



วิชา งานกักเก็บพลังงาน  
 ชื่อหน่วยการสอน การวัดความต้านทานภายในเซลล์  
 ชื่องาน การวัดความต้านทานภายในเซลล์แบตเตอรี่ (Internal Resistance Measurement)

หน่วยที่ 1  
 ใบงานที่ 1

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการและวิธีการวัดความต้านทานภายในของเซลล์แบตเตอรี่ (Internal Resistance)
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือวัด Battery Tester หรือ Micro-Ohm Meter ได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินประสิทธิภาพของเซลล์แบตเตอรี่จากค่าความต้านทานที่วัดได้

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. แบตเตอรี่ทดสอบ เซลล์แบตเตอรี่ Lithium-ion, LiFePO4 หรือ Lead-acid จำนวน 3-5 เซลล์
2. เครื่องมือวัด Battery Internal Resistance Tester (เช่น YR1035+ หรือเครื่องมือมาตรฐานอุตสาหกรรม)
3. อุปกรณ์เสริม กระดาษทรายเบอร์ละเอียด (สำหรับทำความสะอาดขั้ว), ผ้าสะอาด
4. PPE แวนตานิรภัย, ถุงมือป้องกันสารเคมี/ไฟฟ้า
5. มอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า (ทดสอบแบตเตอรี่)

**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operating Procedure)**

1. **Preparation** ทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่ให้สะอาด ไร้คราบออกไซด์ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการสัมผัส (Contact Resistance)
2. **Instrument Setup** เปิดเครื่องวัดความต้านทานภายใน และตั้งย่านวัดให้เหมาะสม (ส่วนใหญ่ใช้ย่าน  $m\Omega$  - มิลลิโห์ม)
3. **Measurement Technique** ใช้ปลายเข็มวัด (Probes) กดลงบนขั้วแบตเตอรี่ให้แน่น (หลักการ 4-Wire Kelvin Connection)
  - 3.1 วัดค่าความต้านทานภายใน ( $R_i$ ) และค่าแรงดันไฟฟ้า ( $V$ ) พร้อมกัน
4. **Repeatability** ทำการวัดซ้ำ 2-3 ครั้งต่อหนึ่งเซลล์เพื่อให้แน่ใจว่าค่าที่ได้มีความเสถียร
5. **Recording** บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางบันทึกผล

เซลล์ที่	แรงดันไฟฟ้า (V)	ความต้านทานภายใน ( $m\Omega$ )	สภาพทางกายภาพของเซลล์
1			
2			
3			
4			
5			
...			



วิชา งานกักเก็บพลังงาน  
ชื่อหน่วยการสอน การวัดความต้านทานภายในเซลล์  
ชื่องาน การวัดความต้านทานภายในเซลล์แบตเตอรี่ (Internal Resistance Measurement)

หน่วยที่ 1

ใบงานที่ 1

### สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง "ความต้านทานภายใน" กับ "ความสามารถในการจ่ายกระแส" และเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่ามาตรฐานจาก Datasheet ของแบตเตอรี่รุ่นนั้นๆ)

### คำถามวิเคราะห์ผล (Critical Thinking)

1. หากแบตเตอรี่มีค่าความต้านทานภายในสูงขึ้นเรื่อยๆ จะส่งผลกระทบต่อ "ความร้อน" ของแบตเตอรี่ขณะใช้งานอย่างไร  
ตอบ .....
2. ทำไมเครื่องวัดความต้านทานภายในส่วนใหญ่จึงใช้สัญญาณ AC (1kHz) ในการวัด แทนการใช้ไฟ DC ทั่วไป  
ตอบ .....



วิชา งานกักเก็บพลังงาน

ชื่อหน่วยการสอน การคัดเลือกเซลล์

ชื่องาน การคัดเลือกเซลล์แบตเตอรี่เพื่อการประกอบระบบกักเก็บพลังงาน (Cell Grading and Matching)

หน่วยที่ 1

ใบงานที่ 2

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเกณฑ์ในการคัดเลือกเซลล์แบตเตอรี่ (Capacity, IR, Voltage) ก่อนการประกอบ
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคัดแยกกลุ่มเซลล์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน (Cell Matching) ได้ถูกต้อง
3. เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดความไม่สมดุลของเซลล์ (Cell Imbalance) ในระบบกักเก็บพลังงาน

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เซลล์แบตเตอรี่ (เช่น LiFePO4 หรือ Li-ion) จำนวน 8-16 เซลล์ (สำหรับคัดเลือก)
2. เครื่องมือวัด Battery Internal Resistance Tester (วัดค่า IR และ Voltage)
3. Battery Capacity Tester (เครื่องทดสอบการคายประจุ)
4. อุปกรณ์ทำสัญลักษณ์ สติกเกอร์ หรือ ปากกาเขียนโลหะ (Marker)
5. PPE แว่นตานิรภัย, ถุงมือฉนวน

### ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Cell Matching Procedure)

1. Visual Inspection ตรวจสอบสภาพภายนอกของเซลล์ทุกก้อน (ต้องไม่บวม, ไม่บวม, ไม่มีคราบน้ำยาเยิ้ม)
2. Voltage Sorting วัดแรงดันไฟฟ้าของทุกเซลล์ และบันทึกค่า (เซลล์ที่นำมาประกอบกันควรมีแรงดันต่างกันไม่เกิน 0.05V)
3. Internal Resistance (IR) Check วัดความต้านทานภายในของทุกเซลล์ (ควรมีค่าต่างกันไม่เกิน 5-10%)
4. Capacity Test นำเซลล์ไปทำการคายประจุ (Discharge) เพื่อหาความจุจริง (Ah) ของแต่ละเซลล์
5. Grouping (การจัดกลุ่ม) นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกเซลล์ที่ "ดีที่สุดและใกล้เคียงกันที่สุด" มาไว้ในชุดเดียวกัน

เซลล์ที่	แรงดัน (V)	ความต้านทาน (mΩ)	ความจุจริง (Ah)	ผลการคัดเลือก (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	หมายเหตุ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
...					



วิชา งานกักเก็บพลังงาน  
 ชื่อหน่วยการสอน การคัดเลือกเซลล์  
 ชื่องาน การคัดเลือกเซลล์แบตเตอรี่เพื่อการประกอบระบบกักเก็บพลังงาน (Cell Grading and Matching)

หน่วยที่ 1

ใบงานที่ 2

เกณฑ์การตัดสินเพื่อการจัดกลุ่ม (Matching Criteria)

1. แรงดันไฟฟ้าต่างกันสูงสุดไม่เกิน ..... V
2. ความต้านทานภายในต่างกันสูงสุดไม่เกิน .....  $m\Omega$
3. ความจุจริงต่างกันสูงสุดไม่เกิน ..... Ah

6. สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนสรุปว่า จากเซลล์ทั้งหมดที่ทดสอบ สามารถคัดเลือกเซลล์ที่สมบูรณ์ที่สุดเพื่อนำไปประกอบแพ็คเกจได้จำนวนกี่ก้อน และก้อนที่ "ไม่ผ่าน" มีสาเหตุมาจากอะไร)

.....

.....

.....

7. คำถามท้ายใบงาน

1. หากเรานำเซลล์ที่มีความจุ (Capacity) ต่างกันมากมาประกอบเป็นแพ็คเกจเดียวกัน จะส่งผลเสียอย่างไรต่อระบบ  
 ตอบ .....
2. ในการเลือกเซลล์มือสอง (Second Life) ขั้นตอนใดในใบงานนี้สำคัญที่สุด เพราะเหตุใด  
 ตอบ .....