

2.4 ระบบกักเก็บพลังงาน (Battery Storage)

2.4.1 ชนิดของแบตเตอรี่ที่นิยมใช้

1. **Lead-Acid Battery (Deep Cycle):** แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดชนิดดีไซเคิล ปล่อยประจุได้ลึกกว่าแบตเตอรี่รถยนต์ **ข้อดี:** ราคาถูก เทคโนโลยีเสถียร **ข้อจำกัด:** น้ำหนักมาก อายุการใช้งานสั้น (ประมาณ 500 - 800 รอบที่ DoD 50%) และต้องการการบำรุงรักษา
2. **Lithium Iron Phosphate (LiFePO4 หรือ LFP):** เป็นเทคโนโลยีที่นิยมที่สุดในปัจจุบันสำหรับระบบโซลาร์เซลล์ **ข้อดี:** น้ำหนักเบา ความหนาแน่นพลังงานสูง ปลอดภัยสูงไม่ระเบิดติดไฟง่าย อายุการใช้งานยาวนานมาก (3,000 - 6,000 รอบ ที่ DoD 80%) **ข้อจำกัด:** ราคาสูงในตอนเริ่มต้น แต่คุ้มค่าในระยะยาว

2.4.2 การคำนวณความจุแบตเตอรี่ (Ah) และอายุการใช้งานเบื้องต้น (Cycle Life)

- **DoD (Depth of Discharge):** ระดับความลึกในการคายประจุ หมายถึงเปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ถูกดึงไปใช้งานจากความจุทั้งหมด เช่น แบตเตอรี่ LiFePO4 แนะนำให้ใช้ DoD ไม่เกิน 80% เพื่อยืดอายุการใช้งาน ส่วนแบตเตอรี่ Deep Cycle ไม่ควรเกิน 50%
- **Cycle Life (รอบอายุการใช้งาน):** 1 รอบ (Cycle) คัดจากการชาร์จจนเต็มและการดิสชาร์จตามเปอร์เซ็นต์ DoD ที่กำหนด ยิ่งตั้งค่าคายประจุ (DoD) ลึกเท่าใด อายุการใช้งานรอบของแบตเตอรี่ก็จะยิ่งสั้นลงเท่านั้น

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เรื่องอุปกรณ์และส่วนประกอบของระบบโซลาร์เซลล์

แบบฝึกหัดคำนวณเชิงลึก (Deep-Dive Exercises)

โจทย์ข้อที่ 1: การออกแบบจับคู่แผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์ (Inverter Matching)

ช่างเทคนิคต้องการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ On-Grid โดยเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิด N-Type Monocrystalline ขนาด 500 วัตต์ มี

รายละเอียดสเปคจาก Nameplate (ที่ STC) ดังนี้:

- $V_{oc}=51.0\text{ V}$
- $I_{sc}=13.5\text{ A}$
- $V_{mp}=42.5\text{ V}$
- $I_{mp}=11.76\text{ A}$

อินเวอร์เตอร์ที่เลือกใช้มีขนาดพิกัด **AC Output = 10 kW (3-Phase)** มีสเปคฝั่งขาเข้า DC ดังนี้:

- Max. DC Input Voltage = 1,000 V
- MPPT Voltage Range = 200 V–850 V
- Max. Input Current per MPPT = 26 A
- จำนวนช่อง MPPT = 2 ช่อง (แต่ละช่องรับได้ 1 สตริง)

คำถาม:

1. หากต้องการต่ออนุกรมแผงจำนวน **16 แผงเป็น 1 สตริง** เพื่อเข้าสู่ MPPT ช่องที่ 1 แรงดันรวม V_{oc} ของสตริงนี้ (ที่สภาวะ STC) จะเกินพิกัด Max. DC Input ของอินเวอร์เตอร์หรือไม่?
2. หากต้องการใส่แผงเต็มพิกัด โดยแบ่งเป็น 2 สตริง เท่า ๆ กัน (เข้า MPPT 1 และ MPPT 2 แยกกัน) จงคำนวณหาจำนวนแผงรวมทั้งหมดที่เหมาะสม โดยกำหนดให้อัตราการต่อแผงเกินพิกัดอินเวอร์เตอร์ (Oversizing Ratio) ไม่เกิน **130%** ของพิกัดอินเวอร์เตอร์ และแรงดันใช้งาน V_{mp} รวมของสตริงต้องอยู่ในช่วง MPPT

โจทย์ข้อที่ 2: การคำนวณออกแบบระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (Battery Sizing)

บ้านพักอาศัยหลังหนึ่งต้องการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์แบบ Hybrid เพื่อสำรองไฟฟ้าไว้ในช่วงเวลากลางคืน โดยมีโหลดไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้งานในช่วงที่ไม่มีแสงแดด (เป็นเวลา 8 ชั่วโมง) ดังนี้:

- หลอดไฟแสงสว่าง LED ขนาด 20 วัตต์ จำนวน 5 หลอด

- ตู้เย็นขนาด 150 วัตต์ จำนวน 1 หลัง (ทำงานตลอดเวลา)
- พัดลมตั้งพื้นขนาด 50 วัตต์ จำนวน 2 ตัว

ระบบขับเคลื่อนของอินเวอร์เตอร์ไฮบริดกำหนดไว้ที่ 48 Vdc และเลือกใช้แบตเตอรี่ชนิด LiFePO4 โดยวิศวกรกำหนดให้จำกัดความเสี่ยงในการคายประจุ (DoD) ไว้ที่ 80% และเพื่อประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter Efficiency) ไว้ที่ 90%

คำถาม:

1. จงคำนวณหาพลังงานไฟฟ้ารวมที่โหลดต้องการใช้ใน 1 คืน (หน่วย: Watt-hour หรือ Wh)
2. จงคำนวณหาขนาดความจุของแบตเตอรี่รวมที่ต้องใช้ในหน่วย แอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) ที่แรงดันระบบ 48 Vdc