

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Maximum Power Point Tracking Solar Charge Controller

ความหมายของ Maximum Power Point Tracking

Maximum Power Point Tracking หรือ **MPPT** หมายถึง ขั้นตอนวิธี (algorithm) ที่ถูกรวมเข้าไปในอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้ในการทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าให้ได้สูงสุด (maximum power) ทั้งนี้กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Solar radiation), อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (Ambient temperature) และอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell temperature) ระบบ MPPT ได้รับการออกแบบให้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับการตรวจสอบกำลังไฟฟ้าขาออกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดเวลา เพื่อให้ได้ค่ากำลังผลิตสูงสุดในแต่ละเวลาตามค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ในรูปของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

ด้วยขั้นตอนวิธีของ MPPT ที่จะทำให้ได้กำลังไฟฟ้ามากขึ้น หากตรวจสอบพบว่า กลุ่มแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใดให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขาออกสูงกว่า จะย้ายจุดควบคุมไปยังแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขาออกของกลุ่มแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น



รูปที่ 1 กำลังผลิตสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ความเข้มแสง 1,000 วัตต์/ตารางเมตร แสดงโดยใช้ I-V curve

ที่มา: ค่าพารามิเตอร์ได้จากโปรแกรม IVTracer โดย Sandia National Laboratories



รูปที่ 2 กำลังผลิตสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ความเข้มแสง 100 วัตต์/ตารางเมตร

แสดงโดยใช้ I-V curve

ที่มา: ค่าพารามิเตอร์วัดจากโปรแกรม IVTracer โดย Sandia National Laboratories

จากกราฟรูปที่ 1 และ 2 จะพบว่า ที่ความเข้มของแสงอาทิตย์แตกต่างกัน แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะให้ค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนไปด้วย ได้แก่

- (1) กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power; P_m)
- (2) แรงดันไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power voltage; V_{pm})
- (3) แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open circuit voltage; V_{oc})
- (4) กระแสไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power current; I_{pm})
- (5) กระแสไฟลัดวงจร (Short circuit current; I_{sc})

หลักการการทำงานของ Maximum Power Point Tracking

หลักการสำคัญของระบบ MPPT คือ ดึงกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้มากที่สุด โดยการทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด กล่าวคือ

MPPT ทำงานโดยการตรวจสอบที่เอาต์พุตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในระบบ จากนั้นกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายออกเพื่อทำการประจุลงในแบตเตอรี่ และทำการแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าสูงสุดในการประจุแบตเตอรี่ นอกจากนี้ ยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC load) ที่ต่อโดยตรงกับแบตเตอรี่ได้อีกด้วย

ระบบ MPPT มีประสิทธิภาพสูงหากทำงานภายใต้สภาวะเหล่านี้

1. สภาวะอากาศเย็นหรือฤดูหนาว โดยปกติ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ถึงแม้ในช่วงฤดูหนาวที่มีอากาศเย็น จะมีช่วงเวลาการตกกระทบของแสงอาทิตย์ (Sun hours) น้อย หากมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยระบบ MPPT จะทำให้เกิดการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดมากยิ่งขึ้นไปอีก แต่จะมีการสูญเสียพลังงานน้อยมาก
2. สภาวะที่มีการประจุแบตเตอรี่ต่ำ เนื่องจากยังมีอัตราการประจุแบตเตอรี่ต่ำ จะทำให้กระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ MPPT มากขึ้น

เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT

เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ถือเป็นเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับการออกแบบให้ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งระบบ MPPT ไว้เพื่อทำการเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จะประจุแบตเตอรี่จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ทำหน้าที่เป็นตัวปรับระดับแรงดันไฟฟ้า DC-DC โดยการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ เพื่อให้สามารถแปลงกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุดและประจุแบตเตอรี่อย่างปลอดภัย ตัวปรับระดับแรงดันไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. Boost regulator; แรงดันไฟฟ้าขาเข้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในระบบ
2. Buck regulator; แรงดันไฟฟ้าขาเข้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในระบบ

ระบบ MPPT สามารถนำไปใช้ได้กับตัวปรับระดับแรงดันไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ โดยทั่วไป ระบบที่ใช้แบตเตอรี่ที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าหรือเท่ากับ 48 โวลต์ จะใช้ Buck regulator สำหรับระบบที่ใช้แบตเตอรี่ที่แรงดันไฟฟ้าสูงกว่า 48 โวลต์ จะใช้ Boost regulator



คุณลักษณะเด่นของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT

- o ในการใช้งานใดๆ ที่ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT จะถูกนำไปใช้สำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ I-V curve
- o ถือเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับระบบที่ต้องการให้ได้กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์สูงสุด ควรมีการนำเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ไปใช้ เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าเข้าใกล้จุดผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด
- o เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแรงดันไฟฟ้าขาออกสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้ เช่น กรณีที่มีการติดตั้งเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าและแบตเตอรี่ห่างจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาก ทำให้สายไฟที่ใช้ต้องมีขนาดใหญ่เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าตก หากนำเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ไปใช้ในระบบ จะสามารถต่อสายไฟของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แรงดันไฟฟ้า 24 หรือ 48 โวลต์ได้ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าและแบตเตอรี่) และหลีกเลี่ยงกำลังไฟฟ้าไปสู่แบตเตอรี่ขนาด 12 หรือ 24 โวลต์ นั้นหมายความว่า ลดขนาดของสายไฟที่ต้องใช้ลง ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังคงให้กำลังไฟฟ้าขาออกอย่างเต็มที่ ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของสายไฟได้มากทีเดียว
- o เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สามารถช่วยลดความซับซ้อนของระบบได้ ในขณะที่เอาท์พุทของระบบมีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปดัดแปลงใช้งานกับแหล่งพลังงานได้หลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะกำลังไฟฟ้าขาออกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมตัวปรับระดับแรงดันไฟฟ้า DC-DC โดยตรงนั่นเอง
- o เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆ ได้ เช่น กังหันน้ำขนาดเล็ก และกังหันลม ฯลฯ

การเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ให้เหมาะสมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ผู้ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์	Model	Wp	Vpm	Ipm	Isc	Voc
SHARP	NE-H75A1	75	16.4	4.58	5.19	21.2
	NE-80E1U	80	17.1	4.67	5.31	21.3
KANEKA	CEA	54	62	0.87	1.14	85
SANYO	HIP-180B-N1	180	36.5	4.93	5.49	45.5
Bangkok Solar	BS 40	40	44.8	0.9	1.16	62.2

ภาวะทดสอบมาตรฐาน: ความเข้มแสง 1,000 วัตต์/ตารางเมตร ที่อุณหภูมิ 25°C และมวลอากาศ 1.5 ตารางที่ 1 ข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากผู้ผลิตต่างๆ

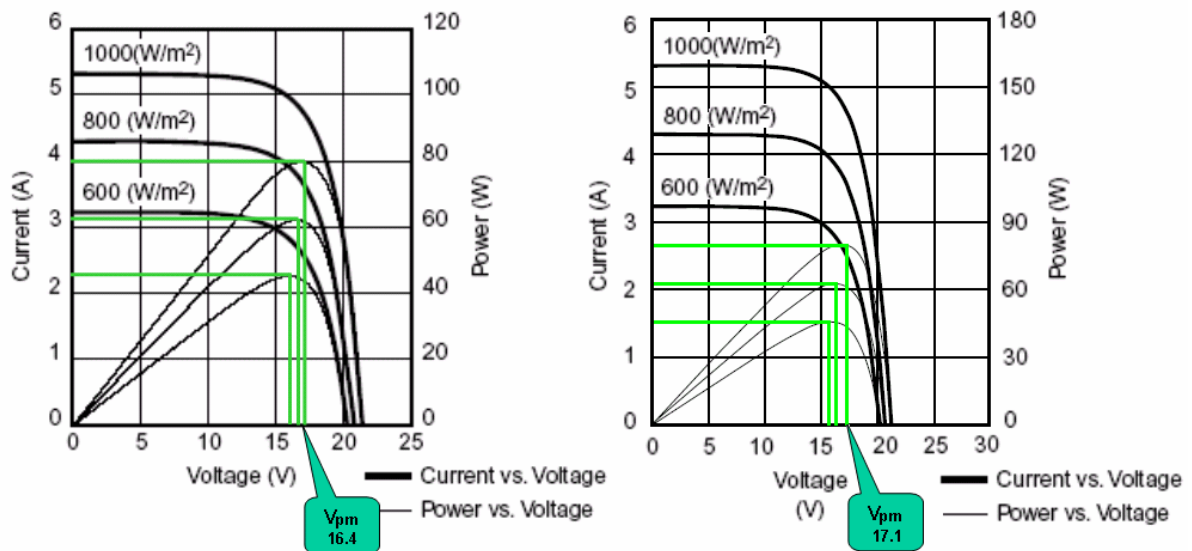
SHARP



Model		NE-H75E1		NE-80E1U			
Parameters	Symbol	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Unit	Condition
Open circuit voltage	Voc	-	21.2	-	21.3	V	Irradiance: 1000 W/m ²
Maximum power voltage	Vpm	-	16.4	-	17.1	V	
Short circuit current	Isc	-	5.19	-	5.31	A	
Maximum power current	Ipm	-	4.58	-	4.67	A	Module temperature: 25°C
Maximum power	Pm	71.3	75.0	72.0	80.0	W	
Encapsulated solar cell efficiency	η_c	-	13.2	-	14.11	%	
Module efficiency	η_m	-	11.8	-	12.60	%	

ตารางที่ 2 ข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ SHARP NE-H75E1 และ NE-80E1U

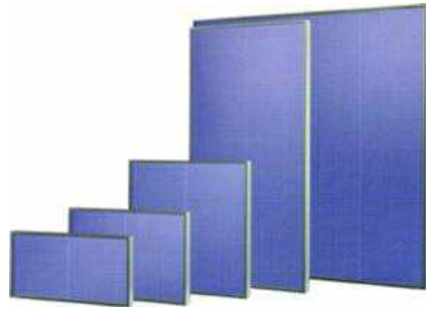
Current, Power vs. Voltage Characteristics
(Module temperature: 25°C)



รูปที่ 3 กำลังผลิตสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ SHARP NE-H75E1 ที่ $V_{pm} = 16.4$ โวลต์ และ NE-80E1U ที่ $V_{pm} = 17.1$ โวลต์

* SHARP เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของ Sharp Corporation

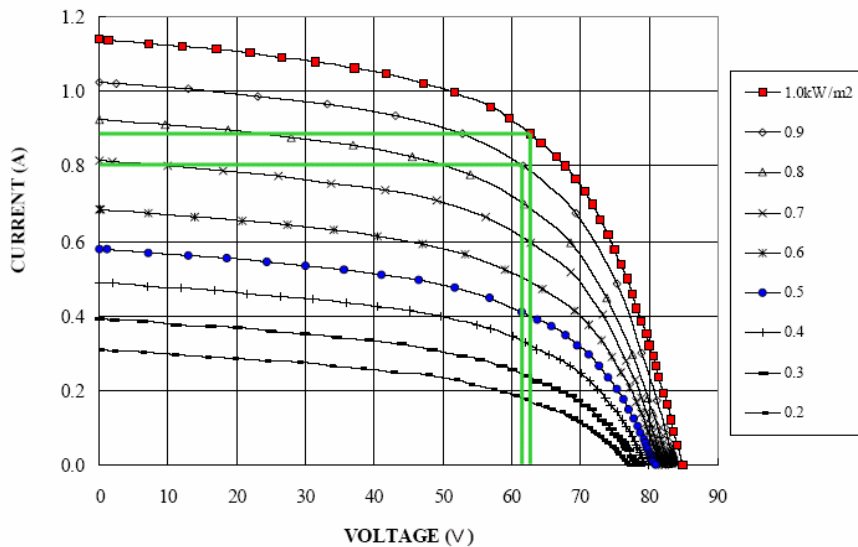
Kaneka



Standard PV modules	
Model	CEA
Nominal power (W)	54
OC voltage (V)	85
SC current (A)	1.14
Voltage in mpp (V)	62
Current in mpp (A)	0.87
Max. system voltage	500
Dimensions (mm)	920 x 920 x 40
Weight (kg)	12.9
Equipment	MC connectors Bypass diode Double insulated cable
Certifications and Qualifications	IEC61646 Safety class II equipment CE mark

ตารางที่ 3 ข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **Kaneka CEA**

I-V Characteristics of CEA-type modules at various irradiance levels



รูปที่ 4 กำลังผลิตสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **Kaneka CEA** ที่ $V_{pm} = 62$ โวลต์

* Kaneka เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของ Kaneka Corporation

SANYO



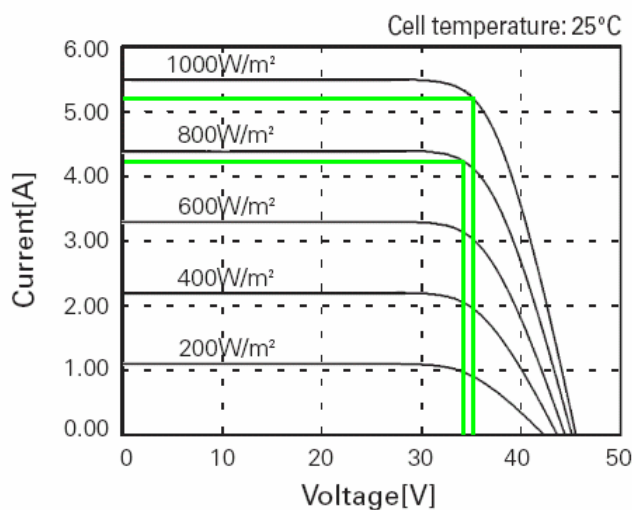
Electrical data		
Maximum power (Pmax)	[W]	180
Max. power voltage (Vpm)	[V]	36.5
Max. power current (Ipm)	[A]	4.93
Open circuit voltage (Voc)	[V]	45.5
Short circuit current (Isc)	[A]	5.49
Warranted minimum power (Pmin)	[W]	171
Output tolerance	[%]	+10/-5
Maximum system voltage	[Vdc]	600
Temperature coefficient of Pmax	[%/°C]	-0.33
	Voc [V/°C]	-0.118
	Isc [mA/°C]	1.65

Note1: Standard Test Conditions: Air mass 1.5, Irradiance = 1000W/m²,
Cell temperature = 25°C

Note2: The values in the above table are nominal.

ตารางที่ 4 ข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **SANYO HIP-180B-N1**

Dependence on irradiance

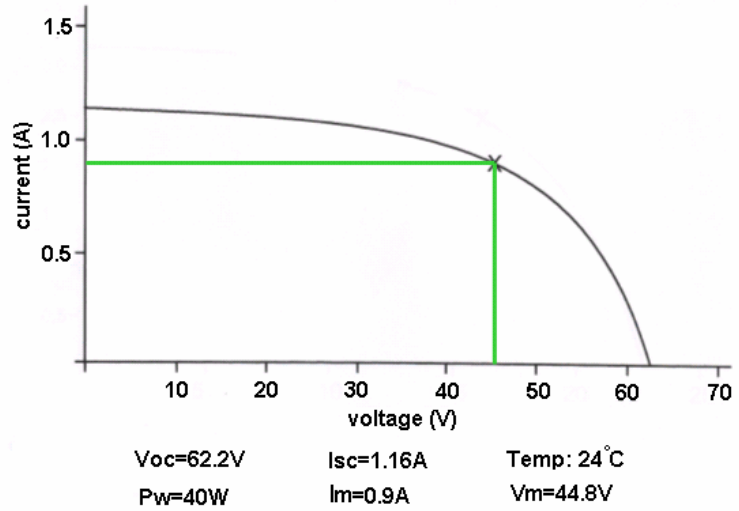


รูปที่ 5 กำลังผลิตสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **SANYO HIP-180B-N1** ที่ Vpm = 36.5 โวลต์

* SANYO เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของบริษัท SANYO Electric จำกัด



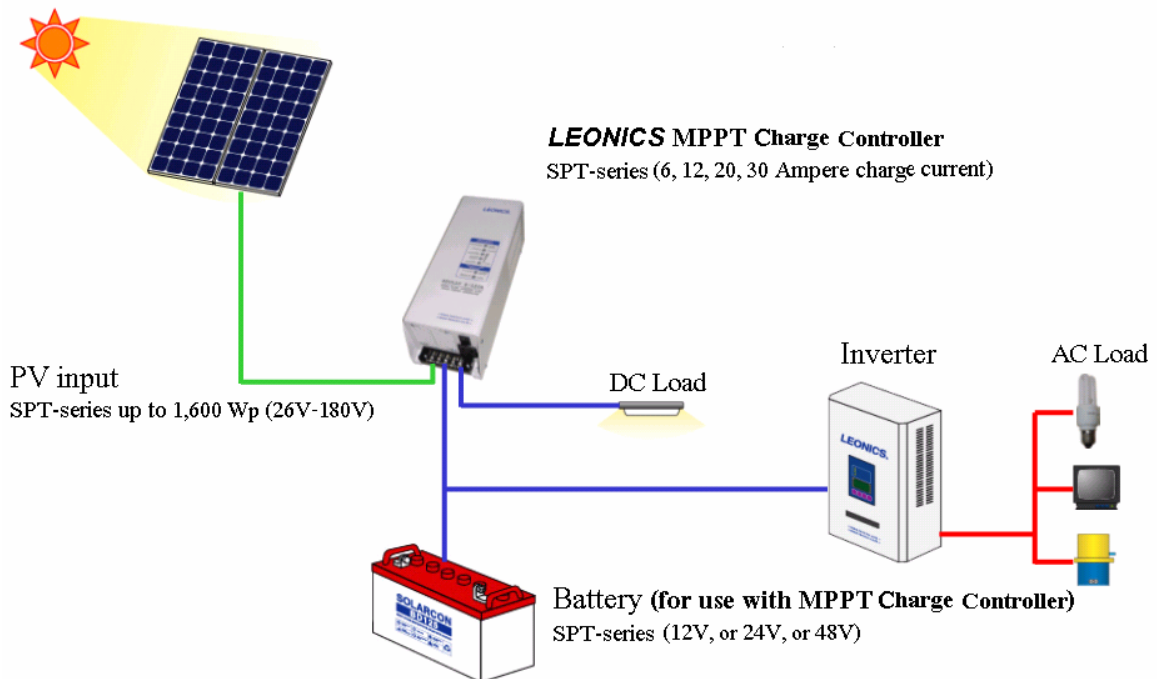
Typical I-V Characteristic at 1,000 W/m² irradiation for BS 40



รูปที่ 6 กำลังผลิตสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **BSC BS 40**
ที่ Vpm = 44.8 โวลต์

* BSC เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของบริษัท Bangkok Solar จำกัด

การกำหนดคุณสมบัติของระบบที่ใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT



รูปที่ 7 คุณสมบัติทั่วไปของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ที่ใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT

SOLARCON SPT

MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) SOLAR CHARGE CONTROLLER WITH DC LOAD CONTROL AND TIMER

- ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์
- ตัวปรับระดับแรงดันไฟฟ้าแบบ Buck
- ระบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking) ที่ช่วยให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุด
- เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC load)
- ระบบป้องกันการต่อสายไฟกลับขั้วทั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่
- ระบบป้องกันการประจุไฟเกินพิกัด/คายประจุเกินพิกัด
- ระบบชดเชยระดับแรงดันประจุแบตเตอรี่ตามอุณหภูมิ (-3 ถึง -7mV/ Cell/ Celsius)
- ระบบป้องกันแรงดันสูงชั่วขณะจากฟ้าผ่า (TVSS)
- ระบบประจุไฟฟ้าแบบ 3 ขั้นตอน เพื่อให้ประจุแบตเตอรี่ได้เต็มเร็วขึ้น โดยไม่ทำให้แบตเตอรี่เสียหาย
- มีระบบระบายความร้อนอัตโนมัติ (ภายนอกตัวเครื่อง)
- ตั้งเวลาเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC load) ได้ 5 แบบ (option)



MODEL	SPT-1208	SPT-1212	SPT-1220	SPT-1230	SPT-2420	SPT-2430	SPT-4810	SPT-4820	SPT-4830		
PV Input	Maximum input power (Wp)	70Wp	140Wp	230Wp	340Wp	450Wp	870Wp	860Wp	1400Wp		
	Max. open circuit voltage (V _{oc})	70V _{oc}	100 V _{oc}								
	MPPT tracking voltage range (V _{mp})	26- 65V _{oc}	26 - 96 V _{oc}	26 - 96 V _{oc}	26 - 96 V _{oc}	26 - 96 V _{oc}	26 - 96 V _{oc}	26 - 96 V _{oc}	26 - 96 V _{oc}		
DC output to battery (at 25 °C)	Nominal battery voltage	12 V _{dc}									
	Boost charging voltage	14.8V +/-0.2V									
	Float charging voltage	13.8V +/-0.2V									
	Low battery disconnect voltage	10.8V +/-0.2V									
	Battery reconnection voltage	12.5V +/-0.2V									
	Maximum charging current (A)	6A	12A	20A	30A	20A	30A	10A	20A	30A	
DC load control	Nominal voltage	12V									
	Maximum current	10A									
Protection	Protection	Over voltage disconnected and short circuit (Type electronics switch no moving part and no contact surface)									
	High battery voltage	Protection									
	Overcharge and overdischarge protection	Protection									
	PV Transient voltage surge	Protection									
	PV reverse polarity	Protection by semiconductor									
	Battery reverse polarity	Protection by fuse									
	Approx. Power Consumption	800 mW			1.2 W			2.4 W			
	Indication	LED	Charger status (Bulk , Boost , Float) (1 LED)								
			Battery status			Load status					
	Battery	Type (Selector)	Sealed Lead Acid (VRLA) or Lead Acid (LA)								
Ventilation	Automatic cooling fan (Outside enclosure)	No	No (Option)	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes		
	Temperature	0 - 45 °C									
Operation condition	Relative humidity	0 - 85 % (non - condensing)									
	W x H x D (mm.)	160x92x65			180 x 220 x 80			170 x 220 x 100			
Weight	Approximate (g.)	500	1,350	1,500	1,650	1,700	1,800	1,750	2,250		

ตารางที่ 5 ข้อกำหนด (Specification) ของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT

SOLARCON SPT-series

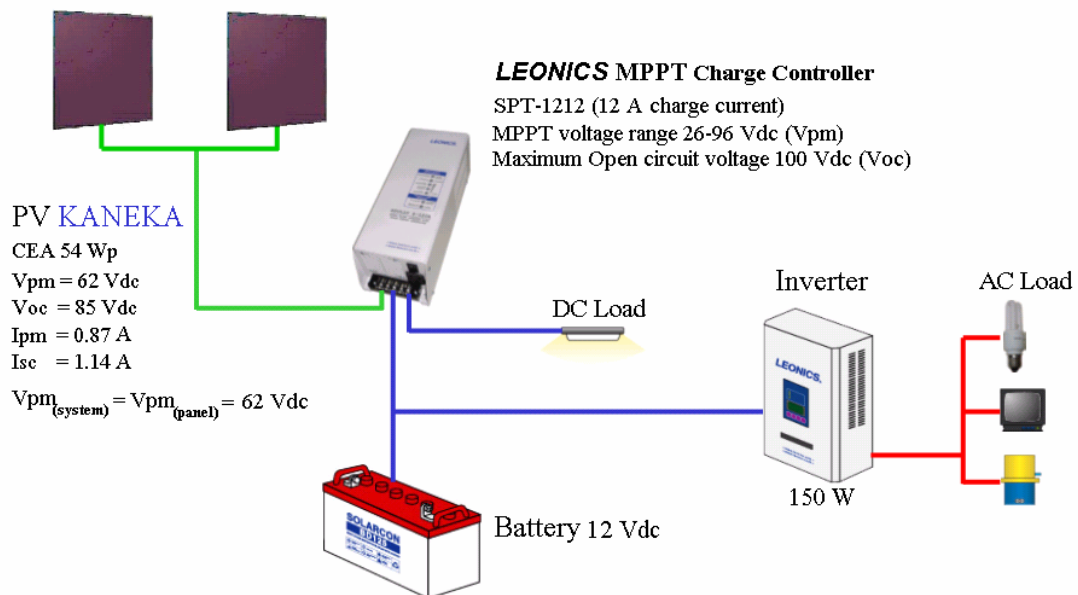
การเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT ให้เหมาะสมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

- ✳ **SPT-XXYY** (**XX** เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ, **YY** เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ✳ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้เป็นค่า **XX**
- ✳ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ
 - ✳ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (**CC**) = (Wp) / **XX**
 - ✳ หาค่า **YY** โดยคูณค่า **CC** ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = (**CC**) x 1.2
 - ✳ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า **YY**
- ✳ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ (**Vpm_(ระบบ)**) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)
 - ✳ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ)** = **Vpm_(แผง)** x จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม
 - ✳ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ)** = **Vpm_(แผง)**
- ✳ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ (**Voc_(ระบบ)**) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)
 - ✳ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Voc_(ระบบ)** = **Voc_(แผง)** x จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม
 - ✳ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Voc_(ระบบ)** = **Voc_(แผง)**

ตัวอย่างที่ 1

เมื่อใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **Kaneka CEA** สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัยขนาด 108 Wp (ดูข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จาก [ตารางที่ 1](#))



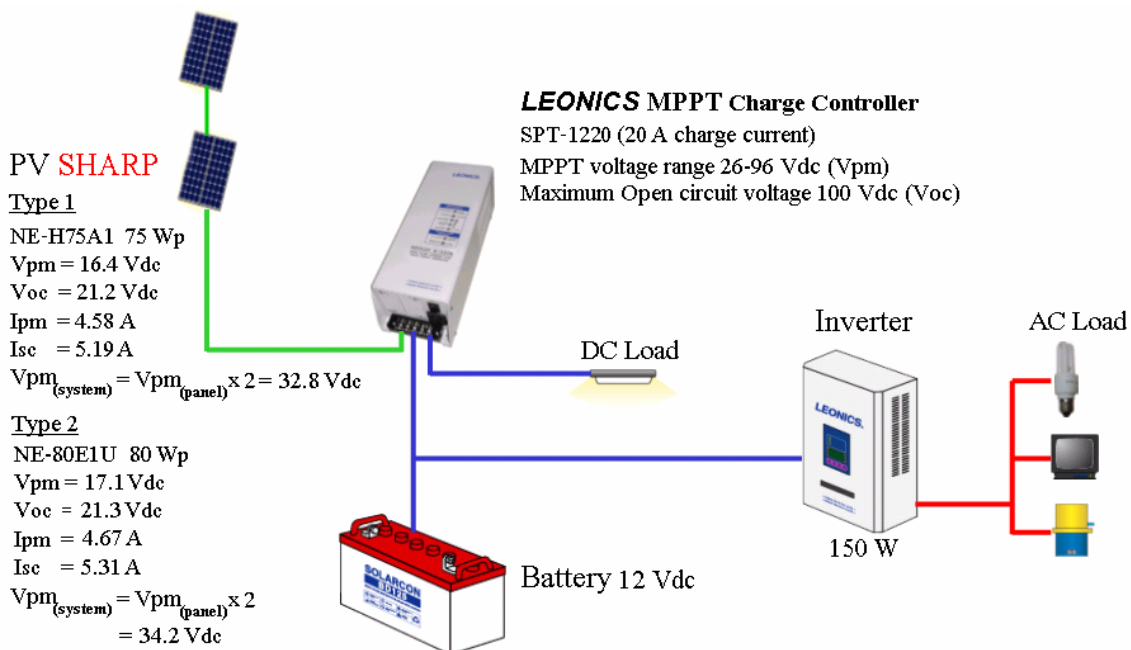
รูปที่ 8 ตัวอย่างของการเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย ขนาด 108 Wp โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ Kaneka CEA 54 Wp จำนวน 2 แผงต่อแบบขนาน

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

- ☛ **SPT-XXYY** (XX เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ, YY เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ☛ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ ที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้ค่า **XX = 12**
- ☛ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ
 - ✧ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (**CC**) = $(108 \text{ Wp}) / 12 = 9 \text{ A}$
 - ✧ หาค่า **YY** โดยคูณค่า **CC** ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = $(9) \times 1.2 = 10.8 \text{ A}$
 - ✧ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า **YY** นั่นคือ **SOLARCON SPT-1212**
- ☛ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ (**Vpm_(ระบบ)**) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ) = Vpm_(แผง) × จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม**
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ) = Vpm_(แผง) = 62 Vdc**
(ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range = 26-96 Vdc)
- ☛ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ (**Voc_(ระบบ)**) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Voc_(ระบบ) = Voc_(แผง) × จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม**
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Voc_(ระบบ) = Voc_(แผง) = 85 Vdc**
(แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage = 100 Vdc)

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **SHARP NE-H75A1** (แบบที่ 1) หรือ **NE-80E1U** (แบบที่ 2) สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัยขนาด 150-160 Wp (ดูข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จาก [ตารางที่ 1](#))



รูปที่ 9 ตัวอย่างของการเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย ขนาด 150-160 Wp โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **SHARP NE-H75A1** 75 Wp หรือ **NE-80E1U** 80 Wp 2 แผงต่อแบบอนุกรม

**แบบที่ 1 ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ SHARP NE-H75A1 75 Wp สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย
ขนาด 150 Wp**

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

- ☛ **SPT-XXYY** (XX เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ, YY เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ☛ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ ที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้ค่า **XX = 12**
- ☛ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ

✧ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (CC) = (150 Wp) / 12 = **12.5 A**

✧ หาค่า YY โดยคูณค่า CC ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = (12.5) x 1.2 = **15 A**

✧ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า YY นั่นคือ **SOLARCON SPT-1220**

- ☛ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ก้ำกึ่งไฟฟ้าสูงสุดของระบบ (**Vpm_(ระบบ)**) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ) = Vpm_(แผง) x จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม**

$$\mathbf{Vpm_{(ระบบ)} = 16.4 \times 2 = 32.8 \text{ Vdc}}$$

(ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range = 26-96 Vdc)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ) = Vpm_(แผง)**

- ☛ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ (**Voc_(ระบบ)**) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Voc_(ระบบ) = Voc_(แผง) x จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม**

$$\mathbf{Voc_{(ระบบ)} = 21.2 \times 2 = 42.4 \text{ Vdc}}$$

(แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage = 100 Vdc)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Voc_(ระบบ) = Voc_(แผง)**

**แบบที่ 2 ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ SHARP NE-80E1U 80 Wp สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย
ขนาด 160 Wp**

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

- ☛ **SPT-XXYY** (XX เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ, YY เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ☛ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ ที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้ค่า **XX = 12**
- ☛ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ

✧ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (CC) = (160 Wp) / 12 = **13.33 A**

✧ หาค่า YY โดยคูณค่า CC ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = (13.33) x 1.2 = **16 A**

✧ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า YY นั่นคือ **SOLARCON SPT-1220**

- ☛ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ก้ำกึ่งไฟฟ้าสูงสุดของระบบ (**Vpm_(ระบบ)**) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ) = Vpm_(แผง) x จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม**

$$\mathbf{Vpm_{(ระบบ)} = 17.1 \times 2 = 34.2 \text{ Vdc}}$$

(ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range = 26-96 Vdc)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า **Vpm_(ระบบ) = Vpm_(แผง)**

- ☛ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ (**Voc_(ระบบ)**) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)} \times$ จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม

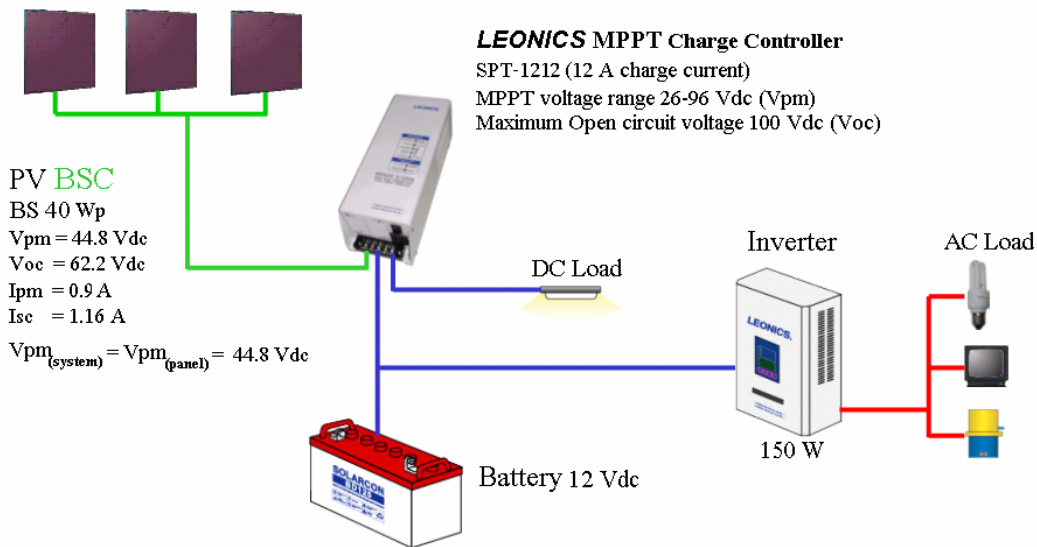
$$V_{oc(ระบบ)} = 21.3 \times 2 = 42.6 \text{ Vdc}$$

(แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage = 100 Vdc)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)}$

ตัวอย่างที่ 3

เมื่อใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **BSC BS 40** สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัยขนาด 120 Wp (ดูข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จาก [ตารางที่ 1](#))



รูปที่ 10 ตัวอย่างของการเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สำหรับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย ขนาด **120 Wp** โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **Bangkok Solar BS 40** 40 Wp 3 แผงต่อแบบขนาน

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

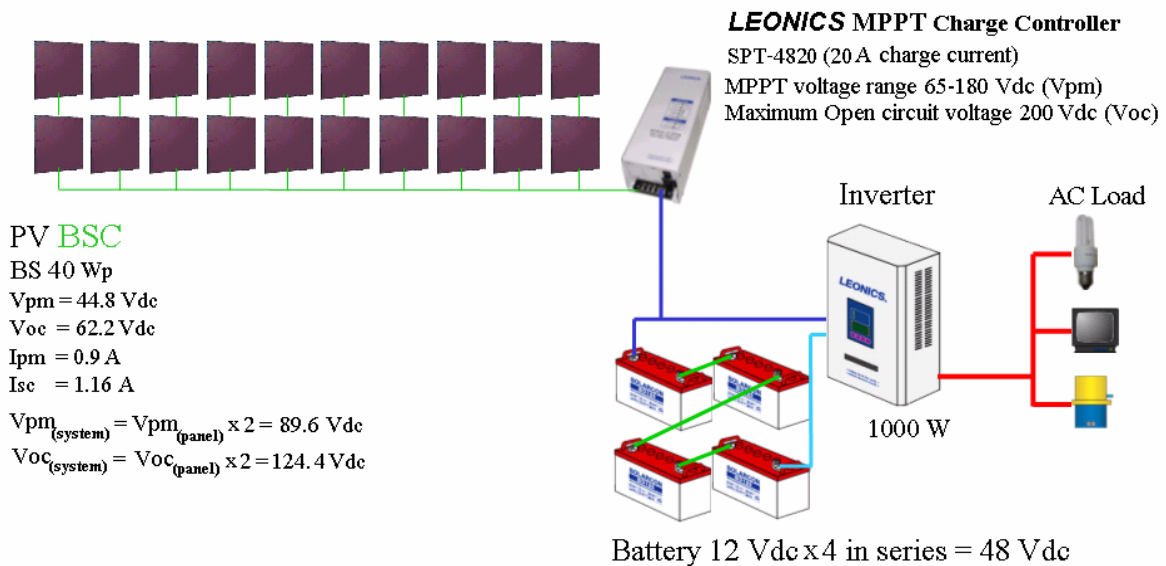
- ✧ **SPT-XXYY** (**XX** เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ, **YY** เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ✧ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ ที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้ค่า **XX = 12**
- ✧ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ
 - ✧ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (**CC**) = $(120 \text{ Wp}) / 12 = 10 \text{ A}$
 - ✧ หาค่า **YY** โดยคูณค่า **CC** ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = $(10) \times 1.2 = 12 \text{ A}$
 - ✧ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า **YY** นั่นคือ **SOLARCON SPT-1212**
- ✧ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ ($V_{pm(ระบบ)}$) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{pm(ระบบ)} = V_{pm(แผง)} \times$ จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{pm(ระบบ)} = V_{pm(แผง)} = 44.8 \text{ Vdc}$ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range = 26-96 Vdc)
- ✧ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ ($V_{oc(ระบบ)}$) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)} \times$ จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)} = 62.2 \text{ Vdc}$
 (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage = 100 Vdc)

ตัวอย่างที่ 4

เมื่อใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **BSC BS 40** สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งอิสระขนาด 800 Wp (ดูข้อกำหนด (Specification) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จาก [ตารางที่ 1](#))

แบบที่ 1 ระบบที่ใช้กับแบตเตอรี่ 48 Vdc



รูปที่ 11 ตัวอย่างของการเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งอิสระ **ขนาด 800 Wp** โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **Bangkok Solar BS 40** 40 Wp 20 แผงต่อแบบอนุกรม 2 แผง 10 แถว

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

- ✧ **SPT-XXYY** (XX เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสถานะปกติ, YY เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ✧ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสถานะปกติ ที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้ค่า **XX = 48**
- ✧ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ
 - ✧ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (CC) = $(800 \text{ Wp}) / 48 = 16.67 \text{ A}$
 - ✧ หาค่า YY โดยคูณค่า CC ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = $(16.67) \times 1.2 = 20 \text{ A}$
 - ✧ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า YY นั่นคือ **SOLARCON SPT-4820**
- ✧ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ ($V_{pm(ระบบ)}$) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{pm(ระบบ)} = V_{pm(แผง)} \times \text{จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม}$

$$V_{pm(ระบบ)} = 44.8 \times 2 = 89.6 \text{ Vdc}$$
 (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range = 65-180 Vdc)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{pm(ระบบ)} = V_{pm(แผง)}$
- ✧ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ ($V_{oc(ระบบ)}$) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)

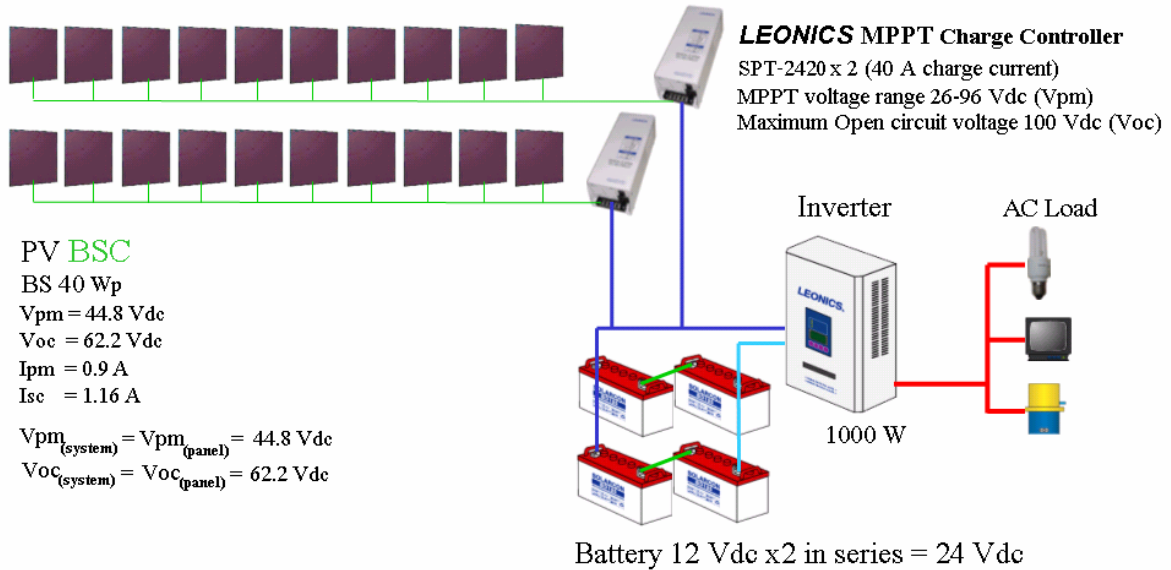
✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)} \times$ จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม

$$V_{oc(ระบบ)} = 62.2 \times 2 = 124.4 \text{ Vdc}$$

(แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage = 200 Vdc)

✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)}$

แบบที่ 2 ระบบที่ใช้กับแบตเตอรี่ 24 Vdc



รูปที่ 12 ตัวอย่างของการเลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าพร้อมด้วย MPPT สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งอิสระ ขนาด **800 Wp** โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ **Bangkok Solar BS 40** 40 Wp 20 แผงต่อแบบขนาน 2 แถวๆ ละ 10 แผง

สิ่งที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

- ✧ **SPT-XXYY** (**XX** เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ, **YY** เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ประจุได้สูงสุด)
- ✧ หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ ที่เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำการประจุ และให้ค่า **XX = 24**
- ✧ หาค่ากำลังผลิตสูงสุด (Wp) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ
 - ✧ เลือกค่าที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่ประจุได้ (**CC**) = $(800 \text{ Wp}) / 24 = 33.33 \text{ A}$
 - ✧ หาค่า **YY** โดยคูณค่า **CC** ด้วยค่า safety factor (ตามข้อกำหนดของ NEC) = $(33.33) \times 1.2 = 40 \text{ A}$
 - ✧ เลือกเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า **SOLARCON SPT-series** ที่ครอบคลุมค่า **YY** นั่นคือ **SOLARCON SPT-2420** จำนวน **2** เครื่อง
- ✧ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ ($V_{pm(ระบบ)}$) อยู่ในช่วงที่ **SPT-XXYY** สามารถควบคุมได้ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{pm(ระบบ)} = V_{pm(แผง)} \times$ จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{pm(ระบบ)} = V_{pm(แผง)} = 44.8 \text{ Vdc}$ (ช่วงแรงดันไฟฟ้าของ MPPT; MPPT voltage range = 26-96 Vdc)
- ✧ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของระบบ ($V_{oc(ระบบ)}$) ไม่มากกว่าอัตราของ **SPT-XXYY** (แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage)
 - ✧ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรม ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(ระบบ)} = V_{oc(แผง)} \times$ จำนวนแผงที่ต่อแบบอนุกรม

☆ ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน ต้องตรวจสอบว่า $V_{oc(\text{ระบบ})} = V_{oc(\text{แผง})} = 62.2 \text{ Vdc}$
(แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด; Maximum open circuit voltage = 100 Vdc)

บทความนี้เป็นงานอันมีลิขสิทธิ์ของบริษัท ลีโอนิคส์ จำกัด