



Departament d'Enginyeria Elèctrica



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Manresa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PRÀCTIQUES D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



Centrals elèctriques i energies renovables

Jordi Cunill Solà

Maig 2014

INDEX

Característiques bàsiques de l'entrenador fotovoltaic	3
PRÀCTICA 1: Descripció del sistema fotovoltaic i els seus components	5
PRÀCTICA 2: Verificació de la tensió de circuit obert i la intensitat de curtcircuit, del panell fotovoltaic	8
PRÀCTICA 3: Verificació de la qualitat del panell fotovoltaic.....	10
PRÀCTICA 4: Rendiment d'un panell o cèl·lula fotovoltaica.....	13
PRÀCTICA 5: Connexionat i posada en marxa d'una instal·lació completa d'energia solar fotovoltaica	16
DADES TÈCNIQUES PANELL N° 2 SILICI MONOCRISTAL·LI.....	18
EXEMPLE ESQUEMA MUNTATGE.....	20

CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE L'ENTRENADOR FOTOVOLTAIC



PANEL SOLAR

- Nombre de semicèlules en sèrie: 36
- Potència: 50 W
- Corrent en el punt de màxima potència: 3.13 A
- Tensió en el punt de màxima potència: 16 V
- Corrent en curtcircuit: 3.5 A
- Tensió en circuit obert: 20 V
- Diode de bloqueig
- Totalment estanc
- Soport que permet el montatge exterior amb inclinació ajustable
- Dimensions: 778 x 659 x 35 mm



MÒDUL DE CORRENT CONTINU

- Connexions al panell fotovoltaic i a la bateria
- Resistències de càrrega per assaig del panell solar
- Regulador de càrrega de la bateria amb microprocessador
- 2 portalàmpades per 12 Vcc



MÒDUL DE CORRENT ALTERN

- Convertidor CC/CA.
 1. Entrada: 12 Vcc
 2. Sortida: 220 Vca a 50 Hz
- Resistència de càrrega per assaig del convertidor CC/CA
- Base endoll SCHUKO per càrrega exterior



BATERIA ESTACIONARIA

- Sistema monobloc
- Tecnologia de gel sense manteniment
- Capacitat màxima: 130 Ah

CONJUNT CABLES

- Conjunt de 22 cables de seguretat de 4 mm



MEDIDOR DIDÀCTIC D'ENERGÍA SOLAR

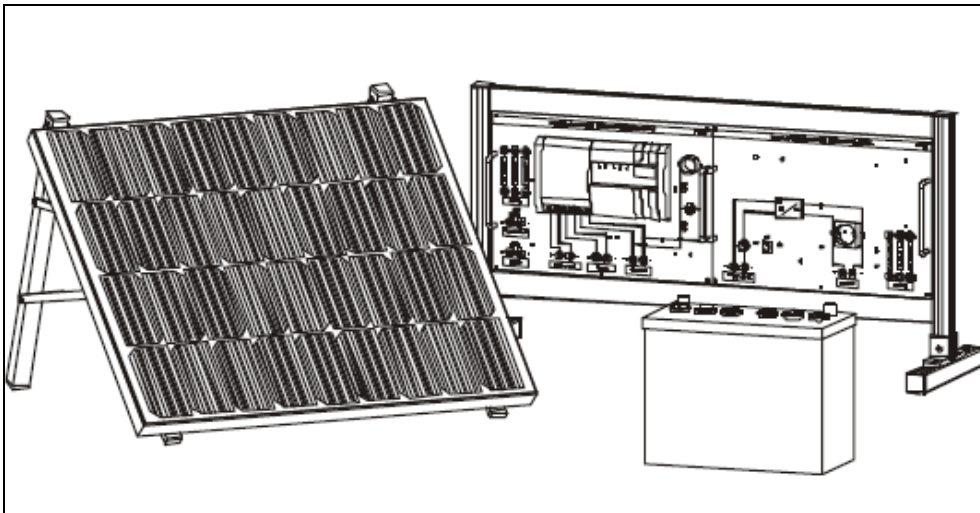
- Escales: 1.000 i 300 W/m²
- Portàtil
- No necessita piles

PRÀCTICA 1: Descripció del sistema fotovoltaic i els seus components

➤ Objectius

- Conèixer els components bàsics d'una instal·lació fotovoltaica.
- Identificar i conèixer cadascuna de les parts de l'entrenador fotovoltaic SIDAC.

➤ Dibuix constructiu



➤ Descripció

Panell solar (Conjunt Didàctic Panell Solar Fotovoltaic)

- Mòdul solar fotovoltaic de silici monocristal·lí.

MODEL	A-50
POTÈNCIA	50 W
CORRENT	3.13 A

Regulador de càrrega (Mòdul Didàctic de corrent continu)

- Regulador de 12 Vcc de tecnologia digital. Amb amperímetre i voltímetre incorporat. Sonda temperatura interna. Corrector automàtic dels nivells de càrrega.

Bateria estacionaria

- Bateria monobloc estacionaria de 130 Ah. Descàrrega en 5 h.

Convertidor / Inversor (Mòdul Didàctic de corrent altern)

- De tipus d'ona quadrada modulada. Potència nominal: 150 W. Tensió nominal d'entrada: 12 V. Tensió nominal de sortida: 220 Vca. Freqüència de sortida: 50 Hz. Consum en buit: 8 W. Capacitat de la punta d'arrencada: 300 W. Sobrecàrrega admissible (durant 5 s): 300 W. Rendiment a plena càrrega: > 90%.

➤ **Qüestionari**

- 1) De quantes cèl·lules fotovoltaïques està constituït el panell solar?.
- 2) Calcula la superfície d'una de les cèl·lules.
- 3) Calcula la intensitat i la potència elèctrica que generaria una cèl·lula del panell sabent que la irradiància solar màxima és de 100 mW/cm^2 i el valor màxim de tensió elèctrica de la cèl·lula és de 0.5 V i el seu rendiment del 12 %.
- 4) Quantes bateries estacionaries de 2 volts farà falta connectar per obtenir una tensió de treball de 48 Vcc?. De quina forma s'han de connectar, en sèrie o en paral·lel?.
- 5) Es disposa de 96 bateries com les de l'apartat anterior, com s'han de connectar (totes) per tal de tenir una tensió nominal de 24 V?. Dibuixa l'esquema corresponent.

➤ **Seqüència de realització**

Amb un comprovador de continuïtat s'ha d'identificar en el *Mòdul didàctic de corrent continu*, cada born amb:

- Els borns dels components de la tapa posterior (Connexions del panell i de la bateria).
- La seva corresponent connexió en el regulador.

Amb un òhmmetre per mesurar les càrregues en el *Mòdul didàctic de corrent continu i Mòdul didàctic de corrent altern*.

➤ ANNEX

Panells fotovoltaics

Són elements de generació elèctrica. Estan formats per un numero variable de cèl·lules fotovoltaiques connectades en sèrie i/o en paral·lel per poder produir una tensió nominal de 12 V. Les cèl·lules estan encapsulades entre una làmina plàstica per darrere i una coberta transparent per davant. Tot el conjunt està tancat per una carcassa perifèrica metàl·lica, amb això queda un conjunt estanc protegit de la humitat.

Els panells fotovoltaics s'orienten sempre cap al sud. La inclinació amb la que s'han d'instal·lar depèn de la latitud de l'emplaçament. Pot variar des de la horitzontalitat de l'equador fins la verticalitat dels pols. Si es tenen que deixar fixes es millor escollir la inclinació òptima de l'hivern.

Regulador

La funció d'aquest aparell es protegir les bateries contra la sobrecàrrega i la descàrrega excessiva. En el primer cas, posa les plaques en curtcircuit i talla el pas del corrent cap a les bateries. En el segon cas, avisa al consumidor mitjançant una alarma que indica que la tensió de les bateries començarà a baixar per sota del nivell de seguretat, o bé, en alguns models, talla el subministrament si el consum continua sense que hi hagi suficient càrrega. També actuen com indicadors de l'estat de càrrega de les bateries, de la intensitat de corrent de càrrega de les bateries i del consum.

Un bon sistema de regulació no només permet aprofitar al màxim l'energia subministrada per les plaques fotovoltaiques sinó que, a més, es essencial per garantir una bona protecció i utilització de les bateries.

Bateries

Com que la intensitat solar varia durant el dia es necessita emmagatzemar l'energia elèctrica generada. Per a això, habitualment s'utilitzen bateries, es el sistema més eficaç i econòmic. Les instal·lacions fotovoltaiques utilitzen normalment bateries estacionaries amb vasos independents de 2 V que connectats en sèrie, ofereixen la tensió de treball adequada. La capacitat d'emmagatzemat d'electricitat necessària es calcula sobre la base del consum diari estimat i del nombre de dies d'autonomia que es considera tenint en compte el nombre màxim de dies ennuvolats que poden haver-hi en el clima normal de la zona. A aquest resultat cal afegir-hi la fracció de la capacitat de càrrega o càrrega residual, per sota del qual no es pot baixar.

La vida activa de la bateria dependrà de la bona utilització i de la qualitat del sistema de regulació de càrrega i descarrega. La bateria mai s'ha de descarregar per sota del 80% de la seva càrrega i periòdicament s'ha de realitzar una càrrega a fons. Es important que el dimensionat plaques-bateries, respecte el consum, sigui correcte ja que un excés de capacitat d'emmagatzemat pot significar que mai es realitzi la càrrega a fons, fet que perjudicaria a les bateries. En el cas contrari, o sigui una capacitat d'emmagatzemat molt baixa, equivaldria a corre el risc de quedar-se sense electricitat en períodes de mal temps.

Convertidor

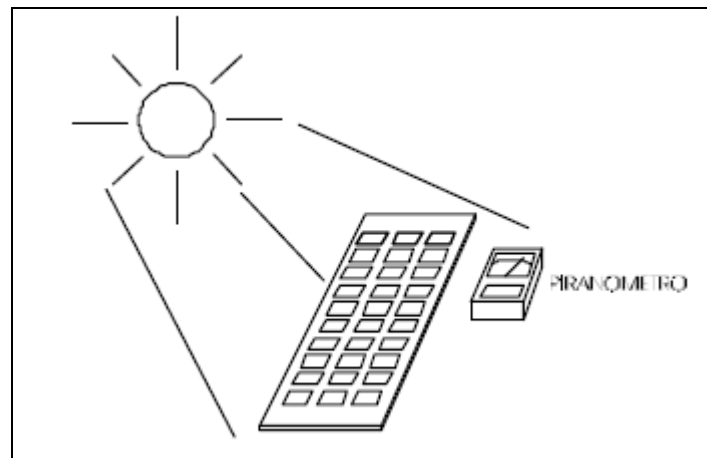
La gran majoria d'electrodomèstics estan dissenyats per treballar en corrent altern sinusoidal de 50 Hz i 230 V. Habitualment la transformació del corrent contínua de les bateries (12, 24 o 48 V) a altern (230 V) es realitza per mitjà d'un aparell electrònic denominat ondulador, inversor o convertidor, que poden produir una ona sinusoidal o quadrada.

PRÀCTICA 2: Verificació de la tensió de circuit obert i la intensitat de curtcircuit, del panell fotovoltaic

➤ Objectius

- Verificar la intensitat de curtcircuit del panell solar.
- Verificar la tensió de circuit obert del panell solar.

➤ Il·luminació del panell



➤ Descripció

- Per obtenir la I_{cc} , s'haurà de mesurar la intensitat amb un amperímetre connectat directament a la sortida del panell, sense càrrega.
- Per obtenir la V_o , s'haurà de mesurar la tensió amb un voltímetre connectat directament a la sortida del panell, sense càrrega.

➤ **Qüestionari**

- 1) Quin rendiment (%) tindrà una cèl·lula de 100 mm de diàmetre on la intensitat màxima produïda es de 2.5 A i està exposada a una radiació lluminosa de 100 mW/cm²?
- 2) Quina intensitat pot produir una cèl·lula de 150 mm de diàmetre, que te un rendiment del 12 % i que està exposada a una radiació de 75mW/cm²?
- 3) Quina serà la tensió de dos grups de tres cèl·lules en sèrie que s'hagin connectat en paral·lel?
- 4) Coneixent la tensió de circuit obert del panell fotovoltaic del equip, calcular quantes plaques farien falta per generar 150 Vcc?. De quina manera anirien connectades?

➤ **Seqüència de realització**

- 1) Orientar el panell cap a la font lluminosa.
- 2) Connectar el panell a l'entrenador.
- 3) Connectar l'amperímetre a la sortida del panell de l'entrenador.
- 4) Realitzar la mesura.
- 5) Connectar el voltímetre a la sortida del panell de l'entrenador.
- 6) Realitzar la mesura.

➤ **ANNEX**

Intensitat de curtcircuit I_{cc}

Es aquella que es produeix a tensió zero i es pot mesurar amb un amperímetre connectat directament a la sortida del panell fotovoltaic. El seu valor pot variar en funció de la superfície de les cèl·lules i de la radiació lluminosa que aquestes reben.

Per cèl·lules de 100 mm de diàmetre, el seu valor està proper als 2.5 ampers per una radiació de 100 mW/cm².

Tensió de circuit obert V_o

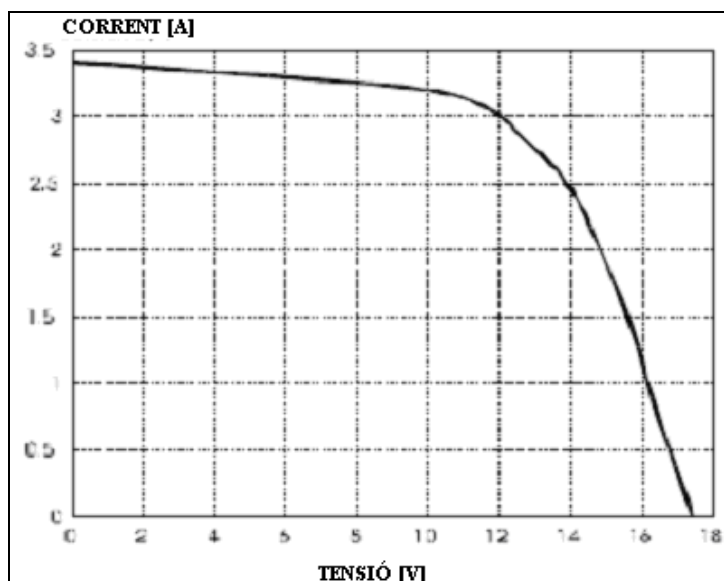
És la tensió màxima resultant sense que existeixi cap càrrega connectada a la placa. La mesura s'efectua connectant un voltímetre directament als borns de la placa fotovoltaica. El seu valor oscil·la al voltant dels 0.5 V per cada cèl·lula de la placa i la tensió total dependrà del nombre de cèl·lules que aquesta tingui.

PRÀCTICA 3: Verificació de la qualitat del panell fotovoltaic

➤ Objectius

- Calcular el punt de potència màxima del panell.
- Obtenir l'índex de qualitat del panell en base al paràmetre del factor de forma.

➤ Corba (I, V)



➤ Descripció

- Per calcular el punt de potència màxima del panell s'haurà de realitzar una corba (I, V) a partir dels parells de valors obtinguts per diferents càrregues des de buit a curtcircuit.
- Una vegada obtingut el punt de potència màxima, s'obtindrà el factor de forma que ens indicarà la qualitat de les cèl·lules del panell fotovoltaic.

➤ Qüestionari

- 1) Donat un valor de factor de forma 0.7 d'un altre panell, comparar-lo amb el valor de l'assajat i deduir quin dels dos es de més qualitat.
- 2) En el supòsit de no disposar de la resistència variable, quins valors de resistència fixa s'haurien de tenir per poder realitzar la gràfica.
- 3) Si la resistència pren el valor zero, podria perjudicar al panell?. Raonar la resposta.

- 4) Variarà la qualitat de la placa amb la radiació solar?

➤ **Seqüència de realització**

- 1) Orientar el panell cap a la font lluminosa.
- 2) Connectar el panell al entrenador.
- 3) Afegir una resistència variable de 3.3Ω a $100\Omega/4A$, en els borns de generació. Connectar un voltímetre i un amperímetre a aquests borns.
- 4) Variar la resistència, des del seu valor màxim fins al seu valor mínim, realitzant 15 o més mesures (I, V) de forma gradual.
- 5) Amb els valors obtinguts, realitzar la gràfica en l'apartat "Dibuix constructiu".
- 6) Recuperar de l'activitat 2 el valor obtingut del corrent del panell en curtcircuit.
- 7) Recupera de l'activitat 2 el valor de la tensió del panell en circuit obert.
- 8) Obtenir el producte dels parells de valors (I, V).
- 9) Obtenir el parell de valors (I, V) de la corba, el producte del qual es màxim.
- 10) Trobar el factor de forma (FF) a partir dels valors obtinguts i els recuperats mitjançant la fórmula.

$$FF = \frac{I_p \cdot V_p}{I_{cc} \cdot V_o}$$

- 11) Verificar si el valor obtingut s'ajusta al valor de qualitat de les cèl·lules comercials.

➤ **ANNEX**

Potència de pic W_p

És la potència elèctrica màxima que pot subministrar una cèl·lula o panell solar per un valor de radiació concret. Es defineix per el punt de la corba I, V on el producte de la intensitat produïda i la tensió és màxim. Tots els punts restants de la corba generen valors inferiors d'aquest producte. $W_p = V_p \cdot I_p$

Factor de forma FF

És un valor variable entre zero i la unitat. Quant més s'aproxima a la unitat major qualitat tindrà la cèl·lula.

Es defineix mitjançant l'expressió.

$$FF = \frac{I_p \cdot V_p}{I_{cc} \cdot V_o}$$

On:

FF = Factor de Forma

I_p = Intensitat que defineix la potència pic

V_p = Tensió que defineix la potència pic

I_{cc} = Intensitat de curtcircuit del panell

V_o = Tensió de buit del panell

Normalment en les cèl·lules comercials el FF està comprès entre el 0.7 i el 0.8, tenint les de silici monocristal·lí millor valor que les fabricades amb silici policristal·lí.

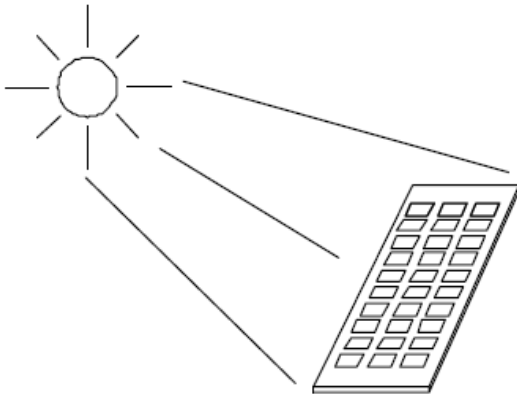
El factor de forma resulta ser un paràmetre de gran utilitat pràctica ja que al ser avaluat amb el d'un altre tipus de cèl·lula ens dona una idea de la seva qualitat.

PRÀCTICA 4: Rendiment d'un panell o cèl·lula fotovoltaica

➤ Objectius

- Obtenir el rendiment del panell fotovoltaic.
- Diferenciar entre qualitat i rendiment d'una cèl·lula fotovoltaica.
- Saber convertir la radiació incident de calories/cm² minut a W/m².

➤ Dibuix constructiu



➤ Descripció

- Per calcular el rendiment d'una cèl·lula o panell fotovoltaic s'haurà de relacionar la potència de pic amb la potència de radiació incident sobre la cèl·lula o panell solar.
- El valor de la potència de la radiació incident, vindrà donada per unes taules, o gràfiques que reflecteixen el lloc, l'època del any i l'hora en que es fa la mesura. També es pot mesurar amb un piranòmetre. Veure annex 1. La potència de pic ja s'ha trobat en l'activitat anterior.

➤ Qüestionari

- 1) Un rendiment del 25% és un valor alt o baix per una cèl·lula monocristal·lina?
- 2) Una cèl·lula de molt alta qualitat, podria tenir un rendiment superior a 1? Raonar la resposta.
- 3) El rendiment és un factor dependent de:
 - a) El temps d'exposició?
 - b) La superfície del panell?Raonar la resposta.

- 4) Classificar els diferents tipus de cèl·lules en funció dels seus rendiments. Raonar les respostes.
- 5) La temperatura del panell te alguna influència en el rendiment del mateix?

➤ **Seqüència de realització**

- 1) Recuperar de l'activitat 3 el valor obtingut de la potència de pic W_p .
- 2) Recuperar de l'activitat 1 el valor de la superfície útil del panell.
- 3) Buscar la potència de radiació incident en alguna taula, en un gràfic o realitzar la mesura amb un piranòmetre.
- 4) Fer les conversions d'unitats, si fa falta.
- 5) Trobar el rendiment (η) a partir dels valors obtinguts i els recuperats mitjançant la formula següent:

$$\eta = \frac{W_p}{W_r} \cdot 100$$

- 6) Verificar si el valor obtingut s'ajusta als valors de rendiment de les cèl·lules comercials.

➤ **ANNEX 1**

Radiació incident.

Per ser estrictes, la radiació incident s'hauria d'obtenir en el mateix moment en que s'hagin trobat els parells de valors (I, V) per al càlcul del FF. Si es pren la radiació incident de les taules, els valors que aquestes indiquen poden no reflectir la radiació real d'aquest moment, degut a que estan calculades sobre la base de la mitjana màxima de cada període indicat. La forma més correcta de realitzar la mesura seria utilitzant un piranòmetre, encara que la disponibilitat d'aquest aparell es poc freqüent.

Rendiment d'una cèl·lula o panell solar

Rendiment

És un valor variable entre zero i la unitat. Quant més s'aproxima a la unitat major rendiment tindrà la cèl·lula.

Es defineix mitjançant l'expressió:

$$\eta = \frac{W_p}{W_r} \cdot 100$$

On:

Pràctiques d'energia solar fotovoltaica

η = Rendiment

W_p = Potència de pic

W_r = Potència de la radiació incident sobre la superfície útil del panell

Normalment en les cèl·lules comercials η està compès entre el 10% que correspondria a les de silici policristal·lí i el 14% de les de silici monocristal·lí. Les de arsenur de gal·li tenen un rendiment al voltant del 27%. Sembla lògic pensar que aquestes últimes serien les més indicades per fabricació de panells pel seu alt rendiment, però el problema principal radica en que aquest material es rar i poc abundant. Actualment està en fase d'experimentació i no es fabrica de forma industrial.

El rendiment resulta ser un paràmetre de gran utilitat pràctica ja que, al ser avaluat, dona idea de l'eficiència d'un tipus de cèl·lula.

➤ ANNEX 2

Transformació d'unitats

Es usual donar el valor de la radiació incident en $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ i també en W/m^2 existint la següent relació entre ells.

a) Transformació dels valors en W/m^2 a $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$

$$1 \text{ J} = 0.24 \text{ cal.}$$

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{\text{s}} = \frac{0.24 \text{ cal}}{\text{s}} = \frac{0.24 \cdot 60 \text{ cal}}{\text{min}}$$

$$\frac{1 \text{ W}}{\text{m}^2} = \frac{0.24 \cdot 60 \text{ cal}}{\text{min} \cdot \text{m}^2} = \frac{0.24 \cdot 60 \text{ cal}}{\text{min} \cdot 10^4 \cdot \text{cm}^2}$$

i per tant, arreglant convenientment aquesta igualtat

$$\frac{1 \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min.}} = \frac{694.4 \text{ W}}{\text{m}^2}$$

i

$$\frac{1 \text{ W}}{\text{m}^2} = \frac{0.00144 \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min.}}$$

b) Transformació de J/m^2 a $\text{W} \cdot \text{h/m}^2$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$$

$$3600 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{h}$$

$$\frac{3600 \text{ J}}{\text{m}^2} = \frac{1 \text{ W} \cdot \text{h}}{\text{m}^2}$$

PRÀCTICA 5: Connexionat i posada en marxa d'una instal·lació completa d'energia solar fotovoltaica

➤ Objectius

- Conèixer la funció de cada un dels elements que conformen l'equip.
- Saber interconnectar tots els elements mantenint la seqüència descrita.
- Saber realitzar la posada en marxa i comprovació del funcionament de l'equip.
- Familiaritzar-se amb la interpretació de la informació tècnica.

➤ Descripció

- Connexionat de tot l'equip i comprovació del seu bon funcionament.
- Lectura i interpretació dels catàlegs subministrats per als fabricants.

➤ Qüestionari

- 1) Seria correcte connectar l'entrada del regulador directament als borns de la bateria? Raonar la resposta.
- 2) Que passaria en el cas que el panell no donés intensitat suficient per carregar la bateria i hi hagués consum? i si, no n'hi hagués?
- 3) Seria possible connectar una TV amb un consum de 230 W a la sortida del convertidor? Per qué?
- 4) Es de nit i s'està alimentant un consum de 20 W, en el cas que la bateria estigués descarregada sobre el 70% de la seva capacitat.
 - a) Com actuaria el regulador?
 - b) I en el cas que fos de dia amb una radiació màxima?
- 5) Seria correcte connectar en borns del convertidor un transformador en buit que representés una càrrega de 50 W?

➤ Seqüència de realització

- 1) Connexionat del equip seguint la seqüència següent:
 - a) Connectar el panell solar i la bateria al seu model corresponent.
 - b) Connectar amb les bananes la sortida del regulador al acumulador. Verificar sempre la polaritat.
 - c) Prémer la tecla **V** del regulador i confirmar que indica una tensió pròxima a la de la bateria.

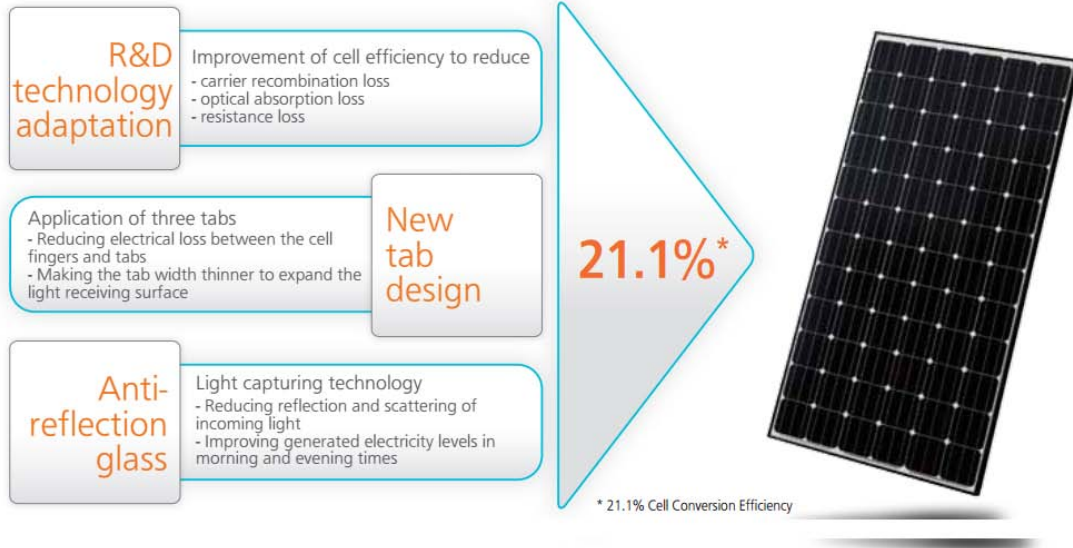
Pràctiques d'energia solar fotovoltaica

- d) Connectar la sortida de consum del regulador a l'entrada del convertidor i als consums en CC. Verificar que funcionen en CA i CC.
 - e) Connectar l'entrada del regulador al panell generador. Si hi ha suficient radiació i es troba en fase de càrrega (led 1 il·luminat), prémer la tecla **A↓** (corresponent al pulsador de intensitat de càrrega) per confirmar que hi ha intensitat d'entrada sempre que no hi hagi cap consum connectat.
- 2) Verificació del bon funcionament del conjunt.
Mirar les lectures de tensió i la intensitat que indica el display del regulador. Comprovar que carrega la bateria observant si el led 1 o el led 2 estan il·luminats intermitentment. Observar **A↓** per verificar que entra intensitat.
 - 3) Connectar una càrrega de 100 W, en CC o en CA, i comprovar en el regulador la magnitud de la intensitat prement **A↑** (correspon al pulsador d'intensitat de consum).
 - 4) Lectura de la informació tècnica sobre el regulador.
 - 5) Lectura de la informació tècnica sobre el convertidor.

DADES TÈCNIQUES PANELL N° 2 SILICI MONOCRISTAL·LI

HIT Power 235S

VBHN235SA06



Electrical Specifications

Model	HIT Power 235S or VBHN235SA06
Rated Power (Pmax) ¹	235 W
Maximum Power Voltage (Vpm)	43.0 V
Maximum Power Current (Ipm)	5.48 A
Open Circuit Voltage (Voc)	51.8 V
Short Circuit Current (Isc)	5.84 A
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.30%/ °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.124 V/ °C
Temperature Coefficient (Isc)	1.75 mA/ °C
NOCT	118.9°F (48.3°C)
CEC PTC Rating	218.7 W
Cell Efficiency	21.1%
Module Efficiency	18.6%
Watts per Ft. ²	17.33 W
Maximum System Voltage	600 V
Series Fuse Rating	15 A
Warranted Tolerance (-/+)	-0% / +10%

Mechanical Specifications

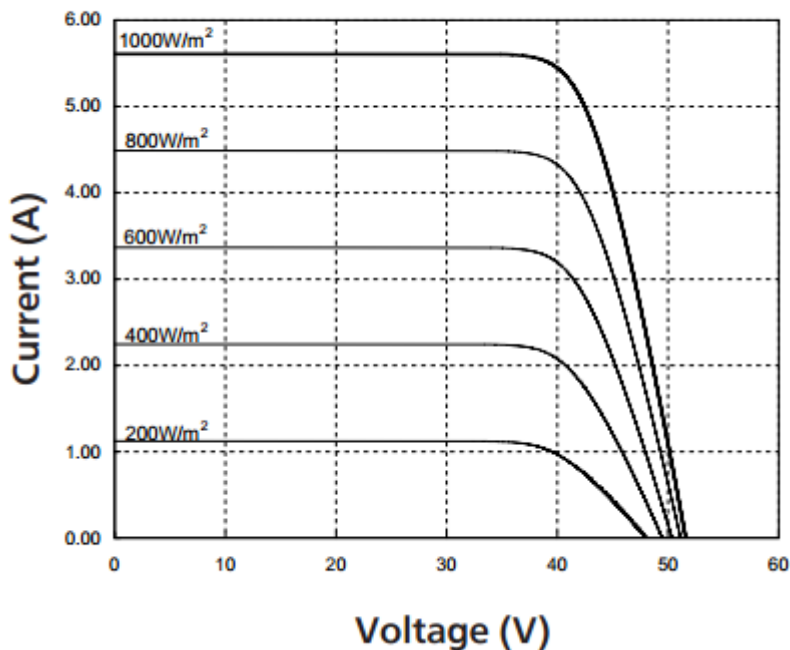
Internal Bypass Diodes	3 Bypass Diodes
Module Area	13.56 Ft ² (1.26m ²)
Weight	33.1 Lbs. (15kg)
Dimensions LxWxH	62.2x31.4x1.4 in. (1580x798x35 mm)
Cable Length +Male/-Female	40.55/34.64 in. (1030/880 mm)
Cable Size / Type	No. 12 AWG / PV Cable
Connector Type ³	Multi-Contact [®] Type IV (MC4 [™])
Static Wind / Snow Load	50 PSF (2.400 Pa)
Pallet Dimensions LxWxH	63.2x32x.65 in. (1607x815x1650 mm)
Quantity per Pallet / Pallet Weight	40 pcs./1388.9 Lbs (630 kg)
Quantity per 40' Container	560 pcs.
Quantity per 20' Container	280 pcs.

Operating Conditions & Safety Ratings

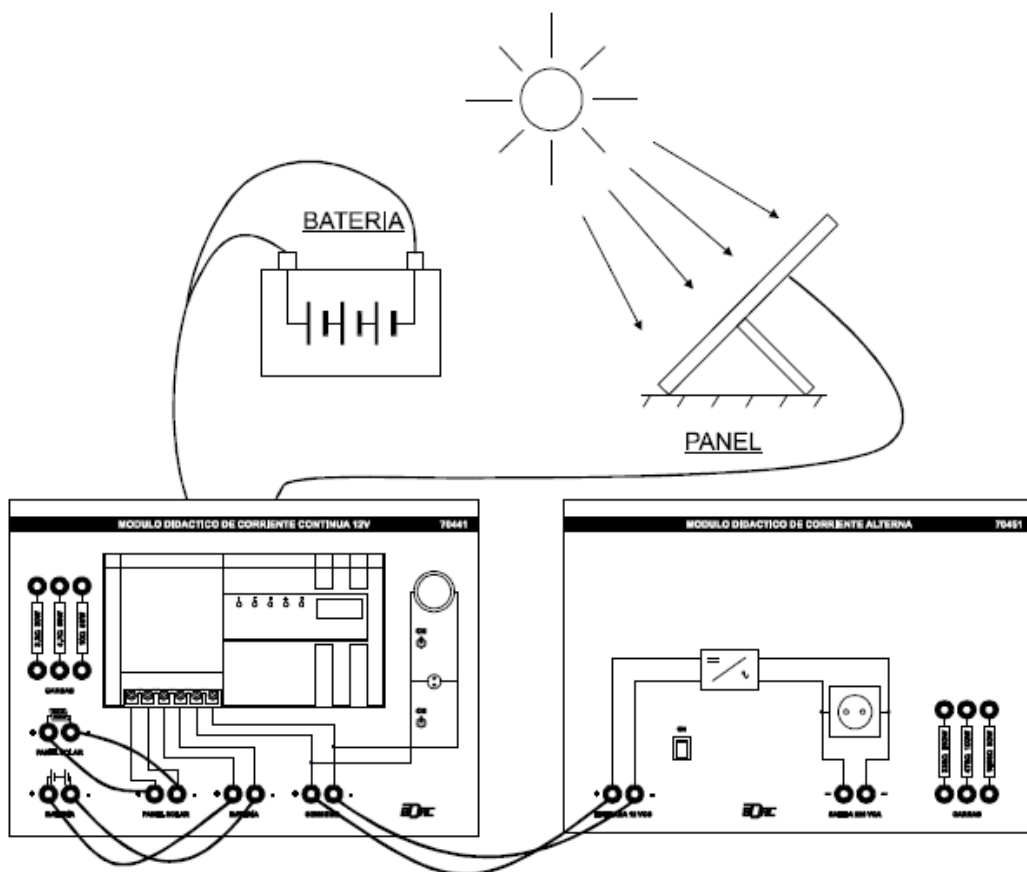
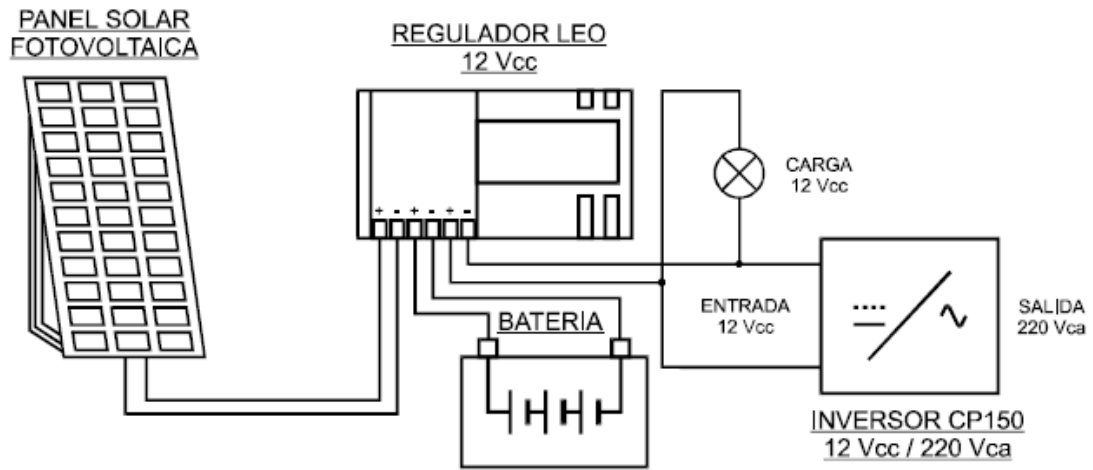
Ambient Operating Temperature ²	-4°F to 115°F (-20°C to 46°C)
Hail Safety Impact Velocity	1" hailstone (25mm) at 52 mph (23m/s)
Fire Safety Classification	Class C
Safety & Rating Certifications	UL 1703, cUL, CEC
Limited Warranty	10 Years Workmanship, 20 Years Power Output

¹STC: Cell temp. 25°C, AM1.5, 1000W/m²
²Monthly average low and high of the installation site.
 Note: Specifications and information above may change without notice.
³Safety locking clip (PV-SSH4) is not supplied with the module.

Dependence on Irradiance



EXEMPLE ESQUEMA MUNTATGE



Pràctiques d'energia solar fotovoltaica

