๓ สามารถใช้เป็นชุดขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์ได้โดยที่ความเร็วรอบมีค่าคงที่แม้โหลดของเจนเนอเรเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลง
 - ๑.๙.๔ สามารถใช้เป็นชุดขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์ได้โดยที่ความเร็วรอบมีค่าคงที่ แม้โหลดของเจนเนอเรเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลง
 - ๑.๙.๕ ความเร็วรอบพิกัดไม่น้อยกว่า ๒,๕๐๐ rpm
 - ๑.๙.๖ สามารถเลือกแสดงผลค่าแรงบิดและค่าความเร็วของมอเตอร์ได้ โดยแสดงค่าเป็นตัวเลข

ผ่าน ๗ Segment

- ๑.๙.๗ สามารถสั่งงานความเร็วโดยใช้สัญญาณ อนาล็อก $\pm 10V$ ในการควบคุมได้โดยตรง
- ๑.๙.๘ สามารถสั่งงานแรงบิดโดยใช้สัญญาณ อนาล็อก $\pm 10V$ ในการการควบคุมแรงบิดได้
- ๑.๙.๙ สามารถควบคุมในโหมดการทำงานดังนี้
 - ๑.๙.๙.๑ Speed Control
 - ๑.๙.๙.๒ Position Control
 - ๑.๙.๙.๓ Torque Control
- ๑.๙.๑๐ มีชุดตรวจจับความเร็วรอบ แบบ Rotary Encoder ขนาด (๒๕๐๐p/r) พร้อมจุดวัดสัญญาณ A, B และ Z
- ๑.๙.๑๑ มีชุดตรวจจับกระแสของ AC Servo Motor แบบ Hall Current Transducer จำนวน ๓ ช่องสัญญาณ พร้อมจุดวัดสัญญาณกระแส I_u, I_v และ I_w
- ๑.๙.๑๒ มีชุดแปลงสัญญาณแบบเวกเตอร์กระแส เพื่อสามารถแสดงสัญญาณเวกเตอร์กระแสพร้อมจุดวัด
- ๑.๙.๑๓ สัญญาณเวกเตอร์ โดยผ่านออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)
- ๑.๙.๑๔ พิกัดแรงดันไฟฟ้าอินพุต ๒๒๐VAC, ๕๐Hz

- ๑.๑๐ Grid Tie Inverter for Solar Panel จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑๐.๑ เป็นชนิด Pure Sine Inverter
 - ๑.๑๐.๒ พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๓๐๐ วัตต์
 - ๑.๑๐.๓ พิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่าในช่วง ๒๒ - ๖๐ โวลต์
 - ๑.๑๐.๔ พิกัดแรงดันไฟฟ้าโวลต์เออาพุท ๒๒๐ โวลต์
 - ๑.๑๐.๕ พิกัดความถี่ ๕๐ เฮิรท์
- ๑.๑๑ Off Grid Inverter Pure Sine for Solar Panel จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑๑.๑ เป็นชนิด Pure Sine Inverter
 - ๑.๑๑.๒ พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๓๐๐ วัตต์
 - ๑.๑๑.๓ พิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่าในช่วง ๑๒- ๒๔ โวลต์
 - ๑.๑๑.๔ พิกัดแรงดันไฟฟ้าโวลต์เออาพุท ๒๒๐ โวลต์
 - ๑.๑๑.๕ พิกัดความถี่ ๕๐ เฮิรท์
- ๑.๑๒ ชุด Battery Charger Controller and Regulators จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑๒.๑ พิกัดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑๐A
 - ๑.๑๒.๒ ปรับระดับแรงดันการประจุ (Charger) อัตโนมัติขนาด ๑๒ โวลต์ หรือ ๒๔ โวลต์
 - ๑.๑๒.๓ ติดตั้งแบบ Panel System
- ๑.๑๓ ชุด DEEP CYCLE BATTERY จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑๓.๑ พิกัดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๓๐ AH
 - ๑.๑๓.๒ พิกัดแรงดันไฟฟ้า ๑๒ โวลต์
- ๑.๑๔ ชุดป้องกันวงจรไฟฟ้า จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑๔.๑ เซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก(Main Circuit Breaker)ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า ๑๐ แอมป์ เป็นชนิด ๒ ขั้ว (๒ Pole (L,N))
 - ๑.๑๔.๒ เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่ว(Earth Leakage Circuit Breaker Main Circuit)ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า ๑๐ แอมป์ เป็นชนิด ๒ ขั้ว (๒ Pole (L,N))
 - ๑.๑๔.๓ มีฟิวส์ป้องกัน
 - ๑.๑๔.๔ มีสวิตช์เปิดและปิดการเชื่อมต่อระหว่างตัวอินเวอร์เตอร์กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า
 - ๑.๑๔.๕ ติดตั้งแบบ Panel System
- ๑.๑๕ โต๊ะปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมคอลโซล จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑๕.๑ เป็นโต๊ะปฏิบัติการทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด ๘๐๐ x ๑,๕๐๐ x ๘๐๐ มม.
 - ๑.๑๕.๒ ใช้กับระบบแบบสามเฟส ๒๒๐V/๓๘๐V:๕๐Hz
 - ๑.๑๕.๓ โต๊ะปฏิบัติการสามารถถอดและประกอบได้ เพื่อง่ายต่อการขนย้าย
 - ๑.๑๕.๔ มีชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับและ Emergency Switch
 - ๑.๑๕.๕ ด้านหน้าของแต่ละ Panel มีอักษรกำกับ และ สัญลักษณ์ลายวงจร ใช้เทคนิคการพิมพ์สีหรือแบบกัดเซาะร่องลงบนผิวหน้าของแผง
 - ๑.๑๕.๖ ระบบแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบ Module อิสระติดตั้งภายในคอนโซล
 - ๑.๑๕.๗ ตัวคอลโซลและโต๊ะปฏิบัติการยึดติดกันอย่างมั่นคงแข็งแรง
 - ๑.๑๕.๘ ตัวโมดูลสามารถถอดออกและยึดติดกลับได้อย่างสะดวก โดยการคลายสกรูด้านหน้า

๑.๑๕.๙ แผง Module อุปกรณ์ไฟฟ้าทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวน มีความหนาไม่น้อยกว่า ๕ mm. ผิวหน้าเคลือบด้วยวัสดุผิวเรียบไม่สะท้อนแสงที่เป็นเนื้อเดียวกัน สามารถทนความชื้นและความร้อนโดยไม่ทำให้เกิดการลุกไหม้ มีอักษร และสัญลักษณ์กำกับที่ใช้เทคนิคการพิมพ์แบบกัดเซาะร่องลงบนผิวหน้าแผง module เพื่อความคงทนถาวรตลอดอายุการใช้งาน

๑.๑๕.๑๐ พื้นโต๊ะปฏิบัติงาน มีรายละเอียดดังนี้

- พื้นโต๊ะทำด้วยไม้เนื้อแข็งหรือไม้ปาติเกิล มีความหนาไม่น้อยกว่า ๒๘ มม. ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้าน ปิดขอบโต๊ะทั้ง ๔ ด้าน PVC หนาไม่น้อยกว่า ๒ มม.

- พื้นโต๊ะมีขนาด ๑๕๐๐ มม. X ๘๐๐ มม. ความหนาไม่น้อยกว่า ๒๘ มม.

- พื้นโต๊ะเจาะรูร้อยสายจาก คอนโซล ลงไปที่พื้นด้านล่างของโต๊ะ

๑.๑๕.๑๑ โครงขาโต๊ะ มีรายละเอียดดังนี้

- โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด ๕๐x๕๐ มม. หนาไม่น้อยกว่า ๒ มม. เคลือบสีอีพ็อกซี ผ่านขบวนการอบความร้อน

- คานเป็นเหล็กกล่องขนาดเดียวกับขาโต๊ะ

- ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง ๔ ด้าน

- ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า ๒๐ มม.

- ความสูงจากพื้นที่ยกระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูงไม่น้อยกว่า ๘๐๐ มม.

๑.๑๕.๑๒ คอนโซลติดตั้งระบบไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

- ตัวคอนโซล ใช้สำหรับบรรจุแผง Module อุปกรณ์ไฟฟ้า

- ลักษณะโครงสร้าง คอนโซลทำจากไม้ปาติเกิล เคลือบผิวด้วยเมลามีน

- คอนโซล มีขนาด ๑๕๐๐ มม. X ๒๐๐ มม. X ๒๔๐ มม. (WxHxD) ความกว้างเท่าขนาดโต๊ะ

- ด้านหลังคอนโซล มีช่องลมระบายอากาศจำนวน ๒ ช่อง

๑.๑๕.๑๓ แผง Module อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในคอนโซล ประกอบด้วยดังนี้

๑.๑๕.๑๓.๑ แผง Main Circuit Breaker

จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- Circuit Breaker ๒ Pole พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า ๑๖A, Earth Leakage Circuit Breaker ๒ Pole พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า ๑๖A

- มีหลอดไฟสัญญาณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐ มม. แสดงสถานะแต่ละเฟส

- Safety Socket ๔ มม. L,N และ PE

- Emergency Stop

๑.๑๕.๑๓.๒ แผง AC Adjustable Power Supply จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- พิกัดแรงดันปรับค่าได้ไม่น้อยกว่าในช่วง ๐...๒๕๐ โวลต์

- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า ๒ แอมป์

- มีมิเตอร์แสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้า

- มีฟิวส์ป้องกัน

- Safety Socket ๔ มม. L,N และ PE

ดังนี้

๑.๑๕.๑๓.๓ แผง MULTIFUNCTION POWER SUPPLY จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียด

สามารถเลือก ฟังก์ชัน การทำงานได้ดังนี้

๑.๑๕.๑๓.๓.๑ P ทำงานเป็น แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

- ปรับค่าแรงดันได้ในช่วง ๐...๓๐ โวลต์

- ปรับค่ากระแสได้ในช่วง ๐...๒ แอมป์

๑.๑๕.๑๓.๓.๒ PN ทำงานเป็น แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

- ปรับค่าแรงดันได้ในช่วง -๓๐... ๓๐ โวลต์

- พิกัดกระแสสูงสุด ๒ แอมป์

๑.๑๕.๑๓.๓.๓ SIN ทำงานเป็น แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

- ปรับความถี่ได้ไม่น้อยกว่าในช่วง ๑๐...๕๐ Hz

- กำหนดสัญญาณไซค์ ด้วยตัวประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัล

- ปรับค่าแรงดันได้ในช่วง ๐... ๒๔ Vp (๐...๔๘Vpp)

- พิกัดกระแสสูงสุด ๑ แอมป์

๑.๑๕.๑๓.๓.๔ TRI ทำงานเป็น แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

- ปรับความถี่ได้ไม่น้อยกว่าในช่วง ๑๐...๕๐ Hz

- ปรับค่าแรงดันได้ในช่วง ๐ ...๒๔ Vp (๐...๔๘Vpp)

- พิกัดกระแสสูงสุด ๑ แอมป์

๑.๑๕.๑๓.๓.๕ มีชุดแสดงผลแบบ แบบแอลซีดี

(LCD) ขนาดไม่น้อยกว่า ๒x๑๖

๑.๑๕.๑๓.๓.๖ มีระบบป้องกันแบบอิเล็กทรอนิกส์

- ป้องกันกระแสเกิน

- ป้องกันลัดวงจร

- สามารถทดลองการลัดวงจรได้

๑.๑๕.๑๓.๓.๗ แผง Function Generator จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ปรับความถี่ในได้ไม่น้อยกว่าในช่วง ๐.๕Hz...๔MHz

- ปรับขนาดแรงดันเอาต์พุตได้ไม่น้อยกว่า ๒๐Vpp(No-load) ($f \leq 1\text{MHz}$)

- มีสัญญาณเอาต์พุตดังนี้

Sine Wave

Triangle Wave

Square Wave

- มีสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล (TTL)

- มีจอแสดงผลแบบ LCD แสดงค่าความถี่และฟังก์ชันการทำงาน

๑.๑๕.๑๓.๓.๘ แผงจ่ายไฟ Dual Universal Outlet จำนวน ๒ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- แบบ ๒P+PE ขนาด ๒๒๐โวลต์ ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑๐ แอมป์

๑.๑๕.๑๓.๓.๙ Power plug พร้อม สายไฟขนาด ๒.๕ mm^๒ ยาวไม่น้อยกว่า ๓.๕

เมตร แบบ L๑ +N+PE ขนาด ๒๒๐ V ใช้กับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ A จำนวน ๑ ชุด

๑.๑๕.๑๓.๓.๑๐ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานสากล

๒. เครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger จำนวน ๑ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๒.๑ มีช่องสัญญาณมาตรฐาน ๒๐ ช่อง
- ๒.๒ สามารถแสดงผลกราฟและตัวเลขผ่านหน้าจอ
- ๒.๓ สามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Sensor อุณหภูมิ, ความชื้น, ความสว่าง และกระแสไฟฟ้า
- ๒.๔ สามารถใส่การ์ดหน่วยความจำได้
- ๒.๕ สาย Thermocouple Type K สามารถตัดได้ ความยาวไม่น้อยกว่า ๓๐ เมตร

๓. Thermocouple แบบท่อเซรามิกทนไฟ จำนวน ๑ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๓.๑ Thermocouple แบบท่อเซรามิกทนไฟ สามารถใช้ได้ให้อุณหภูมิสูงถึง ๑,๒๐๐ °C

๔. ๓ Phase Power Quality Analyzer แบบมี Data Logger จำนวน ๑ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๔.๑ สามารถวัดค่า Voltage, Current, Frequency, Active power, Reactive power, Apparent power, Energy และ Power factor
- ๔.๒ สามารถวัดไฟฟ้า ๑P, ๓P๓W และ ๓P๔W
- ๔.๓ วัดค่าได้ในช่วงแรงดัน ๖๐๐ V, กระแส ๑,๐๐๐ A
- ๔.๔ ความละเอียดในการวัดแรงดัน ๐.๑ V, กระแส ๐.๑ A
- ๔.๕ มี True RMS
- ๔.๖ สามารถบันทึกค่าได้ต่อเนื่อง
- ๔.๗ สามารถแสดงผลกราฟและตัวเลขผ่านหน้าจอ

๕. Power Clamp Meter แบบมือถือ จำนวน ๒ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๕.๑ สามารถวัดค่า Voltage, Current, Frequency และ Power factor
- ๕.๒ สามารถวัดไฟฟ้า ๑ Phase และ ๓ Phase
- ๕.๓ วัดค่าได้ในช่วงแรงดัน ๖๐๐ V, กระแส ๖๐๐ A
- ๕.๔ ความละเอียดในการวัดแรงดัน ๐.๑ V, กระแส ๐.๑ A
- ๕.๕ มี True RMS
- ๕.๖ สามารถแสดงผลตัวเลขผ่านหน้าจอ

๖. เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ จำนวน ๓ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๖.๑ สามารถแสดงผลตัวเลขผ่านหน้าจอ
- ๖.๒ ความละเอียดในการวัด $\pm 1 \text{ W/m}^2$
- ๖.๓ ความแม่นยำในการวัด $\pm 10 \text{ W/m}^2$
- ๖.๔ สามารถวัดความเข้มแสงอาทิตย์ได้ ๒,๐๐๐ W/m^2

๗. เครื่องวัด ๔ in ๑ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความสว่าง และความเร็วลม จำนวน ๓ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๗.๑ สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง ๑๐ - ๙๕ %RH ความละเอียดในการวัด ๐.๑ %RH

- ๗.๒ สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง $0 - 50^{\circ}\text{C}$ ความละเอียดในการวัด 0.1°C และสามารถเชื่อมต่อกับ Thermocouple type K ได้
- ๗.๓ สามารถวัดความสว่างได้ในช่วง $0 - 10,000 \text{ lux}$ ความละเอียดในการวัด 1 lux
- ๗.๔ สามารถวัดความเร็วลมได้ในช่วง $1 - 20 \text{ m/s}$ ความละเอียดในการวัด 0.1 m/s

๘. เครื่องวัดแก๊ส ๔ in ๑ Multi Gas Detector จำนวน ๑ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๘.๑ สามารถวัดก๊าซ CH_4 ได้ในช่วง $0-100\% \text{LEL}$ ความละเอียด $1\% \text{LEL}$
- ๘.๒ สามารถวัดก๊าซ H_2S ได้ในช่วง $0-100 \text{ ppm}$ ความละเอียด 1 ppm
- ๘.๓ สามารถวัดก๊าซ CO ได้ในช่วง $0-500 \text{ ppm}$ ความละเอียด 1 ppm
- ๘.๔ สามารถวัดก๊าซ O_2 ได้ในช่วง $0-30\% \text{VOL}$ ความละเอียด $0.1\% \text{VOL}$

๙. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด จำนวน ๑ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๙.๑ สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง $-20 - 600^{\circ}\text{C}$ ความละเอียดในการวัด 0.1°C

๑๐. กล้องถ่ายภาพความร้อน จำนวน ๑ ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- ๑๐.๑ สามารถวัดค่าได้ในช่วงอุณหภูมิ $-10 - 350^{\circ}\text{C}$
- ๑๐.๒ มีจอ LCD แสดงผล
- ๑๐.๓ สามารถใส่หน่วยความจำภายนอกได้
- ๑๐.๔ สามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้

รายละเอียดอื่น ๆ

๑. บริษัทผู้เสนอราคาต้องรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า ๑ ปี
๒. บริษัทผู้เสนอราคาต้องมีการจัดอบรมชุดระบบ Solar Cell System Trainer อย่างน้อย ๑ วัน
๓. กำหนดส่งมอบงานภายใน ๑๒๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
๔. ใช้เกณฑ์ราคาในการพิจารณาคัดเลือก