

ชุดทดลองสาริตด้านพลังงานทดแทนสำหรับนักเรียน ไม่น้อยกว่า 50 การทดลอง

## 1. คุณลักษณะทั่วไป

โดยครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้

- การแปลงพลังงาน
- พลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์
- พลังงานความร้อน
- เทคโนโลยีไฮโดรเจน
- การแปลงพลังงาน

## 2. คุณลักษณะเฉพาะ

### 2.1. แหล่งจ่ายไฟ

จำนวน 1 เครื่อง

#### 2.1.1 ช่วงของการจ่ายความต่างศักย์

กระแสตรง ปรับได้ 0...12 VDC

กระแสสลับ เลือกได้ 6, 12, VAC

#### 2.1.2 ช่วงของการจ่ายกระแส

กระแสตรง ปรับได้ 0...2 A

กระแสสลับ สูงสุด 5 A

#### 2.1.3 การกระเพื่อมของสัญญาณ (Remnant ripples) น้อยกว่า 1 mV.

#### 2.1.4 ความต้านทานภายใน (Internal Resistance) 10 mOhm

#### 2.1.5 มีวงจรป้องกันการลัดวงจรแบบ short-circuit proof

#### 2.1.6 วงจรตัดกระแสไฟเกิน overcurrent cut-off

### 2.2. มัลติมิเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

#### 2.2.1 ป้องกันการ Overload โดยไดโอดและฟิวส์สำหรับ 0.2 A และ 20 A

#### 2.2.2 ตัวเครื่องทำจากพลาสติกพร้อมแผ่นยางครอบอีกชั้น

#### 2.2.3 มีช่องสำหรับเสียบหัววัดอุณหภูมิ type K.

#### 2.2.4 ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ 0...0.2 / 2 / 20 / 200 / 1000 V DC

#### 2.2.5 ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ 0...2 / 20 / 200 / 700 V AC

#### 2.2.6 ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้า AC/DC: 0...0.2 / 2 / 20 / 200 mA; 0...20 A

#### 2.2.7 ช่วงการวัดตัวต้านทาน 0...200 Ohm; 0...2 / 20 / 200 kOhm; 0...2 / 20 MOhm

#### 2.2.8 วัดอุณหภูมิ -20...760°C

### 2.3. ชุดสมาร์ตเซ็นเซอร์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า

จำนวน 1 อัน

#### 2.3.1. เป็นเซ็นเซอร์แบบ All in one เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android และสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android

#### 2.3.2. มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี

2.3.2.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS

- 2.3.2.2. สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Realtime
- 2.3.2.3. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้
- 2.3.2.4. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับ เวลาในหน่วยวินาที
- 2.3.2.5. มีเครื่องมือที่ใช้ในการย่อและขยายกราฟ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการวัด
- 2.3.2.6. มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้
- 2.3.2.7. มีฟังก์ชันในการจับเวลา และฟังก์ชันในการตั้งเวลานับถอยหลัง
- 2.3.2.8. สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
- 2.3.2.9. ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ, วิดีโอ, เสียง, ข้อความ และพิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
- 2.3.2.10. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์ และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์ หรือ Line application ได้
- 2.3.2.11. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- 2.3.3. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า
- 2.3.4. การเชื่อมต่อและใช้งาน (Plug & Play) เพียงแค่เปิดสวิตช์ของตัวเซนเซอร์และเปิดโปรแกรมเพื่อเลือกการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์
- 2.3.5. ช่วงของการวัด +/- 30 โวลต์
- 2.3.6. ความละเอียดในการวัด 0.02 โวลต์
- 2.3.7. แชนเนลหรืออัตราการส่งผ่านข้อมูล 1000 Hz หรือดีกว่า
- 2.3.8. ความจุของแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 250 mAh
- 2.3.9. ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
- 2.3.10. ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส, ความชื้นน้อยกว่า 80%
- 2.3.11. มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที
- 2.3.12. มี LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อ Bluetooth ดังต่อไปนี้
  - 2.3.12.1. ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่ายังไม่ได้เชื่อมต่อ
  - 2.3.12.2. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่าเชื่อมต่อแล้ว
  - 2.3.12.3. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 4 วินาที แสดงว่ากำลังทำการวัดค่าอยู่
- 2.3.13. มี LED แสดงสถานะของแบตเตอรี่ ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงถึง Low battery
- 2.4. ชุดสมาร์ตเซนเซอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้า จำนวน 1 อัน
  - 2.4.1. เป็นเซนเซอร์แบบ All in one เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android และสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android
  - 2.4.2. มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี

- 2.4.2.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS
- 2.4.2.2. สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Realtime
- 2.4.2.3. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้
- 2.4.2.4. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับ เวลาในหน่วยวินาที
- 2.4.2.5. มีเครื่องมือที่ใช้ในการย่อและขยายกราฟ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการวัด
- 2.4.2.6. มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้
- 2.4.2.7. มีฟังก์ชันในการจับเวลา และฟังก์ชันในการตั้งเวลานับถอยหลัง
- 2.4.2.8. สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
- 2.4.2.9. ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ, วิดีโอ, เสียง, ข้อความ และ พิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
- 2.4.2.10. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์ และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์ หรือ Line application ได้
- 2.4.2.11. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- 2.4.3. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า
- 2.4.4. การเชื่อมต่อและใช้งาน (Plug & Play) เพียงแค่เปิดสวิตช์ของตัวเซนเซอร์และเปิดโปรแกรมเพื่อเลือกการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์
- 2.4.5. ช่วงของการวัด +/- 1 แอมป์
- 2.4.6. ความละเอียดในการวัด 0.5 มิลลิแอมป์
- 2.4.7. แชนเนลเรทหรืออัตราการส่งผ่านข้อมูล 1000 Hz หรือดีกว่า
- 2.4.8. ความจุของแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 250 mAh
- 2.4.9. ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
- 2.4.10. ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส, ความชื้นน้อยกว่า 80%
- 2.4.11. มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที
- 2.4.12. มี LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อ Bluetooth ดังต่อไปนี้
  - 2.4.12.1. ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่ายังไม่ได้เชื่อมต่อ
  - 2.4.12.2. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่าเชื่อมต่อแล้ว
  - 2.4.12.3. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 4 วินาที แสดงว่ากำลังทำการวัดค่าอยู่
  - 2.4.12.4. มี LED แสดงสถานะของแบตเตอรี่ ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงถึง Low battery
- 2.5. ชุดสมาร์ตเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 อัน
  - 2.5.1. เป็นเซนเซอร์แบบ All in one เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android และสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android

- 2.5.2. มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี
  - 2.5.2.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS
  - 2.5.2.2. สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Realtime
  - 2.5.2.3. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้
  - 2.5.2.4. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับ เวลาในหน่วยวินาที
  - 2.5.2.5. มีเครื่องมือที่ใช้ในการย่อและขยายกราฟ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการวัด
  - 2.5.2.6. มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้
  - 2.5.2.7. มีฟังก์ชันในการจับเวลา และฟังก์ชันในการตั้งเวลานับถอยหลัง
  - 2.5.2.8. สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
  - 2.5.2.9. ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ, วิดีโอ, เสียง, ข้อความ และพิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
  - 2.5.2.10. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์ และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์ หรือ Line application ได้
  - 2.5.2.11. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- 2.5.3. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า
- 2.5.4. การเชื่อมต่อและใช้งาน (Plug & Play) เพียงแค่เปิดสวิตช์ของตัวเซนเซอร์และเปิดโปรแกรมเพื่อเลือกการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์
- 2.5.5. ช่วงของการวัด -40 ... 120 องศาเซลเซียส
- 2.5.6. ความละเอียดในการวัด 0.01 องศาเซลเซียส
- 2.5.7. แชนเนลเรทหรืออัตราการส่งผ่านข้อมูล 10 Hz หรือดีกว่า
- 2.5.8. ชนิดของแบตเตอรี่เป็นแบบ CR2032
- 2.5.9. ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
- 2.5.10. ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส, ความชื้นน้อยกว่า 80%
- 2.5.11. มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที
- 2.5.12. มี LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อ Bluetooth ดังต่อไปนี้
  - 2.5.12.1. ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่ายังไม่ได้เชื่อมต่อ
  - 2.5.12.2. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่าเชื่อมต่อแล้ว
  - 2.5.12.3. ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 4 วินาที แสดงว่ากำลังทำการวัดค่าอยู่
  - 2.5.12.4. มี LED แสดงสถานะของแบตเตอรี่ ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงถึง Low battery
- 2.6. กังหันน้ำสำหรับบ่งชี้การไหลของของเหลว
  - จำนวน 1 อัน

- 2.6.1 วัสดุทำจาก Styrene-acrylonitrile (SAN)
- 2.6.2 ท่อคอนเนคเตอร์รูปกรวยขนาดประมาณ 6 ... 11 มม
- 2.6.3 ระดับแรงดันสูงสุด: 2 บาร์
- 2.6.4 ทนอุณหภูมิสูงสุด: +30 ° C
- 2.7. โซลล่าเซลล์ จำนวน 1 แผ่น
  - 2.7.1. ใช้สำหรับศึกษาลักษณะพิเศษของโซลล่าเซลล์
  - 2.7.2. สามารถจ่ายพลังงานจากแผ่นโซลล่าประมาณ 2V
  - 2.7.3. เป็นโซลล่าเซลล์เชื่อมต่อกันแบบอนุกรมของ 4 เซลล์
  - 2.7.4. เคลือบกรอบเป็นแบบอคริลิกเพื่อป้องกันฝุ่นและรอยขีดข่วน
- 2.8. เครื่องเป่าลมเพื่อสร้างกระแสอากาศเพื่อทำการทดลอง จำนวน 1 อัน
  - 2.8.1. แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 12 V
  - 2.8.2. กำลังไฟฟ้าสูงสุด 12.5 W
  - 2.8.3. แรงลมสูงสุดที่ได้ 204 m<sup>3</sup>/h
  - 2.8.4. ขนาดเครื่องเป่าลม LxWxH: 50mm x 90mm x 110mm
- 2.9. บัมพ์น้ำขนาดเล็ก จำนวน 1 อัน
  - 2.9.1. ใช้ศึกษาหลักการพลังงานน้ำ
  - 2.9.2. ใช้แรงดันไฟฟ้า 1.5-2.5V
  - 2.9.3. อัตราการไหลของน้ำสูงสุด 13 l/h
- 2.10. ฐานตั้งสามารถแยกออกจากกันได้ จำนวน 1 อัน
- 2.11. ชุด PEM fuel cell สำหรับไฮโดรเจน/ออกซิเจนและไฮโดรเจน/อากาศ จำนวน 1 อัน
  - 2.11.1. PEM fuel cell H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิวัตต์
  - 2.11.2. PEM fuel cell H<sub>2</sub>/air ไม่น้อยกว่า 150 มิลลิวัตต์
  - 2.11.3. มีที่ล๊อคต่อเชื่อมกันแต่ละบล็อกโดยรอบสี่ด้านเพื่อต่อวงจรไฟฟ้ากลับบล็อกอื่น ๆ ได้
  - 2.11.4. จุดเชื่อมวงจรเป็นโลหะที่ทนทานและนำกระแสได้ดี
- 2.12. แท่งเหล็กขนาดความยาว 250 มิลลิเมตร จำนวน 1 แท่ง
- 2.13. ที่ยึดจับอุปกรณ์ จำนวน 1 อัน
- 2.14. บล็อกต่อวงจร จำนวน 1 ชุด
  - 2.14.1. เป็นบล็อกลักษณะวงกลมทำจากพลาสติกใสบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไว้ภายใน
  - 2.14.2. มีที่ล๊อคต่อเชื่อมกันแต่ละบล็อกโดยรอบสี่ด้าน

- 2.14.3. ใช้ระบบล็อกแบบอินเตอร์ล็อกกิ้ง (Interlocking System)
- 2.14.4. จุดเชื่อมวงจรเป็นโลหะที่ทนทานและนำกระแสได้ดี
- 2.14.5. มีสัญลักษณ์บอกชนิดของอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ในสังเกตเห็นได้ชัดเจน
- 2.14.6. ประกอบด้วยบล็อกที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังต่อไปนี้บรรจุอยู่ในบล็อก
- 2.14.6.1. โมดูลตัวเชื่อมต่อแบบมุ่ม SB จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.2. โมดูลมีช่องเสียบสายไฟตรงกลาง 2 จุด จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.3. โมดูลเส้นตรงมีช่องเสียบสายไฟตรงปลาย จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.4. โมดูลเชื่อมต่อหลอดไฟขนาด E10 จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.5. มอเตอร์พร้อมจานแสดงการหมุน จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.6. บล็อกต่อวงจรแบบเส้นตรง SB จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.7. บล็อกต่อวงจร สวิตช์ เปิด/ปิด จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.8. บล็อกต่อวงจร ตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 250  $\Omega$  จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.9. บล็อกต่อวงจร ตัวเก็บประจุขนาด 1F จำนวน 1 อัน
  - 2.14.6.10. บล็อกต่อวงจร ตัวไดโอดแบบมีไฟสีแดง จำนวน 1 อัน
- 2.15. มอเตอร์ปั่นไฟขนาดเล็ก  
จำนวน 1 อัน
- 2.16. ตัวสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar collector) จำนวน 1 อัน
- 2.17. เครื่องกำเนิดความร้อน (Thermal generator) จำนวน 1 อัน
- 2.18. อุปกรณ์ประกอบการทดลองอื่น ๆ ครบสมบูรณ์พร้อมทำการทดลอง
- 3. รายละเอียดอื่น ๆ**
- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยมีหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนเพื่อบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
  - 3.2 เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากประเทศยุโรปหรืออเมริกา
  - 3.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
  - 3.4 คู่มือประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.5 รับประกันคุณภาพ ไม่น้อยกว่า 1 ปี