	วิชา งานระบบกักเก็บพลังงาน **ชื่อหน่วยการสอน คำนวณและตั้งค่าการทดสอบ การทดสอบวงจรเปิด แรงดันรวม ความต้านทานภานใย การวัด DC-IR และ AC-IR** **ชื่องาน การวิเคราะห์แรงดันและทดสอบความต้านทานภายใน (Voltage & Internal Resistance Analysis)**	**หน่วยที่ 5** **ใบงานที่ 1**

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวัดและคำนวณแรงดันวงจรเปิด (Open Circuit Voltage - OCV) ได้ถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความแตกต่างและขั้นตอนการวัดความต้านทานภายในแบบ AC-IR และ DC-IR
3. เพื่อให้ผู้เรียนประเมินความสมบูรณ์ของจุดเชื่อมต่อและประสิทธิภาพของเซลล์จากค่าความต้านทาน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. **ชุดแพ็คแบตเตอรี่** ที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (เช่น ระบบ 4S หรือ 8S)
2. **เครื่องมือวัดความต้านทานภายใน (AC-IR Tester)** เช่น YR1035+ (วัดที่ความถี่ 1kHz)
3. **เครื่องโหลดไฟฟ้า (DC Electronic Load)** สำหรับทดสอบค่า DC-IR
4. **ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (High Accuracy)** สำหรับวัดแรงดัน OCV
5. **PPE** แว่นตานิรภัย, ถุงมือฉนวน
6. **มอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า**

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Measurement Procedure)

ตอนที่ 1 การวัดแรงดันวงจรเปิด (OCV) และแรงดันรวม

1. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันของแต่ละเซลล์ ($V_1, V_2, ... V_n) ขณะยังไม่ต่อโหลด
2. วัดแรงดันรวมของแพ็ค (V total) และเปรียบเทียบกับผลรวมของแรงดันแต่ละเซลล์

ตอนที่ 2 การวัดความต้านทานภายในแบบ AC (AC-IR)

1. ใช้เครื่อง AC-IR Tester วัดค่าความต้านทานของแต่ละเซลล์ (หน่วยเป็น m\Omega) โดยใช้หลักการ 4-Wire Kelvin
2. วัดความต้านทานรวมของแพ็คผ่านขั้ว Output เพื่อดูความต้านทานที่เกิดจากจุดเชื่อมต่อ (Interconnect Resistance)

ตอนที่ 3 การวัดความต้านทานภายในแบบ DC (DC-IR)

1. วัดแรงดันขณะไม่มีโหลด (V start)
2. จ่ายโหลดกระแสคงที่ (I) เช่น 10A เป็นเวลา 5 วินาที แล้ววัดแรงดันขณะมีโหลด (V load)
3. คำนวณค่า DC-IR จากสูตร

$$R_{DC} = \frac{V_{start} - V_{load}}{I}$$

	วิชา งานระบบกักเก็บพลังงาน **ชื่อหน่วยการสอน คำนวณและตั้งค่าการทดสอบ การทดสอบวงจรเปิด แรงดันรวม ความต้านทานภานใย การวัด DC-IR และ AC-IR** **ชื่องาน การวิเคราะห์แรงดันและทดสอบความต้านทานภายใน (Voltage & Internal Resistance Analysis)**	**หน่วยที่ 5** **ใบงานที่ 2**

รายการทดสอบ	**เซลล์ที่ 1**	**เซลล์ที่ 2**	**เซลล์ที่ 3**	**เซลล์ที่ 4**	**รวมทั้งแพ็ค (Total)**
1. แรงดัน OCV (V)					
2. ค่า AC-IR 1kHz (mΩ)					
3. ค่า DC-IR (mΩ)					

การคำนวณและวิเคราะห์ผล

1. **ผลรวมแรงดันเซลล์** (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) = ... V
2. **แรงดันรวมที่วัดได้จริง** (V) = ... V
3. **ส่วนต่างแรงดัน (Voltage Drop ในระบบ)** = ... V
4. ความแตกต่างระหว่าง AC-IR และ DC-IR
   (อธิบายว่าค่าใดมีค่ามากกว่า และมีสาเหตุมาจากอะไร)
   .....
   .....
   .....
   .....

สรุปผลการปฏิบัติงาน

(ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของความต้านทานภายในต่อประสิทธิภาพการจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบุว่าจุดเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ (Busbar) มีความต้านทานสูงเกินไปหรือไม่)

.....

.....

คำถามท้ายใบงาน

1. ทำไมค่า DC-IR จึงมักจะมีค่าสูงกว่า AC-IR เสมอ
   ตอบ .....
2. หากค่าความต้านทาน AC-IR ของเซลล์แต่ละก้อนต่างกันมาก (เช่น 1m\Omega กับ 5m\Omega) จะส่งผลอย่างไรต่อการใช้งานในระยะยาว
   ตอบ .....