คู่มือความรู้พื้นฐานระบบโซล่าเซลล์

เอกสารประกอบการเรียนการสอน หลักสูตรพลังงานทดแทนเบื้องต้น

บทที่ 1: รู้จักระบบโซล่าเซลล์และการทำงานเบื้องต้น

ระบบโซล่าเซลล์ (Solar PV System) คือ ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยแผงโซล่าเซลล์จะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็น **ไฟฟ้ากระแสตรง (DC)** แล้วส่งผ่านอินเวอร์เตอร์ (Inverter) แปลงเป็น **ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC 220V/380V)** เพื่อใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้า

- **ระบบ On-Grid:** ต่อร่วมกับการไฟฟ้า ไม่มีแบตเตอรี่ เน้นลดค่าไฟช่วงกลางวัน คืนทุนไว (เมื่อไฟการไฟฟ้าดับ ระบบจะตัดดับทันที)
- **ระบบ Off-Grid:** ทำงานอิสระไม่ต่อกับการไฟฟ้า ใช้แบตเตอรี่เก็บไฟ เหมาะกับพื้นที่ห่างไกลหรือไฟฟ้าเข้าไม่ถึง
- **ระบบ Hybrid:** ผสมผสานทั้งลดค่าไฟกลางวันและสำรองไฟจากแบตเตอรี่ไว้ใช้กลางคืนหรือตอนไฟดับ

บทที่ 2: วงจรไฟฟ้าพื้นฐานและการต่อแผงโซล่าเซลล์

ตัวอย่างอ้างอิง: แผงขนาด *500W* / แรงดัน *40V* / กระแส *12.5A* จำนวน *4* แผง

รูปแบบการต่อ	วิธีการต่อสายไฟ	ผลลัพธ์ทางไฟฟ้า	การนำไปใช้งาน
อนุกรม (Series)	ขั้วบวก (+) ต่อเข้าขั้วลบ (-) เรียงกัน	แรงดัน 160V / กระแส 12.5A	ระบบ On-Grid เพื่อเพิ่มแรงดันให้ถึงจุดทำงานอินเวอร์เตอร์
ขนาน (Parallel)	ขั้วบวก (+) รวมกัน และ ขั้วลบ (-) รวมกัน	แรงดัน 40V / กระแส 50A	ระบบ Off-Grid แรงดันต่ำ (12V/24V) ที่รับแรงดันสูงไม่ได้
ผสม (Series-Parallel)	ต่ออนุกรมชุดละ 2 แผง แล้วนำ 2 ชุดมาขนาน	แรงดัน 80V / กระแส 25A	ระบบขนาดกลาง-ใหญ่ เพื่อคุมแรงดันไม่ให้เกินสเปกเครื่อง

บทที่ 3: แผนผังการต่อวงจรทั้งระบบ

1. วงจรระบบ Off-Grid:

```
[แผงโซล่าเซลล์] → [เบรกเกอร์ DC + กันฟ้าผ่า] → [Charge Controller] ◄──► [เบรกเกอร์แบต] ◄──► [แบตเตอรี่]
                                                                                              |
[เครื่องใช้ไฟฟ้า AC] ◄── [เบรกเกอร์ AC + กันดูด] ◄── [Off-Grid Inverter]
```

* ข้อห้าม: ห้ามนำ AC Out ต่อชนไฟการไฟฟ้า | ลำดับเปิดระบบ: เปิดเบรกเกอร์แบตเตอรี่ก่อนเสมอ

```
2. วงจรระบบ On-Grid:
[แผงโซล่าเซลล์] → [ตู้ DC Combiner] → [On-Grid Inverter] ←— (CT Sensor กันย้อน)
                                                    |
[เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน] ←— [ตู้ไฟหลัก MDB] ←— [เบรกเกอร์ AC]     (ต่อร่วมกับ มิเตอร์การไฟฟ้า)
```

บทที่ 4: การคำนวณกำลังไฟฟ้าและขนาดอุปกรณ์

สูตรหลัก: 1) กำลังไฟฟ้า **P = V × I** (วัตต์ = โวลต์ × แอมป์) | 2) พลังงานไฟฟ้า **E = P × t** (วัตต์-ชั่วโมง ÷ 1,000 = ยูนิต)

- **หากระแสแผง 550W (41.5V):** I = 550 ÷ 41.5 = **13.25 A** (ใช้เบรกเกอร์ DC 16A–20A)
- **หาหน่วยไฟต่อวัน:** แผง 550W × 10 แผง (5.5 kW) × แดด 4.5 ชม. = **24.75 ยูนิต/วัน**
- **หาขนาดแบต Off-Grid:** โหลด 100W นาน 5 ชม. (500 Wh) ระบบ 12V → 500 ÷ 12 = 41.67 Ah (เผื่อแบตลิเธียม 80% = **52 Ah** → เลือกซื้อ 60–100Ah)

บทที่ 5–6: อินเวอร์เตอร์ สถาปัตยกรรมระบบ และความปลอดภัย

- **รูปคลื่นไฟฟ้า:** *Pure Sine Wave* ใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดรวมถึงแอร์/ปั๊มน้ำ ส่วน *Modified Sine Wave* ห้ามใช้กับมอเตอร์
- **LV vs HV แบตเตอรี่:** *Low Voltage (12V–48V)* สายใหญ่ ปลอดภัยกว่า | *High Voltage (150V–800V)* สายเล็ก สูญเสียต่ำ ต้องติดตั้งโดยผู้เชี่ยวชาญ
- **สถาปัตยกรรมแผง:** *String* (ประหยัดแต่แพ้เงาบัง), *Micro Inverter* (แปลง AC บนหลังคา ปลอดภัยสูง), *Power Optimizer* (แก้เงาบังรายแผง)
- **ความปลอดภัย 4 ข้อ:** ห้ามต่อสลับขั้ว DC / เช็กแรงดัน Voc ห้ามเกินสเปกอินเวอร์เตอร์ / ย้ำหัว MC4 ให้แน่น / ต่อสายดิน (Grounding) ทุกครั้ง

ใบงานและแบบทดสอบท้ายบท (พร้อมเฉลย)

ส่วนที่ 1: ใบงานฝึกปฏิบัติการคำนวณและออกแบบ

คำชี้แจง: จงแสดงวิธีทำและตอบคำถามจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1: นายสมชายมีแผงโซล่าเซลล์ขนาด 450W แรงดันใช้งาน 36V กระแส 12.5A จำนวน 6 แผง และมีอินเวอร์เตอร์ On-Grid ที่รับแรงดัน DC ได้สูงสุด (Max PV Input) 450V นายสมชายควรต่อแผงทั้ง 6 แผงแบบใด (อนุกรม หรือ ขนาน) และจะได้แรงดันรวมกับกระแสรวมเท่าใด?

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2: บ้านสวนแห่งหนึ่งไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง ต้องการใช้หลอดไฟ 15W จำนวน 2 หลอด และพัดลม 50W จำนวน 1 ตัว เปิดพร้อมกันนาน 6 ชั่วโมงในตอนกลางคืน โดยใช้ระบบแบตเตอรี่ลิเธียม 12V (คายประจุได้ 80%) ต้องเลือกซื้อแบตเตอรี่ขนาดอย่างน้อยกี่แอมป์-ชั่วโมง (Ah)?

.....

.....

ส่วนที่ 2: แบบทดสอบปรนัย 5 ข้อ

1. **ระบบโซล่าเซลล์ประเภทใด ที่จะตัดการทำงานทันทีเมื่อไฟของการไฟฟ้าดับ?**
   ก. Off-Grid ข. On-Grid ค. Hybrid ง. Stand-Alone
2. **การต่อแผงโซล่าเซลล์แบบ "อนุกรม" ส่งผลต่อค่าทางไฟฟ้าอย่างไร?**
   ก. แรงดันเพิ่มขึ้น กระแสเท่าเดิม ข. แรงดันเท่าเดิม กระแสเพิ่มขึ้น ค. เพิ่มขึ้นทั้งแรงดันและกระแส ง. แรงดันลดลง กระแสเพิ่มขึ้น
3. **อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ไฟจากระบบ On-Grid ไหลย้อนออกมิเตอร์การไฟฟ้า?**
   ก. MC4 Connector ข. Surge Protection ค. CT Sensor / Smart Meter ง. Charge Controller
4. **ในการเปิดใช้งานระบบ Off-Grid ที่มีแบตเตอรี่ ควรสับเบรกเกอร์ตัวใดขึ้นเป็นอันดับแรก?**
   ก. เบรกเกอร์ฝั่งเครื่องใช้ไฟฟ้า (AC) ข. เบรกเกอร์แผงโซล่าเซลล์ (PV) ค. เบรกเกอร์แบตเตอรี่ ง. เปิดตัวไหนก่อนก็ได้
5. **หากต้องการใช้เครื่องปรับอากาศ (แอร์) และปั๊มน้ำกับระบบ Off-Grid ต้องเลือกอินเวอร์เตอร์ชนิดใด?**

ก. Modified Sine Wave ข. Square Wave ค. Pure Sine Wave ง. PWM Controller

เฉลยใบงานและแบบทดสอบ (สำหรับผู้สอน)

เฉลยสถานการณ์ที่ 1: ควรต่อแบบ **อนุกรม (Series)** ทั้ง 6 แผง จะได้แรงดันรวม = 36V × 6 = **216V** (ไม่เกิน 450V) และกระแสรวมเท่าเดิม = **12.5A**

เฉลยสถานการณ์ที่ 2: กำลังไฟรวม = (15×2) + 50 = 80W → พลังงานที่ใช้ = 80W × 6 ชม. = 480 Wh → ความจุที่ต้องการ = 480 ÷ 12V = 40 Ah → เผื่อแบตลิเธียม 80% = 40 ÷ 0.8 = **50 Ah** (ควรเลือกซื้อขนาด 60Ah หรือ 100Ah)

เฉลยแบบทดสอบ: 1. **ข** | 2. **ก** | 3. **ค** | 4. **ค** | 5. **ค**