



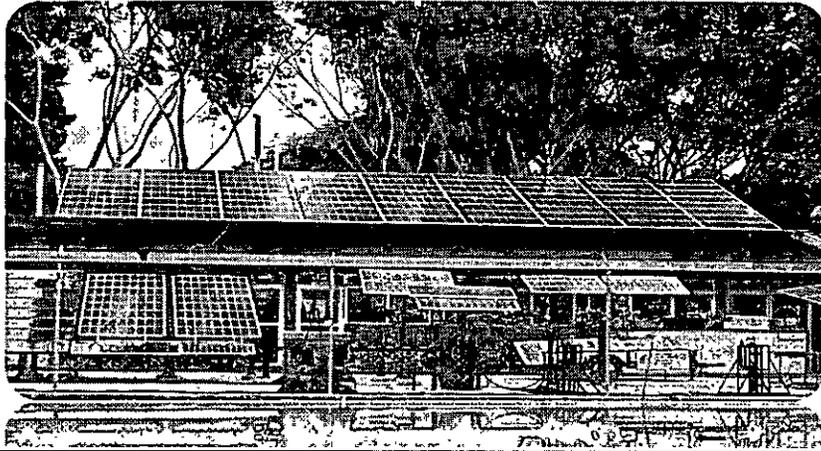
CURSO:

**ELECTRÓNICA, LINTERNAS MARINAS
Y SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

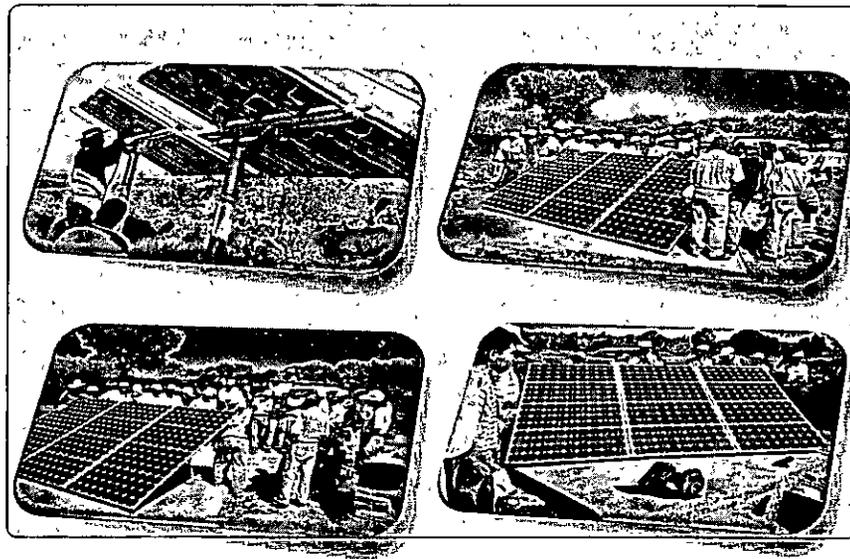
CI-11/2011



CURSO
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
aplicados al
Señalamiento Marino
Palacio de Minería,



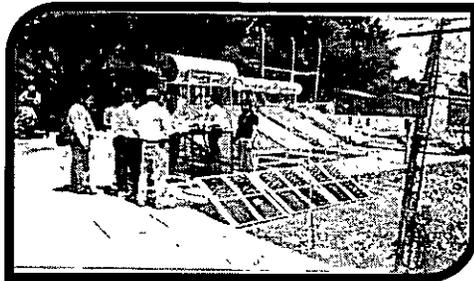
Sistemas Fotovoltaicos de Baja Potencia



Objetivo

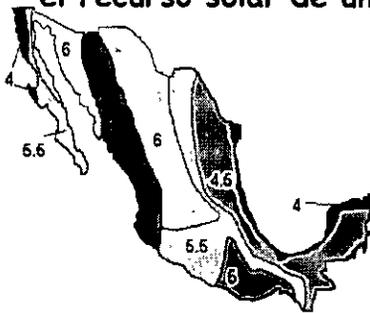
Proporcionar los elementos necesarios para que el profesionalista

- Conozca los diferentes materiales relacionados con la conversión fotovoltaica, la tecnología basada en dicho fenómeno, las tecnologías fotovoltaicas, su uso en sistemas de generación de electricidad; y
- Conozca los criterios de dimensionamiento y diseño para sistemas fotovoltaicos autosustentados aplicados al señalamiento marino.

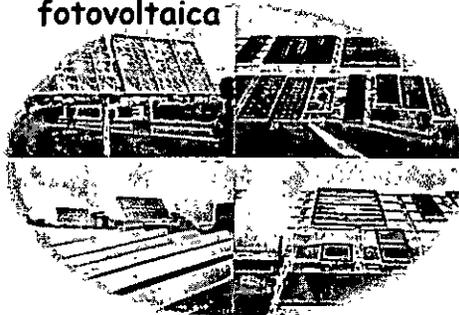


Alcances

Proporcionar información básica para estimar el recurso solar de una región dada.

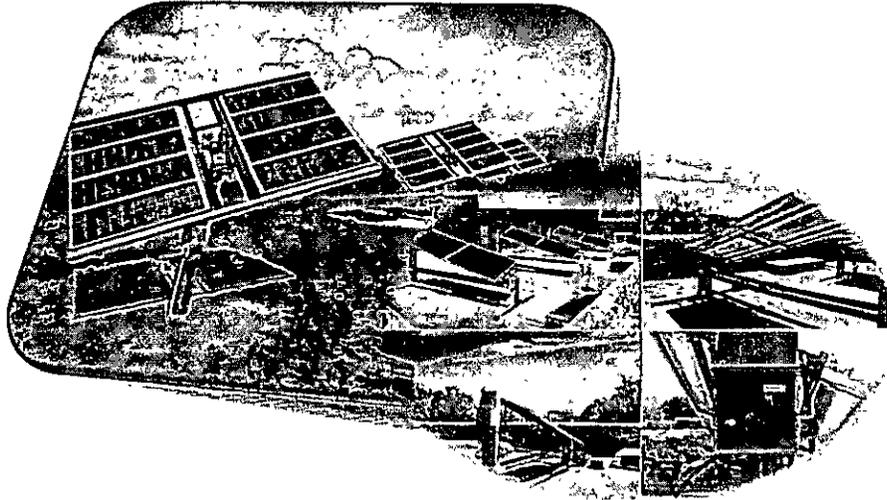


Identificar los diferentes tipos de tecnología fotovoltaica



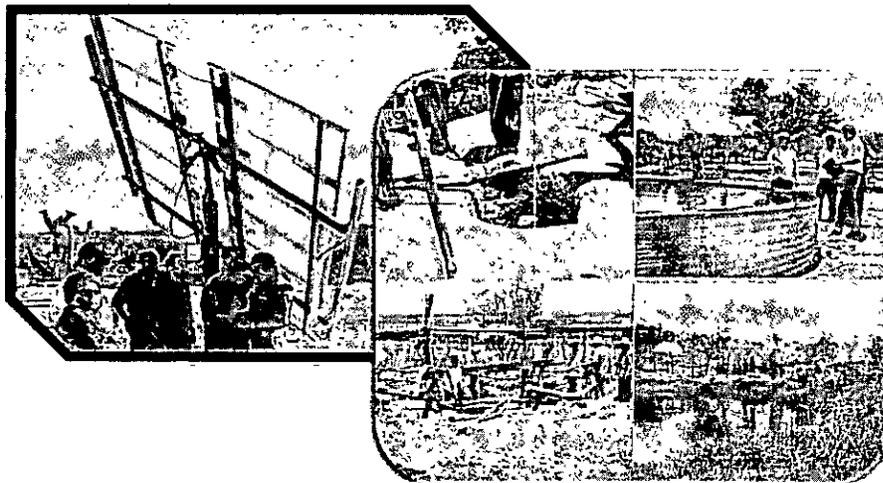
Alcances...

Generar conocimiento básico para proponer la configuración de un sistema fotovoltaico adecuado a una necesidad específica



Alcances...

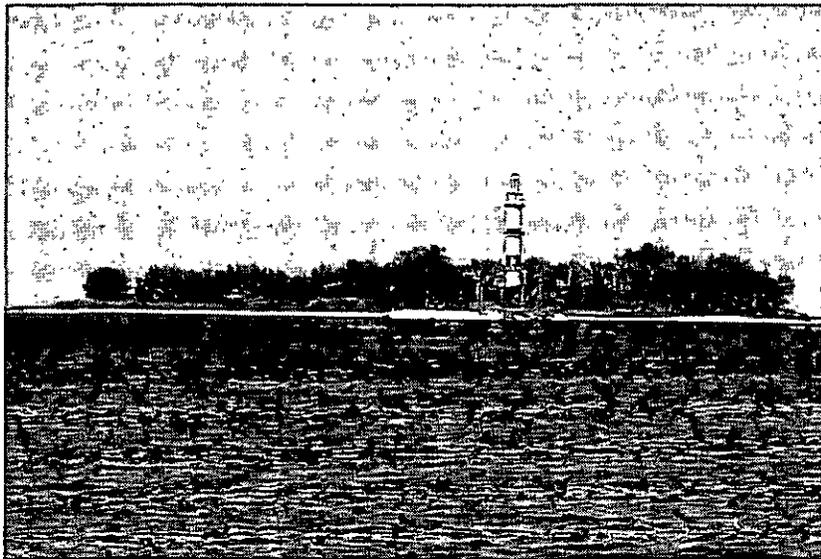
Generar conocimientos básicos para el dimensionamiento y diseño de sistemas fotovoltaicos de baja potencia y su aplicación al señalamiento marino.



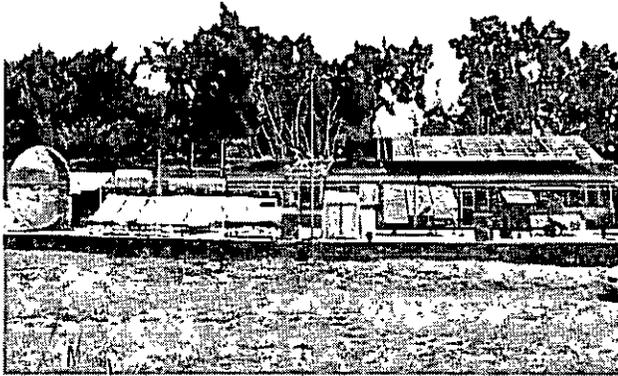
Temario a cubrir en la Agenda de trabajo

Conceptos Básicos sobre Energía Solar y Recursos Solares Regionales:
Efecto FV, Celdas, Tecnologías Comerciales
Módulos, Arreglos y Sistemas Fotovoltaicos:
Estructuras, Baterías, Controladores:
Dimensionamiento: Sistemas CD autosustentados
Ejercicio Dinámico:
Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos

Faro de la Isla de Sacrificios

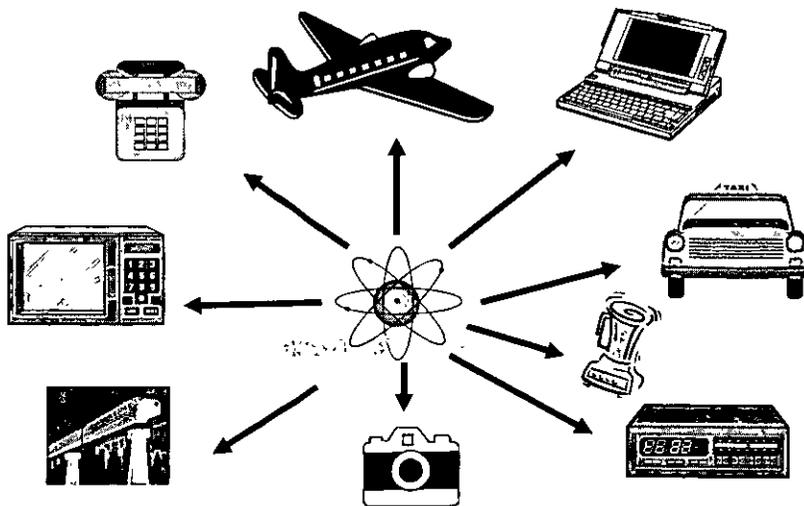


Conceptos básicos de electricidad y Dimensionamiento de conductores



www.cie.unam.mx

Uso de la Energía Eléctrica



Tópicos a tratar



¿Quién es el responsable de los fenómenos eléctricos?

¿Qué es la corriente eléctrica?

¿Cuántos tipos de corriente eléctrica existen?

¿Qué es la corriente alterna?

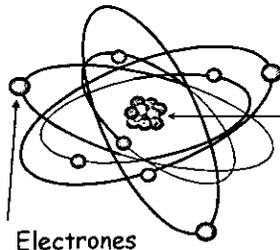
¿Qué es la corriente directa?

¿Qué es el voltaje eléctrico?

¿Qué es la potencia eléctrica?

¿Qué es la energía eléctrica?

El átomo



Electrones

Núcleo:
protones y
neutrones



Los electrones son las partículas responsables de la electricidad y se les conoce como los portadores de la carga eléctrica.

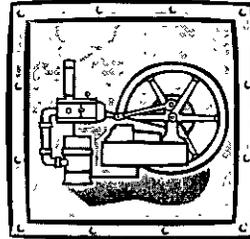
Por convención se le ha asignado carga negativa.

Ellos pueden ser removidos de sus átomos y acumularse en regiones específicas o desplazarse a través de un medio sólido, líquido o gaseoso, siempre que exista una fuerza que los impulse

Formas comunes de electricidad



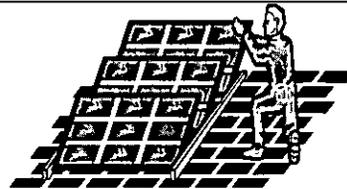
Electricidad estática



Electricidad mecánica
(Alternadores ó dinamos)

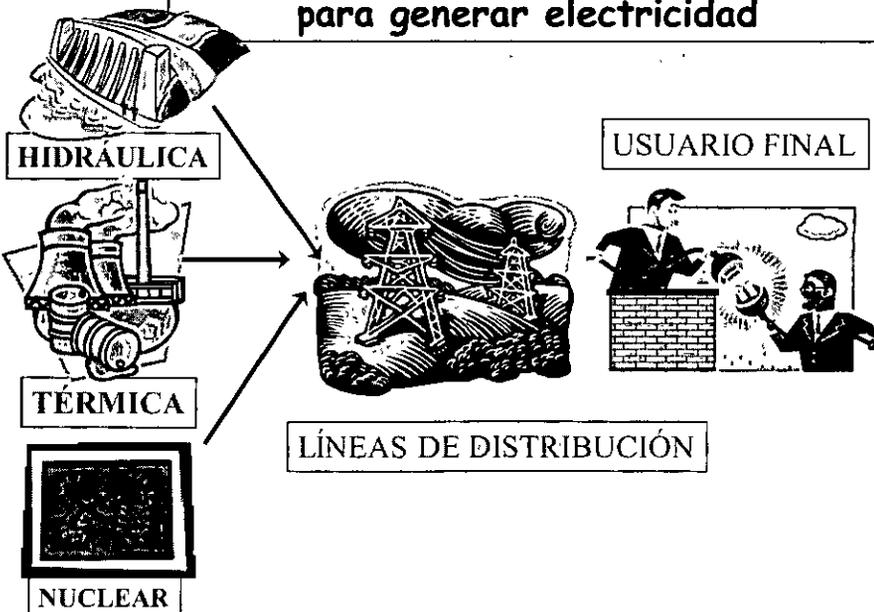


Electricidad química



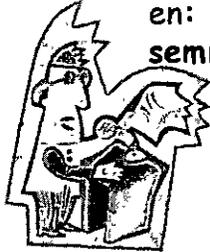
Electricidad
fotovoltaica

Energías convencionales y tecnologías para generar electricidad



Términos comunes en electricidad

Por su capacidad de conducir la electricidad los materiales de la naturaleza se clasifican en: **conductores, aislantes y semiconductores.**



Los metales son los conductores que presentan el medio de menor resistencia al flujo de las cargas eléctricas.

La **corriente eléctrica** es el flujo de electrones movidos por una fuerza externa. Se define como el número de electrones que en un segundo fluyen por la sección transversal de un conductor.

Símbolo: **I** Unidad de medición: Amper,
simbolizado por: **A**



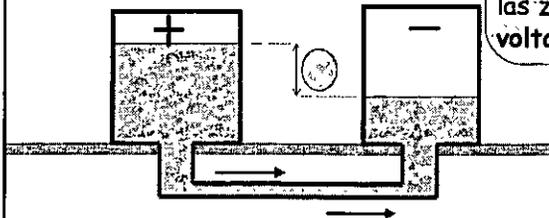
El **voltaje eléctrico** es el trabajo que debe realizar una fuente externa sobre los electrones para que estos puedan fluir por el conductor y producir una corriente eléctrica.

Símbolo: **V**

Unidad de medición: El **volt**
Simbolizado por: **V**

Forma Análoga:

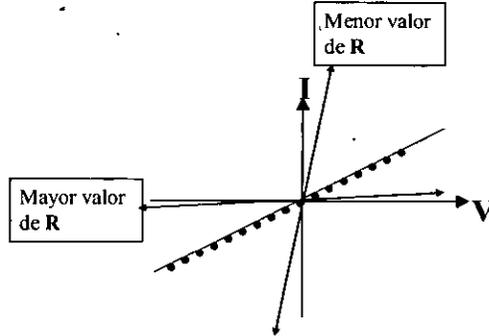
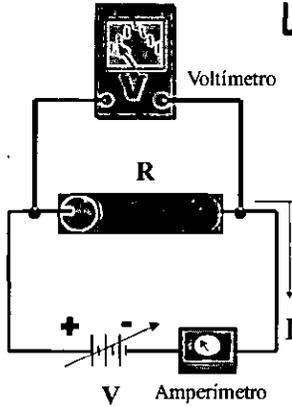
La diferencia de nivel (V), hace que se produzca la corriente líquida



En un conductor, la **corriente eléctrica** circula de las zonas de **MAYOR** voltaje a las zonas de **MENOR** voltaje.



Ley de Ohm



El comportamiento lineal indica que:

$$I \propto V \Rightarrow I = m V \Rightarrow m = 1/R$$

$$V = RI$$

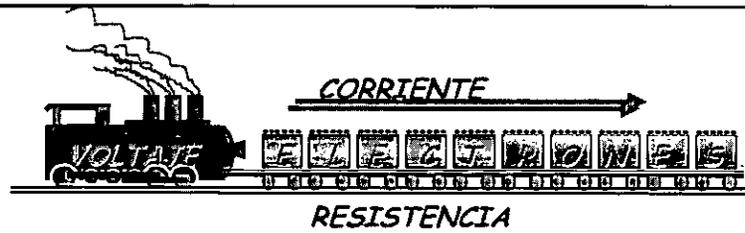
Ley de Ohm

De donde:

V = Voltaje (Volts)

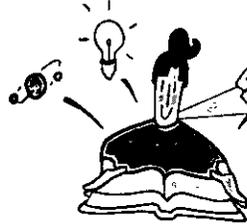
I = Corriente (Amper)

R = Resistencia (ohm)



Magnitudes Eléctricas

Magnitud	Unidad	Aparato de medición
V - Voltaje - Diferencia de potencial - Fuerza Electromotriz	Volt Milvolt Microvolt	Voltímetro
I - Corriente - Intensidad	Amper Milliampere Microampere	Amperímetro
R - Resistencia	Ohm Microhm Megaohm	Ohmetro



La potencia eléctrica que se genera o se consume en un instante dado se especifica por el voltaje V que obliga a los electrones a producir una corriente I .

La potencia eléctrica es el producto del voltaje con la corriente

Símbolo: P

Unidad de medición: El Watt
Se simboliza por: W

$$P = V \times I$$

$$1 W = 1V \times 1A$$



La Energía Eléctrica es la potencia generada o consumida en la unidad de tiempo; y se define como el producto de la potencia eléctrica consumida (generada) por el tiempo de consumo (generación)

Símbolo: E

Unidad de medición: El watt-hora

ENERGÍA GENERADA O CONSUMIDA

$$E = P \times t$$

Donde:

P es la potencia Watts,

t es el tiempo que esta funcionando el aparato
equipo Horas

E es la energía que se consume en Watts - Hrs.

Tipos de electricidad

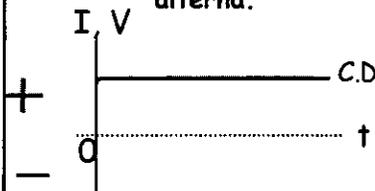


Con respecto a la forma con que se genera la electricidad se pueden encontrar dos tipos de ella: la corriente directa o continua, C.D., y la corriente alterna, C. A.

Corriente directa o continua CD:

Este tipo de electricidad se produce cuando la intensidad de la corriente eléctrica es constante.

Se puede generar por medio de reacciones electroquímicas (pilas o baterías), por fricción, por medio de celdas solares. Se puede obtener a través de la corriente alterna.

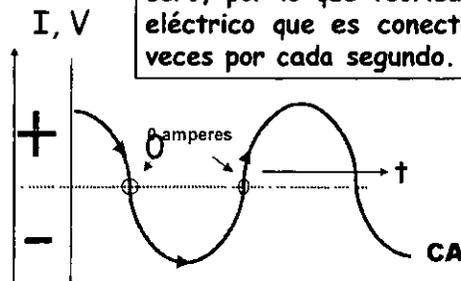


La electricidad en CD puede almacenarse en acumuladores tipo automotriz.



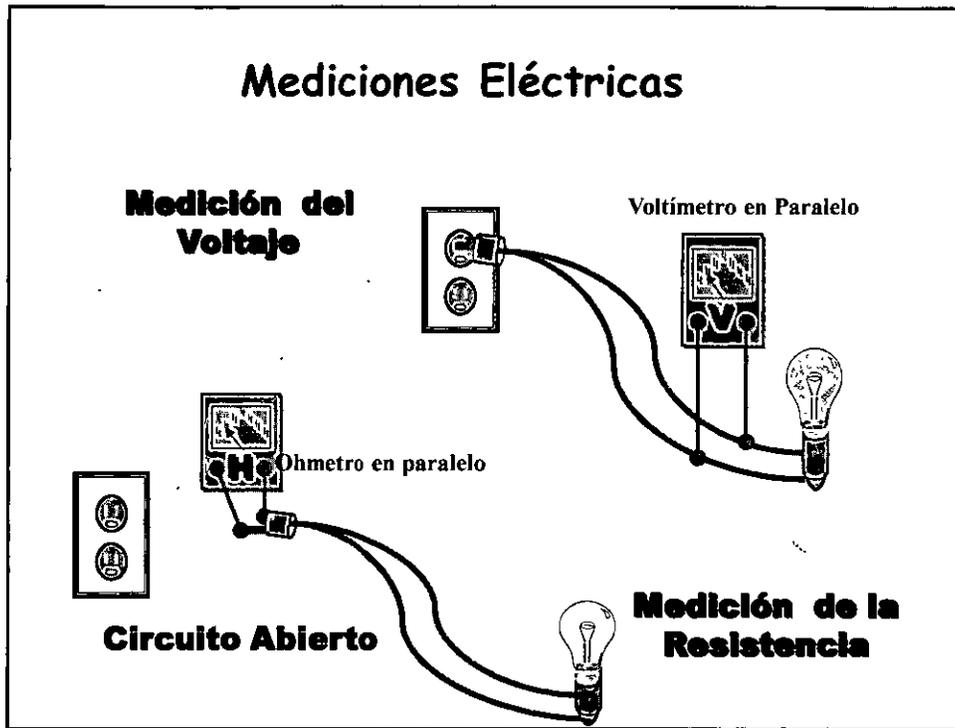
Corriente alterna CA :: Este tipo de electricidad se produce cuando la corriente cambia de polaridad, de positivo a negativo, y viceversa, con determinada frecuencia. En México, la frecuencia de oscilación es de 60 ciclos por segundos (60 Hertz).

La intensidad de la corriente no es constante ya que en cada ciclo, hay dos instantes en que su valor es cero, por lo que teóricamente un foco u otro aparato eléctrico que es conectado a la C.A. se apaga 120 veces por cada segundo.

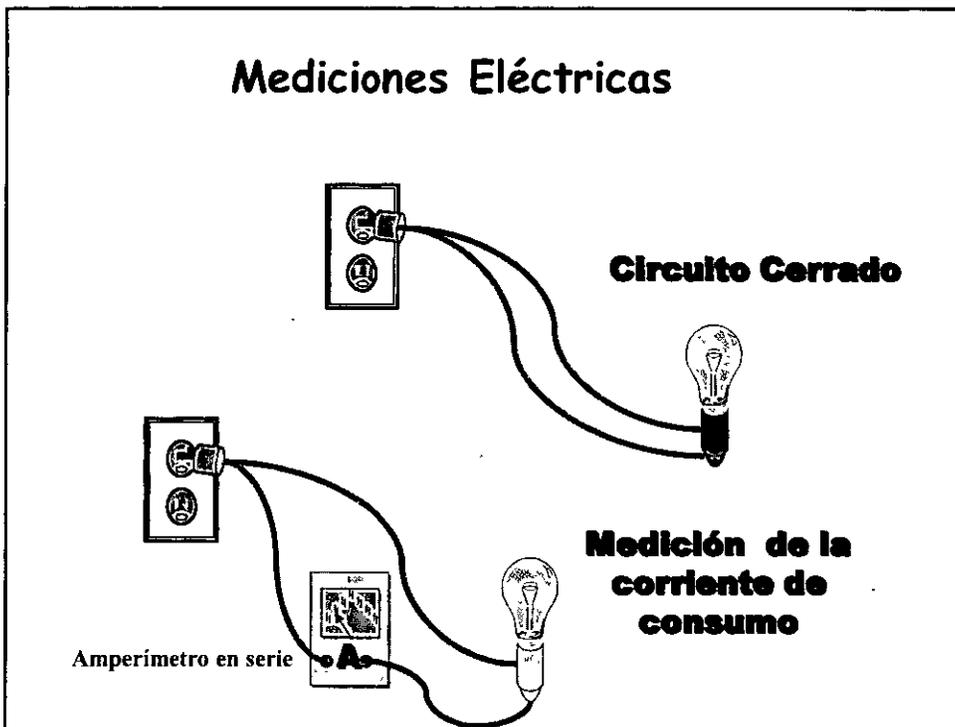


La C.A. se genera por medios mecánicos en aparatos llamados alternadores ó dinamos

Mediciones Eléctricas



Mediciones Eléctricas



Dimensionamiento y Capacidad de conducción de Corriente de los conductores

Cálculo de Conductores: Sistemas FV's

EL cálculo de conductores se realiza por la capacidad de conducción de Corriente, a ésta se le denomina AMPACIDAD, la cual se encuentra limitada por los Factores:

- Conductividad del Metal.
- Capacidad Térmica del aislamiento.

Para cualquier cálculo de ampacidad, de acuerdo con las normas "UL y NEC" se requiere que la Corriente de diseño sea:

$$I = I \times 1.25$$

donde: I es la Corriente del circuito

Calibre de Conductores

➤ No se debe exceder la ampacidad del cable a la temperatura de operación

Tipo	Calibre (AWG)	Temp. Aislante	Ampacidad máxima (amperios)	
			a 30°C	a 60-70°C
Cables monoconductores	14	90°C	30	17.4
		75°C	25	8.3
	12	90°C	40	23.2
		75°C	35	11.5
	10	90°C	55	31.9
		75°C	50	16.5
8	90°C	80	46.8	
	75°C	70	23.1	
Cables de 2 o más conductores	14	90°C	25	14.5
		75°C	20	6.6
	12	90°C	30	17.4
		75°C	25	8.3
	10	90°C	40	23.2
		75°C	35	11.5
	8	90°C	55	31.9
		75°C	50	16.5

Nomenclatura en Cables

Tipo	Descripción
T	Aislante de termoplástico
H	Aislante de 75°C *
HH	Aislante de 90°C
N	Cubierta de Nylon
W	Resistente a la humedad
R	Aislante de caucho
U	Uso subterráneo
USE	Cable de acometida subterránea **
UF	Cable de alimentación subterránea **
SE	Cable de acometida **
-2	Aislante de 90°C en lugares mojados

* Ausencia de "H" significa aislante de 60°C

** Puede ser cable monoconductor o de varios conductores

Diseño de cableado

Recomendaciones para calcular el calibre del cable

- Limitar Caídas de Voltaje al 3% para sistemas con voltaje nominal menor de 48 V; y hasta el 5% para voltajes mayores o iguales de 48V.
- Se recomienda usar las Tablas de la RESISTENCIA POR KILÓMETRO, R_L , del fabricante del cable
- Si se dispone de una tabla para R_L , seleccionar el calibre inmediato mayor a la R_L calculada.
- Si se tiene varias cargas alimentadas por un mismo circuito, considerar la carga típica y calcular el calibre por secciones

TABLA DE VALORES DE RESISTENCIA ELÉCTRICA POR KILÓMETRO DE LONGITUD PARA CABLES COMERCIALES

$$R_L = (\Delta V \times 1000) / (I \times L)$$

ΔV es la caída de voltaje en el conductor cuya longitud total es L y en él circula una corriente I.

Referencia:
Manual de Ingeniería Eléctrica
13a Edición
Donal G Fink & H Wayne Beaty
Editorial: Mc Graw-Hill

Resistencia para cordones flexibles SMPSM

Calibre AWG	Resistencia C.D. Ohms/km		Resistencia C.A. Ohms/km	
	25°C	60°C	25°C	60°C
20	34.7	39.4	34.7	39.4
18	21.8	24.7	21.8	24.7
16	13.7	15.6	13.7	15.6
14	8.61	9.8	8.61	9.8
12	5.42	6.2	5.42	6.2

Resistencia para cables de cobre sin estañar cableado convencional, comprimido y compacto

Calibre AWG kCM	Resistencia L.D. Ohms/km			Resistencia C.A. Ohms/km		
	25°C	75°C	90°C	25°C	75°C	90°C
20	34.6	41.3	43.3	34.6	41.3	43.3
18	21.8	26.0	27.3	21.8	26.0	27.3
16	13.7	16.3	17.1	13.7	16.3	17.1
14	8.60	10.3	10.76	8.60	10.3	10.76
12	5.42	6.47	6.77	5.42	6.47	6.77
10	3.40	4.06	4.26	3.40	4.06	4.26
8	2.14	2.55	2.68	2.14	2.55	2.68
6	1.34	1.60	1.68	1.34	1.60	1.68
4	0.84	1.01	1.06	0.84	1.01	1.06
2	0.533	0.636	0.666	0.534	0.637	0.667
1/0	0.335	0.400	0.419	0.335	0.401	0.420
2/0	0.265	0.316	0.332	0.265	0.317	0.333
3/0	0.211	0.252	0.264	0.212	0.253	0.265
4/0	0.167	0.199	0.209	0.170	0.202	0.212
250	0.141	0.168	0.177	0.144	0.171	0.179
300	0.118	0.141	0.147	0.122	0.144	0.150
350	0.101	0.121	0.126	0.105	0.124	0.130
400	0.0884	0.105	0.110	0.0933	0.110	0.115
500	0.0707	0.0844	0.088	0.0769	0.090	0.094
600	0.0589	0.0703	0.073	0.0660	0.076	0.080
750	0.0471	0.0562	0.058	0.0558	0.064	0.066
1000	0.0353	0.0421	0.044	0.0461	0.052	0.054

* Calculada para cables en conduct no metálico en configuración trébol

Tipo de Conductores

Para Interconexión de los Módulos

- Monoconductores resistentes a la luz solar con aislante de 90°C en lugares mojados (LM)
 - NEC-99 acepta los tipos USE-2 y UF resistente a la luz solar
 - NOM-99 permite los tipos TWD-UV (cable plano para sistemas fotovoltaicos), con aislante de 60°C en LM
- Cables monoconductores o poli-conductores en tubos con aislante de 90°C en LM
 - La Norma acepta tipos RHW-2, THW-2, THWN-2
 - No se permite usar cables mono-conductores sin ductos, excepto en el arreglo FV

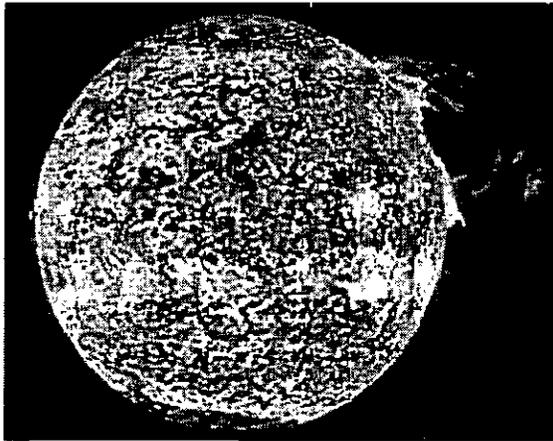
Código de Colores

- SISTEMAS EN CORRIENTE ALTERNA
 - Blanco para el neutro (puesto a tierra)
 - Negro o Gris para el conductor no puesto a tierra
- SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA
 - Blanco o Gris para el negativo (puesto a tierra)
 - Se puede usar otro color con marcas blancas en los extremos si el conductor es 6 AWG o menor.
 - Se permite usar cable negro para las interconexiones del arreglo
 - Negro o Rojo para el positivo

Ampacidad de Conductores

- Para el conductor del arreglo, y de la trayectoria del arreglo al acondicionadore de energía, la ampacidad del cable debe calcularse como 1.56 veces la corriente de corto circuito del arreglo (Norma)
- Para cualquier otro conductor, se toma como referencia la corriente máxima de operación multiplicada por 1.25

LA ENERGÍA SOLAR APLICADA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



Términos y unidades de medición

Irradiancia, G : Valor instantáneo de la potencia luminosa recibida en un captador de un metro cuadrado de área

Unidades: Watt/metro cuadrado

Símbolo: W/m^2

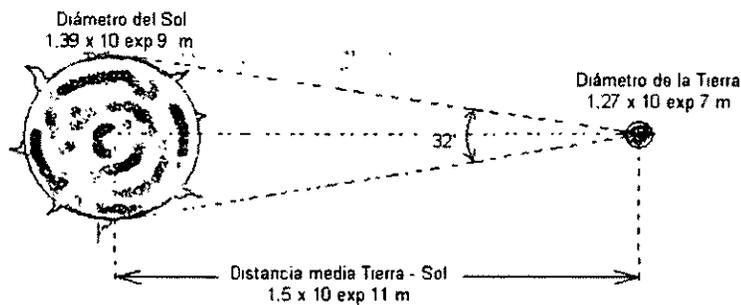
Irradiación, H : Valor acumulado de la irradiancia en un tiempo dado.

Unidades: Si la unidad de medición para el tiempo es la "hora" (h), la irradiación se mide en Watt por hora entre metro cuadrado

Símbolo: Wh/m^2 .

$1,000 Wh/m^2 = 3.6 MJ/m^2$

Relaciones Geométricas Tierra-Sol



RELACIONES GEOMÉTRICAS ENTRE EL SOL Y LA TIERRA

Distancia Tierra -Sol: 150 millones de kilómetros

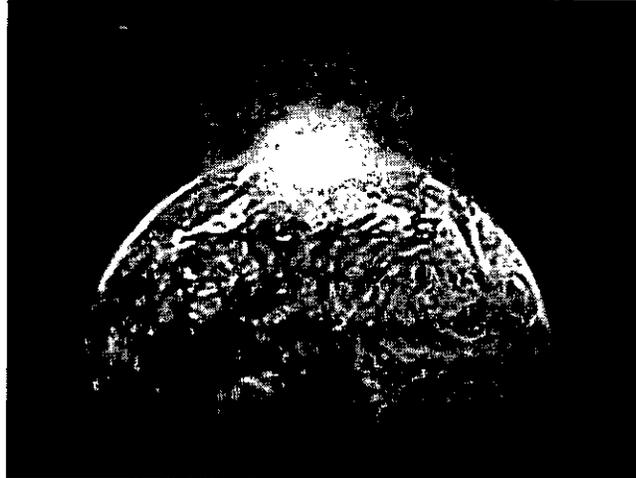
Diámetro del Sol :1.39 millones de kilómetros

Diámetro de la Tierra: 12.7 mil kilómetros

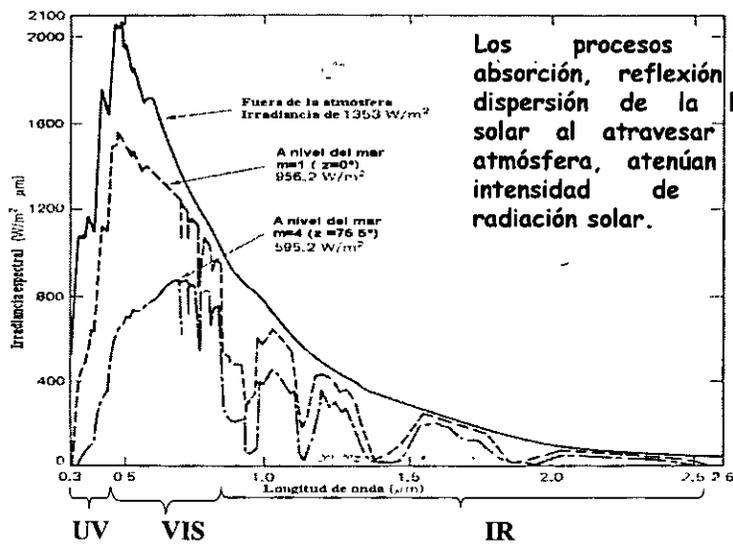
Apertura angular del Sol: ~ 0.5309 grados

La constante solar

La radiación solar que se recibe fuera de la atmósfera terrestres se considera constante con un valor para la irradiancia de: $G_0 = 1,367$ W/m²



Espectro de la radiación solar



Distribución del espectro de la radiación solar

Long. de Onda	Tipo de Radiación	Contribución al Espectro
< 1 nm	Rayos X y rayos gamma	
1 nm - 200 nm	Ultravioleta lejano	< 0.2 %
200 nm - 315 nm	Ultravioleta medio	2.0 %
315 nm - 380 nm	Ultravioleta cercano	5.3 %
380 nm - 720 nm	Visible	43.5 %
720 nm - 1.5 μ	Infrarrojo cercano	36.8 %
1.5 μ - 5.6 μ	Infrarrojo medio	12.1 %
5.6 μ - 1 mm	Infrarrojo lejano	< 0.3 %
> 1 mm	Micro y ondas de radio	

Ejemplos sobre la radiación solar

Ejemplo 1

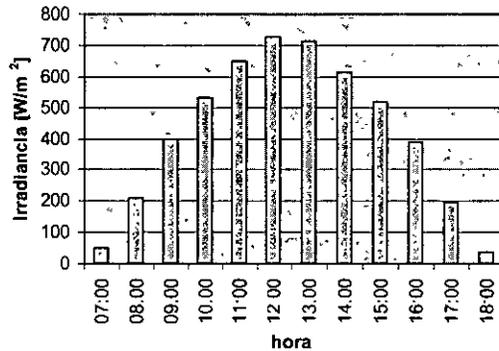
Si se tiene un colector solar con un área de 2 m^2 cuadrados recibiendo los rayos del sol de forma perpendicular, los cuales llegan con una irradiancia de 400 W/m^2 , calcular la potencia recibida.

Ejemplo 2

Si se recibe una irradiancia de 800 W/m^2 durante una hora ¿Cuál es la irradiación correspondiente?

Ejemplo 3:

En la figura se muestra un ejemplo de mediciones de irradiancia solar en intervalos de una hora para un día completo y en la tabla se presentan los valores. Calcular la inrradiación para ese día.



hora	G [W/m²]
07:00	50
08:00	210
09:00	400
10:00	530
11:00	650
12:00	725
13:00	715
14:00	612
15:00	518
16:00	390
17:00	198
18:00	35

Atenuación de la Irradiancia en la superficie terrestre

Factores que atenúan la intensidad de la radiación solar en la superficie terrestre

ATMOSFÉRICOS

Nubes

Partículas suspendidas

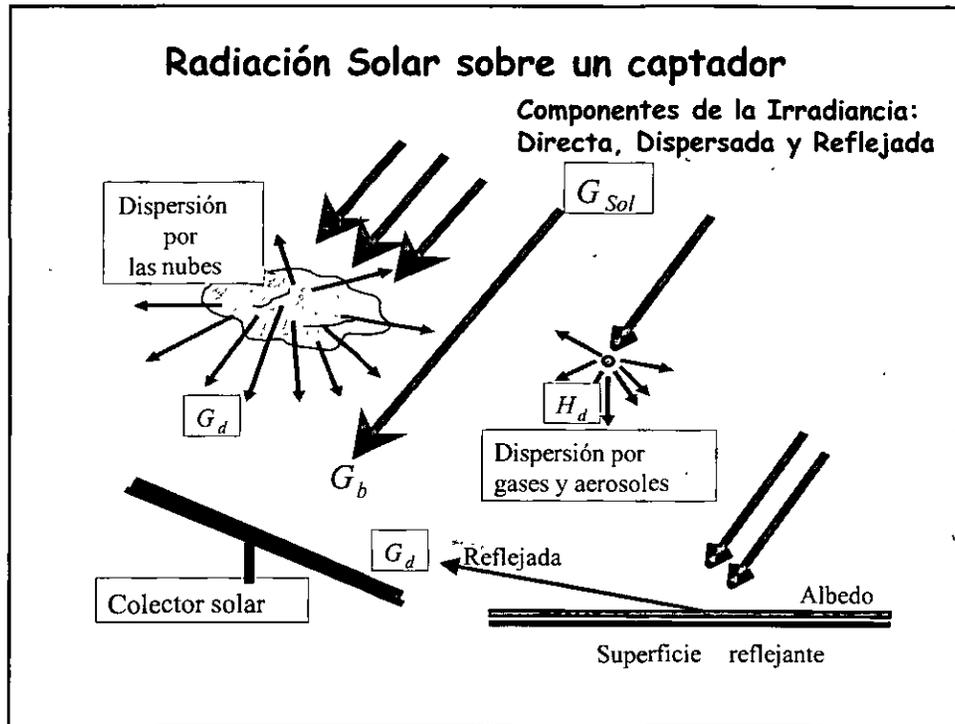
Contaminación

GEOGRÁFICOS

Rotación diaria

Traslación

Latitud y longitud



Radiación global

Un captador solar puede recibir la Irradiancia solar de dos formas:

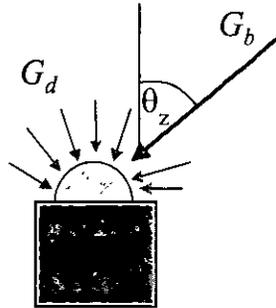
DIRECTA: es la que recibe el captador cuando su superficie es perpendicular a los rayos solares.

DIFUSA: es la que el captador "ve" como si viniera de la bóveda celeste, y esta compuesta por la reflejada y la refractada

Radiación global = directa + difusa

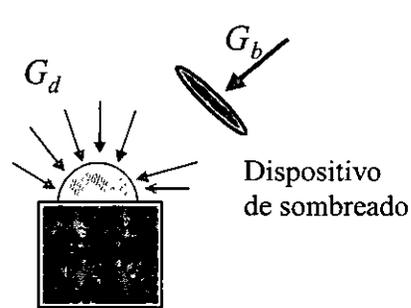
Radiación sobre un captador

Radiación Global



$$G_G = G_b \cos \theta_z + G_d$$

Radiación Difusa



$$G_G = G_d$$

Magnitud típica para la Irradiancia

En un día despejado la radiación directa es la máxima componente que recibe un captador.

En un día nublado, la componente máxima corresponde a la difusa

Condiciones de CERO ATENUACIÓN:

Día muy claro, sin partículas en el aire, sin absorción molecular, y con los rayos solares en el zenit del captador:

Nivel del mar: $\sim 956 \text{ W/m}^2$

Altitud de 5000 m snm: $\sim 1,050 \text{ W/m}^2$

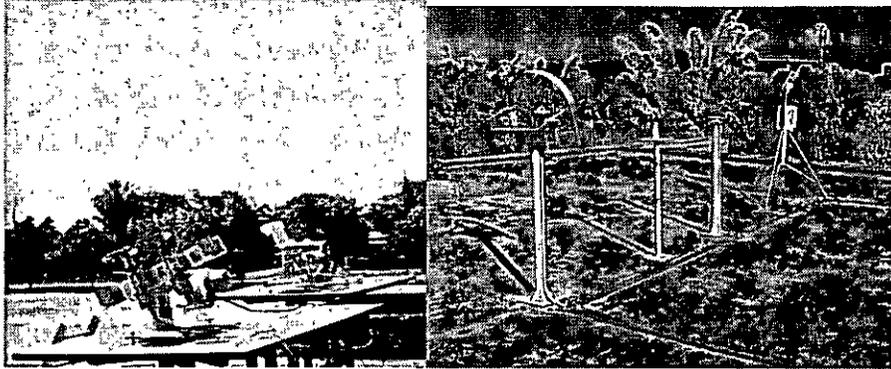
Valor normalizado para cálculos: $1,000 \text{ W/m}^2$

VALOR PICO DE LA IRRADIANCIA

En un día nublado, la Irradiancia típica es de 100 W/m^2 .

Recurso Solar

Evaluación mediante mediciones terrestres y espaciales
y
Estimación mediante simulaciones usando modelos
empíricos, estadísticos y teóricos



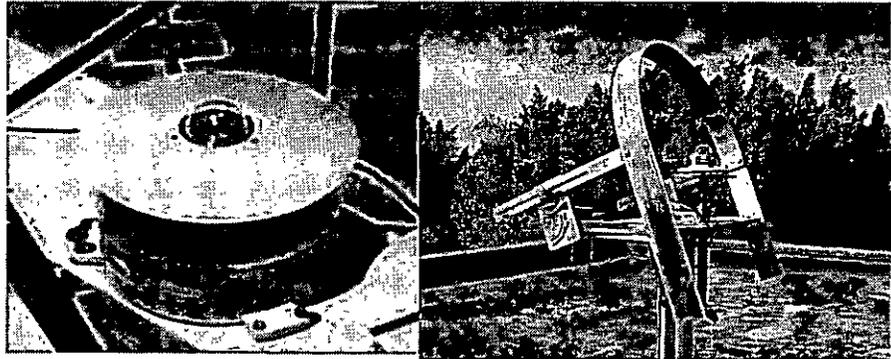
Estación solar y eólica en el CIE-UNAM

Equipo para medir la radiación solar

Piranómetro: Este equipo tiene la capacidad de medir la irradiancia global: directa + difusa.

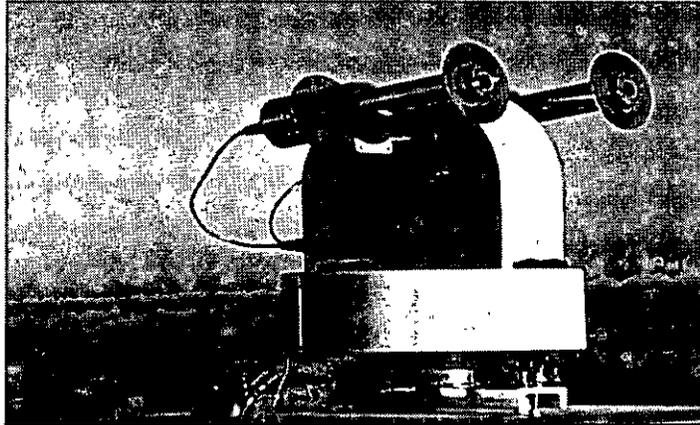
El sensor es una termopila que mide la irradiancia en 180° independientemente de la longitud de onda y del ángulo de incidencia.

Irradiancia difusa



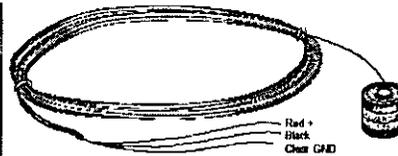
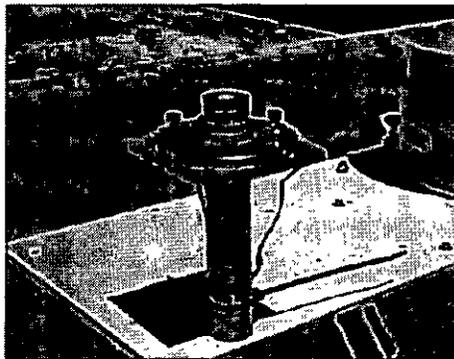
Equipo para medir la radiación solar

Pirheliómetro: Equipo usado para medir la irradiancia directa. Usa un detector que colima la luz solar hacia él a través de un sistema de seguimiento.



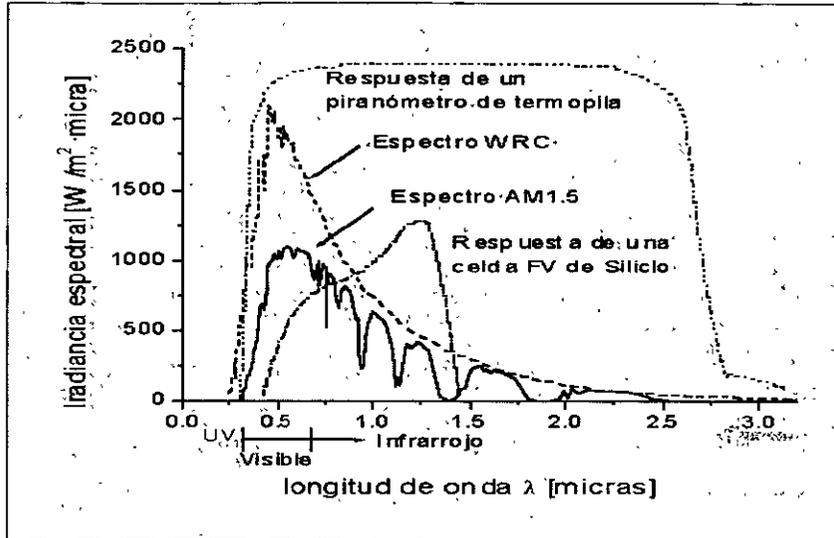
Equipo para medir la radiación solar

Celda Solar calibrada: Debido a que la corriente generada por una celda solar es lineal respecto a la Irradiancia, éstas representan una buena herramienta para medir la irradiancia global.

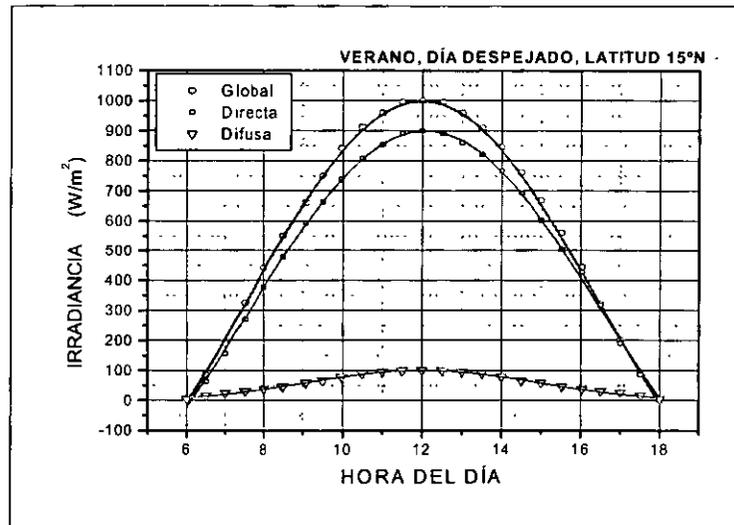


Li-Cor, mod. LI 200 X

Respuesta espectral de aparatos de medida

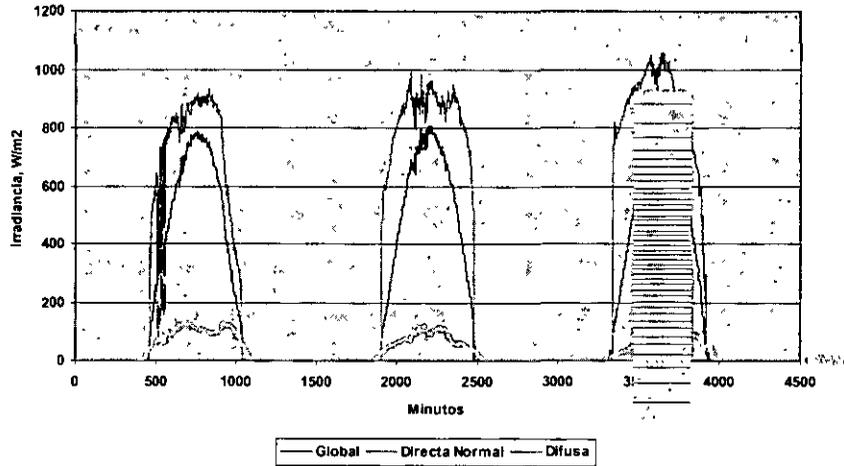


Irradiancia recibida en un captador horizontal

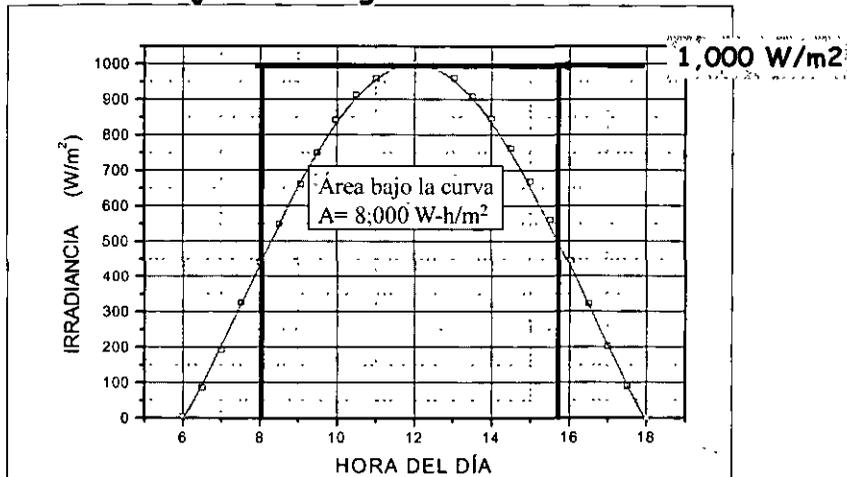


Curvas típicas de irradiancia

Registros de radiación solar
Cd. Universitaria, 4, 5 y 6 de enero de 2001

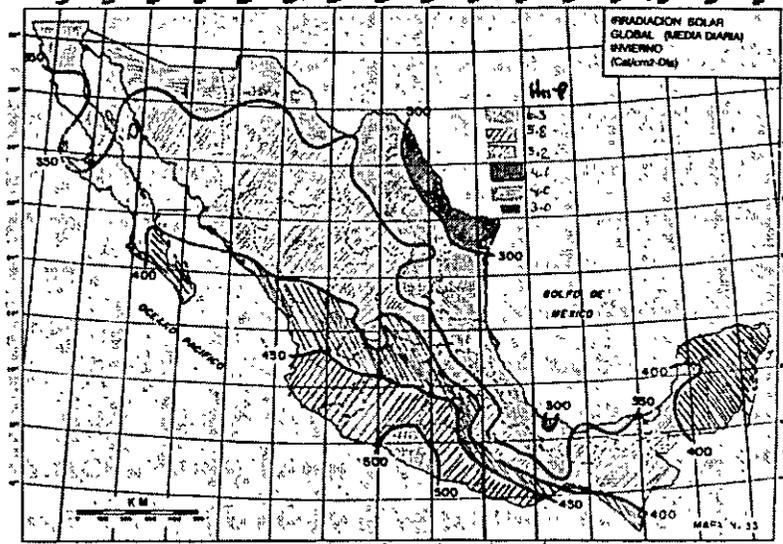


El concepto de horas-pico como una manera de trabajar la energía solar

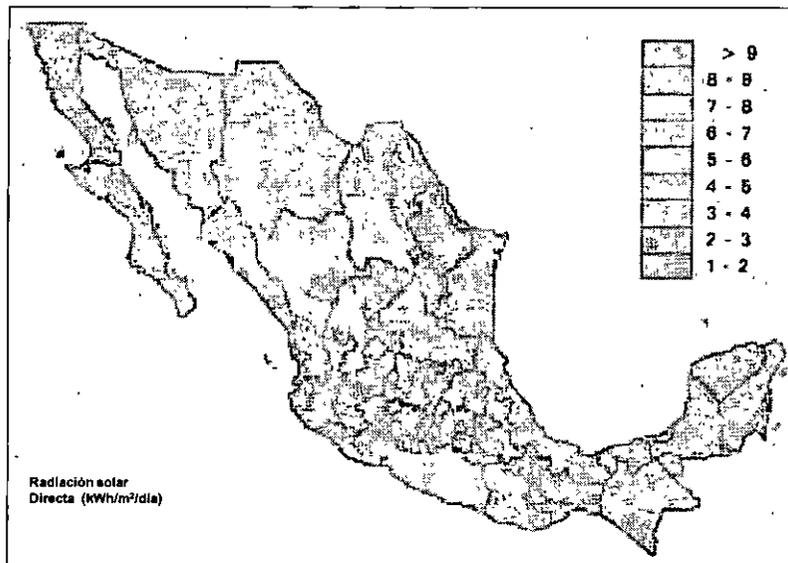


Rectángulo de base 8 hrs, altura $1,000 W/m^2$
Recurso solar de 8 horas pico

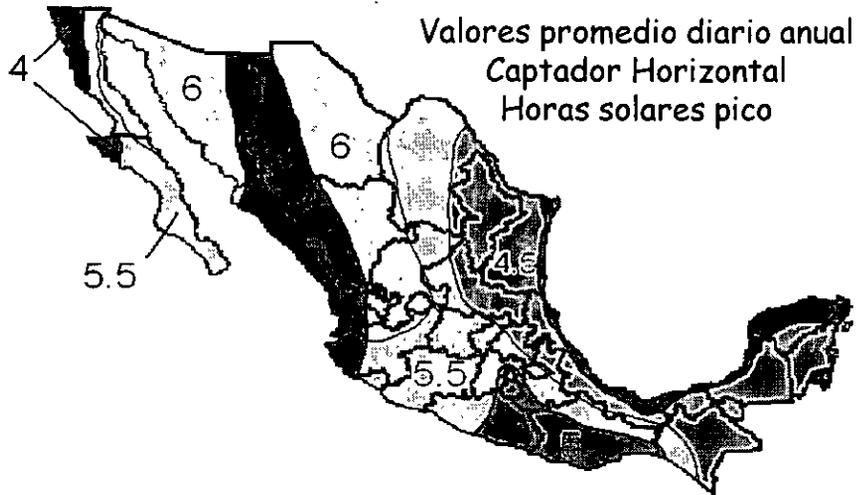
Ejemplo de Mapa del Recurso Solar (1990)



Recurso solar promedio diario anual

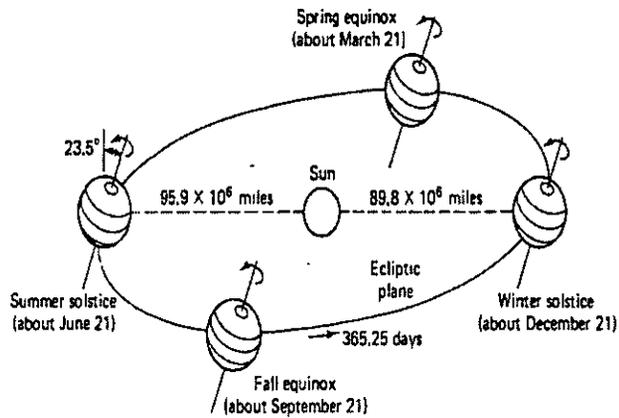


Mapa del Recurso Solar Irradiación Global



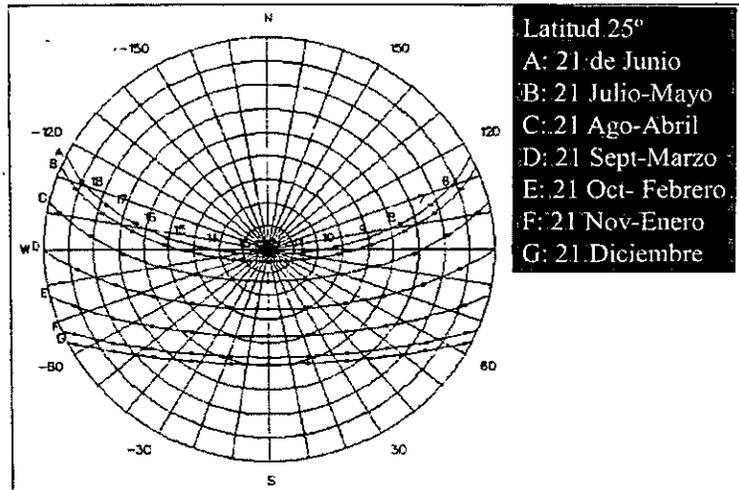
Factores geográficos

Movimiento de la Tierra alrededor del Sol



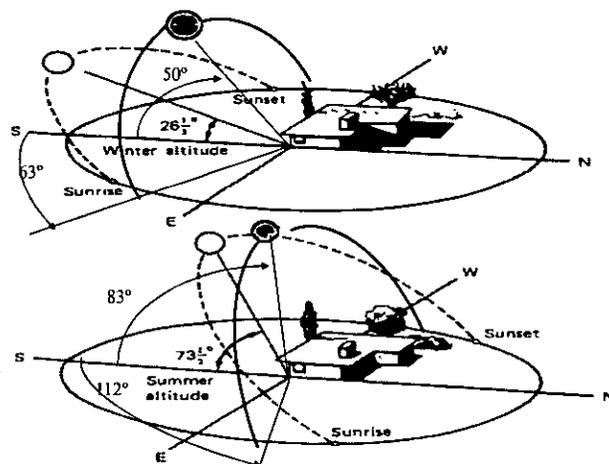
(a)
La inclinación del eje terrestre causante de las estaciones del año

Trayectoria solar anual

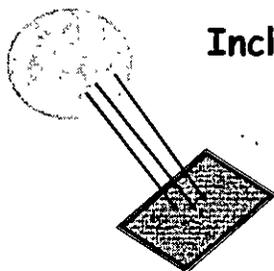
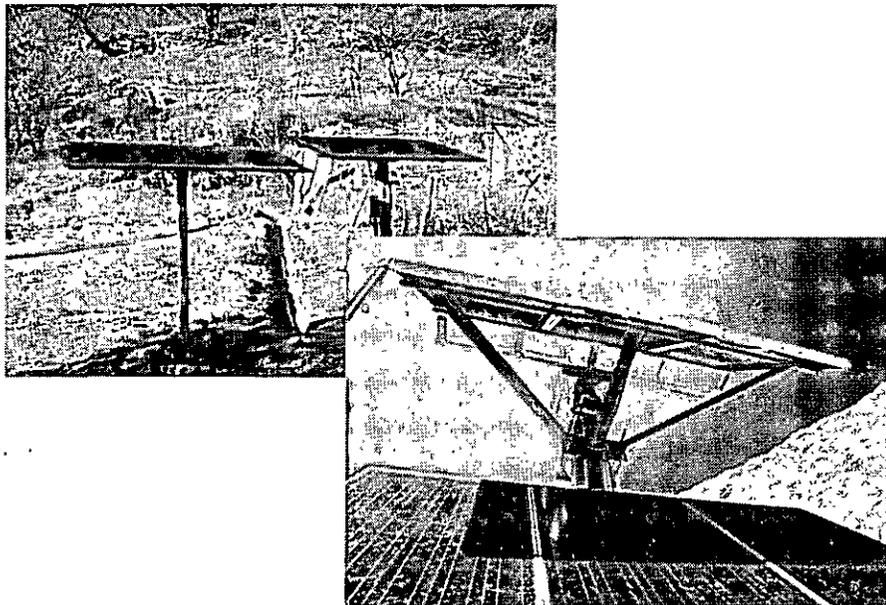


Trayectoria solar aparente

En negro se muestra para una Latitud de 40° .
 En rojo, para una Latitud de 16° .



Análisis de trayectoria evitar sombras!



Inclinación del captador

Máxima captación:

Rayos perpendiculares al captador.

Se pueden tener:

captadores fijos y móviles

Captador fijo implica criterio de selección para ángulo de inclinación que garantice máxima generación.

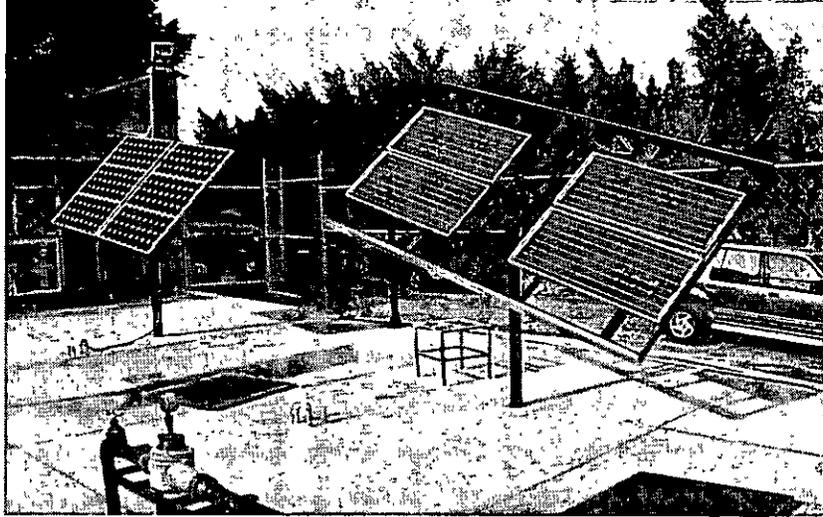
Regla de mano: Captación anual máxima, inclinación igual a la latitud del lugar.

Seguidor con 2 movimientos: ~60% más de captación

Seguidor con 1 movimiento: ~30% más de captación

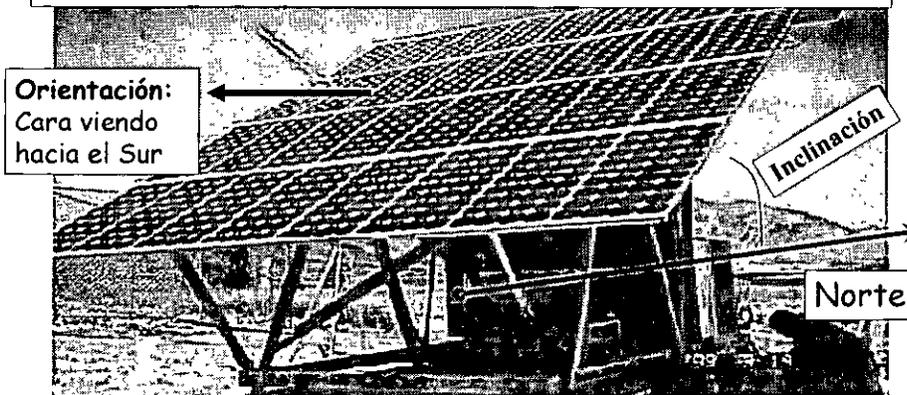
Seguidores solares polares

Seguidores con un movimiento: ~30% más de captación



Orientación del captador

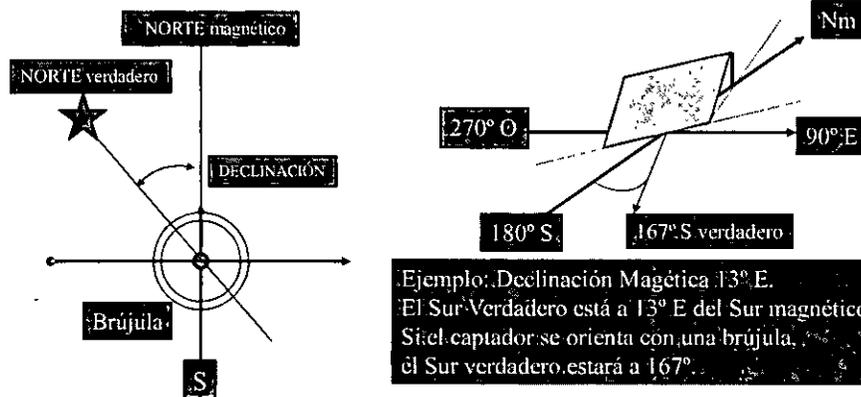
En el hemisferio norte, el sol se declina hacia el sur, durante todo el año; Implicando captadores inclinados, respecto a la horizontal, viendo hacia el sur.



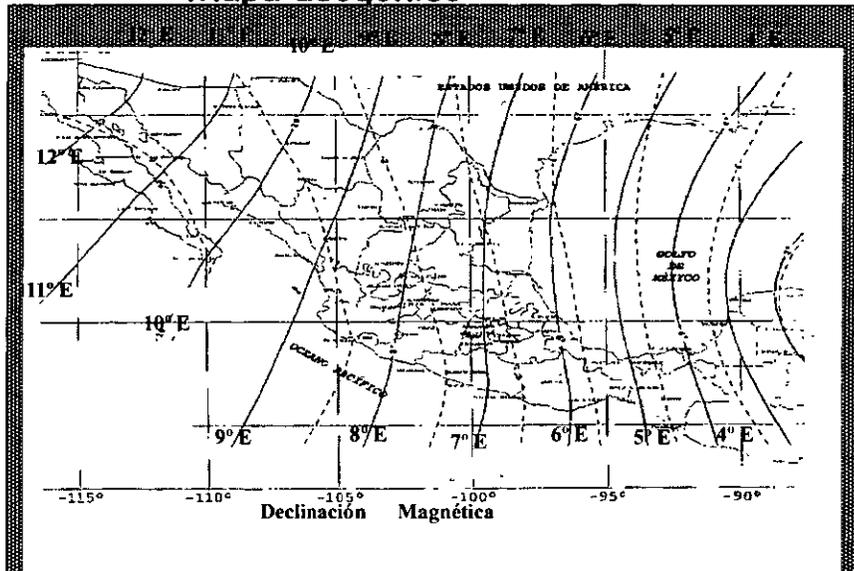
Orientación norte-sur

Recomendaciones:

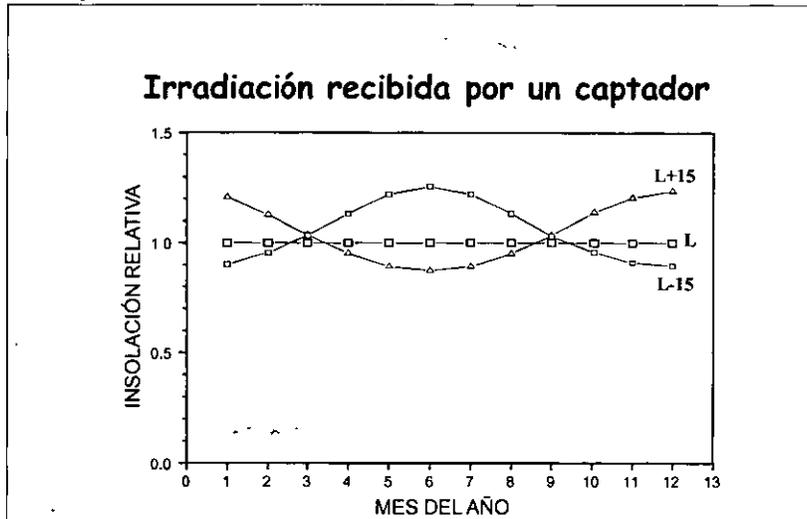
- ♦ La cara del CAPTADOR debe estar viendo hacia el SUR (NO MAGÉTICO)
- ♦ La Declinación Magnética es la desviación del Norte Verdadero y el Norte Magnético (detectado por una Brújula).
- ♦ La Declinación se expresa en Grados ESTE u OESTE desde el SUR MAGNÉTICO



Mapa Isoqónico



Energía recibida en un captador con diferente inclinación



Conclusiones

- El sol es una fuente inagotable de energía.
- La Irradiancia es una densidad de potencia y se mide en Watt/m^2 .
- La Irradiación es una densidad de energía y se mide en Wh/m^2 .
- El valor normalizado de la Irradiancia para fines prácticos es de $1,000 \text{ W}/\text{m}^2$, y se le llama el Pico de Irradiancia.
- La Hora-Pico es una densidad de Energía.
- $1 \text{ H-P} = 1,000 \text{ Wh}/\text{m}^2$

Conclusiones

- Los Factores Atmosféricos atenúan la intensidad de la Radiación Solar
- Los fenómenos de Rotación y Traslación afectan el valor del Recurso Solar.
- México cuenta con un Recurso Solar grande, que depende de las localidades.
- Los captadores solares deben orientarse hacia el Sur Geográfico.
- La mayor captación anual se obtiene con una inclinación igual a la latitud de la localidad.

Principios de la Conversión fotovoltaica



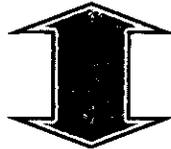
Objetivo

- Proporcionar algunos de los fenómenos importantes relacionados con el Efecto Fotovoltaico
- Dar una visión del estado del arte actual de la tecnología de celdas solares

www.cie.unam.mx

El efecto fotovoltaico

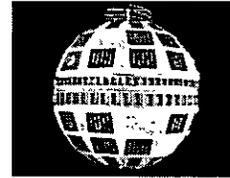
El Efecto fotovoltaico es el fenómeno de generación de electricidad en un dispositivo optoelectrónico debido a la absorción de la luz o radiación solar.



Los dispositivos que generan energía a través del efecto fotovoltaico se llaman generadores fotovoltaicos y la unidad mínima donde se lleva a cabo dicho efecto se llama CELDA SOLAR.

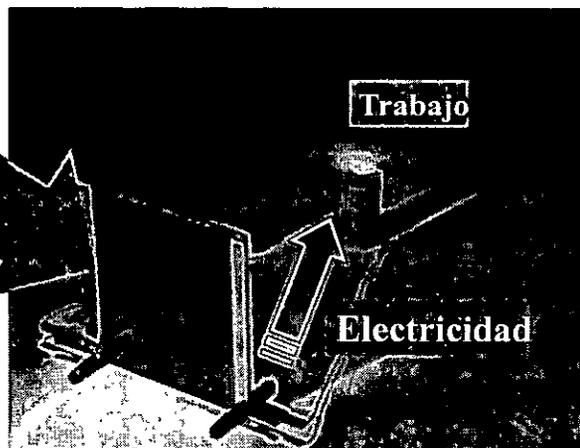
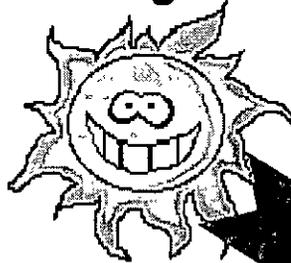
El nublado pasado de la energía solar...

- 1839 → E. Bequerel descubre el efecto FV
- 1870 → Estudios del efecto FV en sólidos. Dispositivo FV de Se con eficiencias del 1% - 2%
- 1954 → Bell Lab. presenta su primera celda solar de Si cristalino con 6% de eficiencia
- 1958 → Primer satélite espacial con tecnología FV
- 1970 → Aumenta el interés en la tecnología FV, crisis mundial petrolera



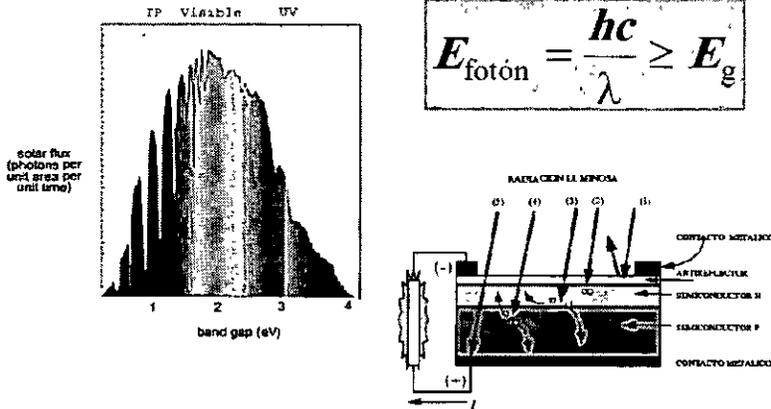
El binomio de generación de energía limpia

Energía Solar ↔ **Tecnología FV**

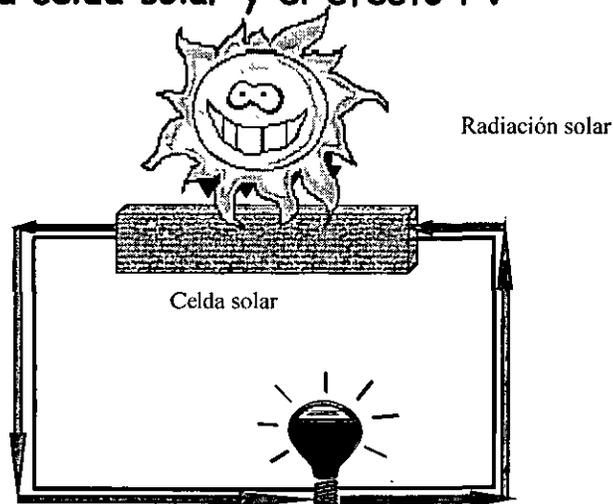


Bases del efecto Fotovoltaico

Los semiconductores son utilizados en la fabricación de las celdas solares porque la energía que liga a los electrones de valencia al núcleo es similar a la energía que poseen los fotones que constituyen la radiación solar.



La celda solar y el efecto FV



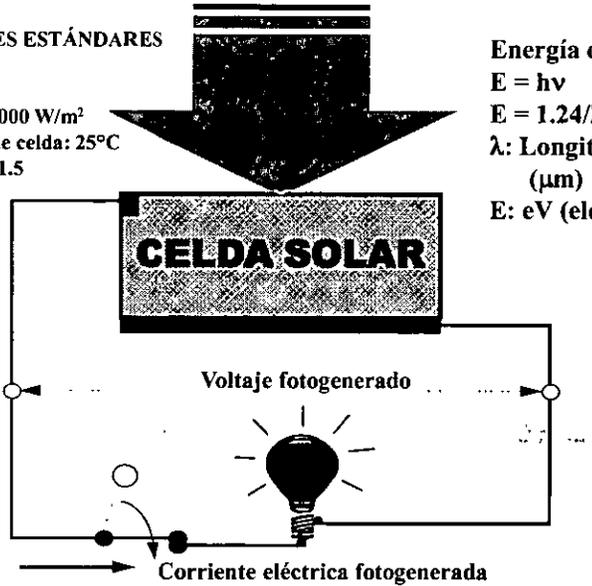
Generación de fotocorriente directa !!!

Evidencia física del efecto FV LUZ SOLAR: FOTONES

CONDICIONES ESTÁNDARES
DE PRUEBA:

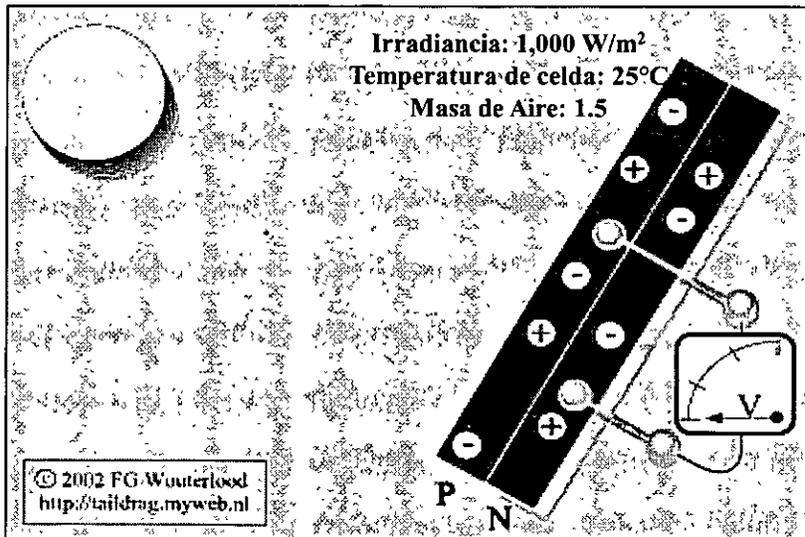
Irradiancia: 1,000 W/m²
Temperatura de celda: 25°C
Masa de Aire: 1.5

Energía del Fotón
 $E = h\nu$
 $E = 1.24/\lambda$
 λ : Longitud de onda
(μm)
E: eV (electron volt)



La Generación Fotovoltaica

CONDICIONES ESTÁNDARES DE PRUEBA:



© 2002 FG Wouterlood
<http://taildrag.myweb.nl>

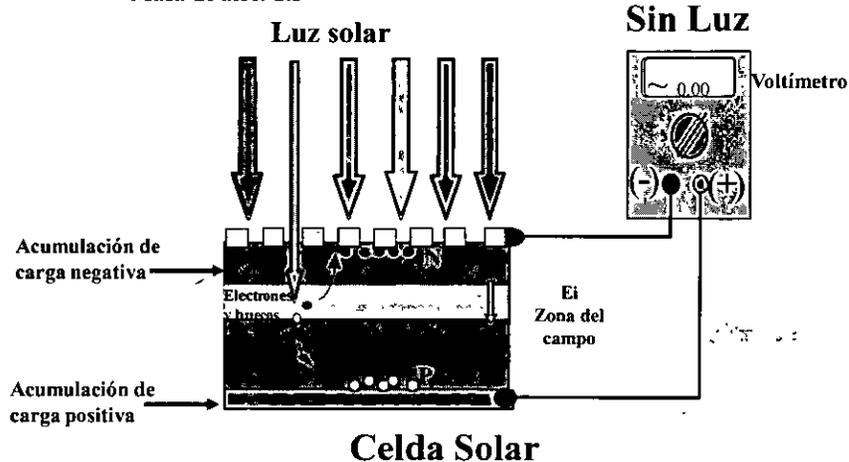
Como trabaja una celda solar?

Condiciones estándares de Prueba

Irradiancia: 1.0 kW/m^2

Temperatura de celda: 25°C

Masa de aire: 1.5

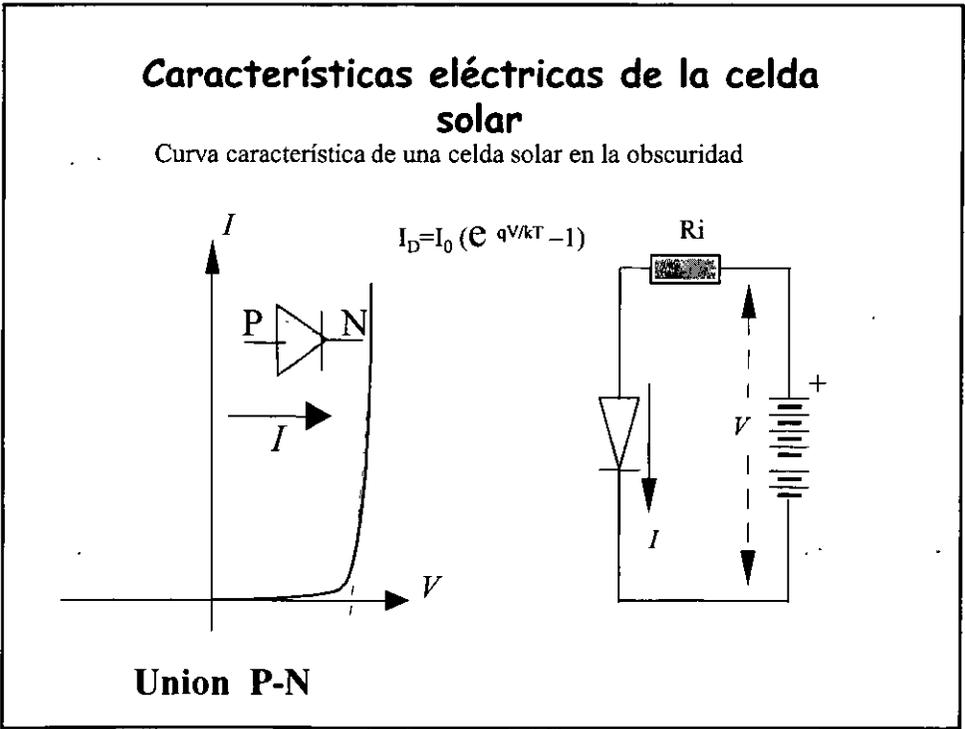
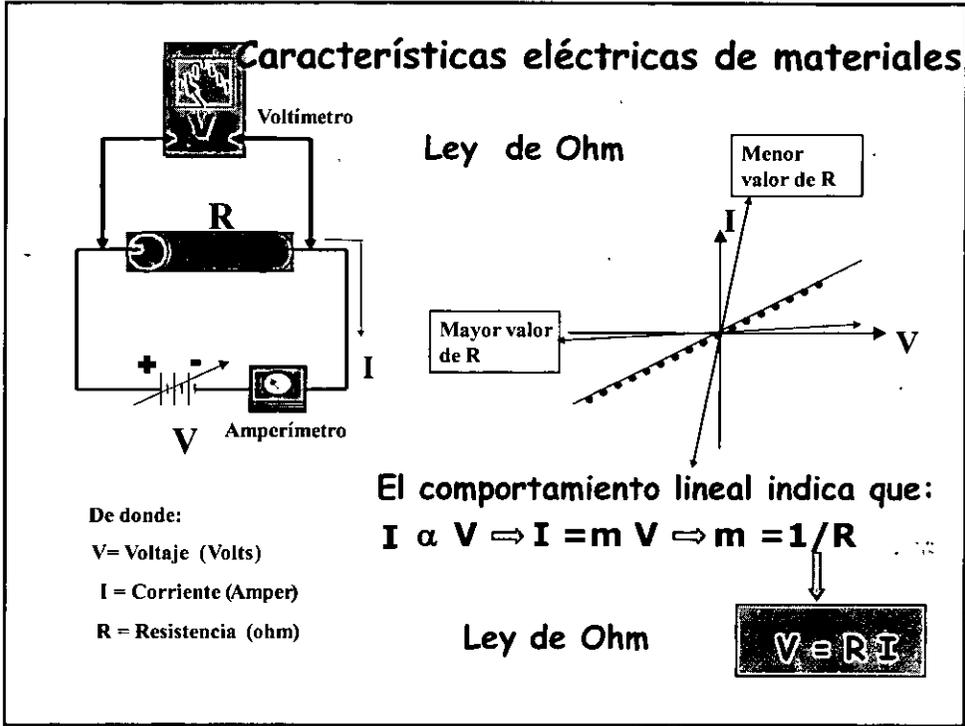


Procesos Físicos en una Celda Solar

ABSORCIÓN DE LUZ: Es el fenómeno mediante el cual se generan los portadores de carga: **electrones y huecos**.

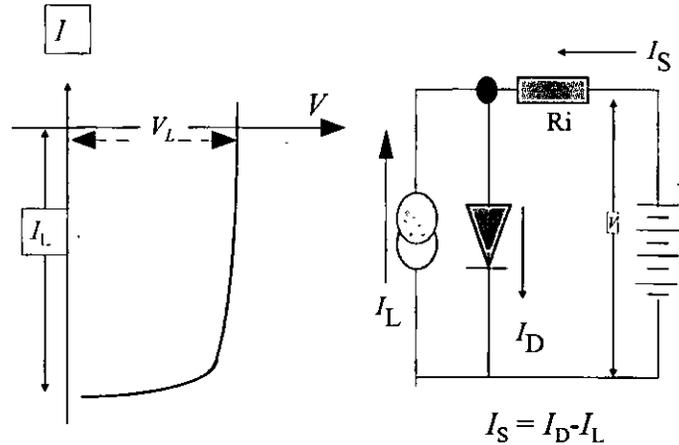
SEPARACIÓN DE CARGAS: Para separar a los portadores de carga fotogenerados es necesario la formación de un **CAMPO ELÉCTRICO INTERNO**, que se logra al unir dos materiales con diferente conductividad eléctrica produciendo una unión rectificadora.
Por ejemplo: una unión P/N.

COLECCIÓN DE CARGAS: Los portadores fotogenerados deben de tener un tiempo de vida grande para que puedan ser colectados en los contactos eléctricos exteriores.



Características eléctricas de la celda solar

Curva característica de una celda solar bajo iluminación

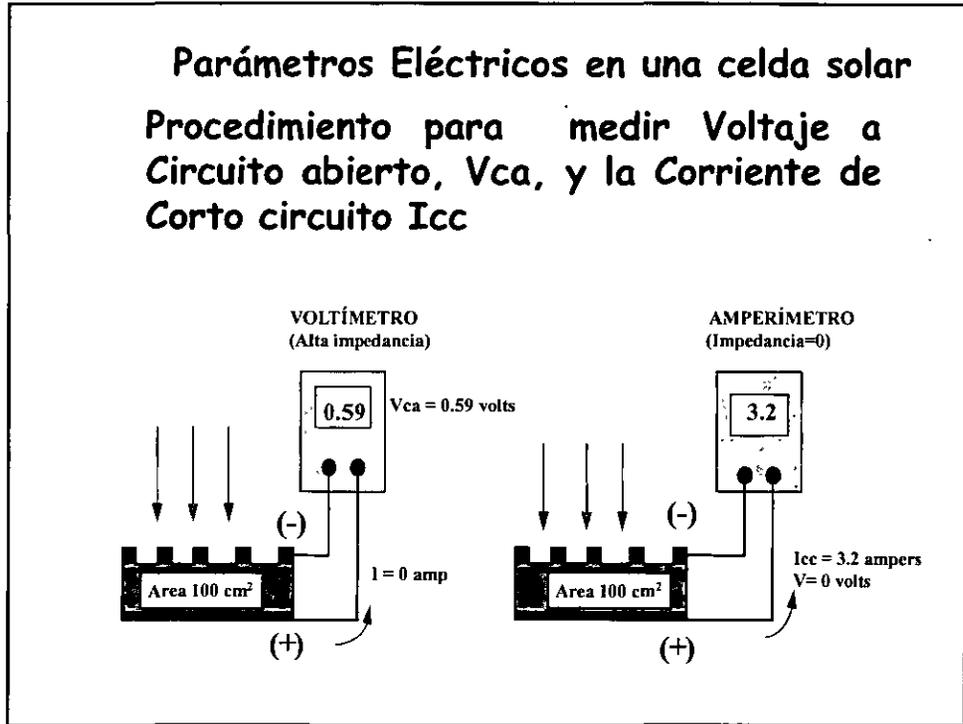


Parámetros eléctricos de una celda solar

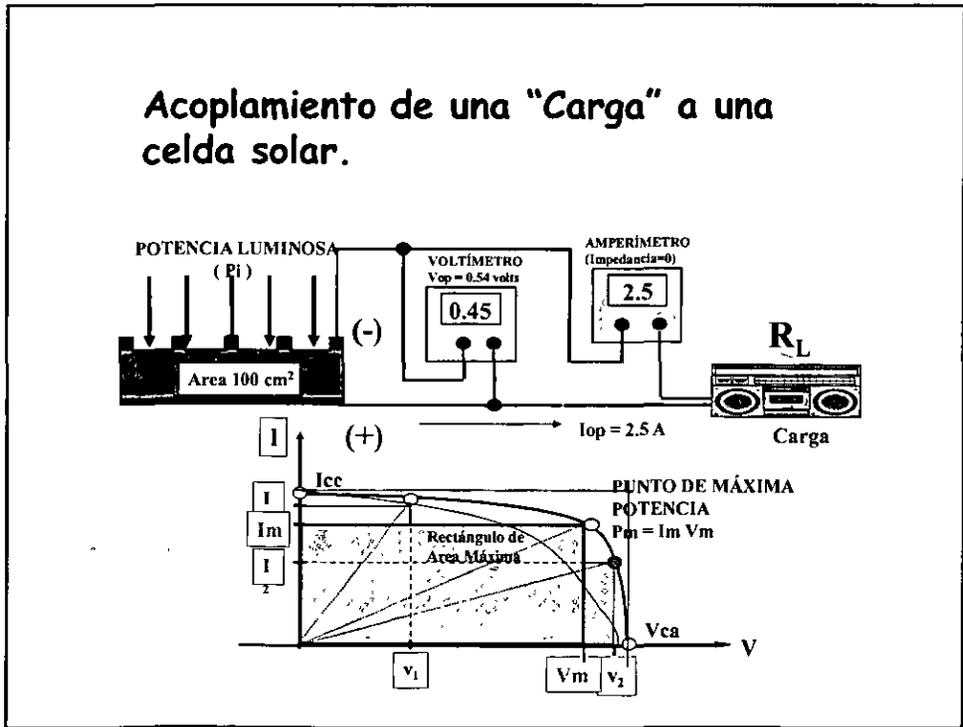
- o **Voltaje a circuito abierto:** Es el voltaje máximo que genera la celda solar. Este voltaje se mide cuando no existe un circuito externo conectado a la celda. Bajo condiciones estándares de medición, el valor típico del voltaje a circuito abierto que se ha obtenido en una celda solar de silicio cristalino es del orden de 0.600 V.
- o **Corriente a corto circuito:** Es la máxima corriente generada por la celda solar y se mide cuando se conecta un circuito exterior a la celda con resistencia nula. Su valor depende del área superficial y de la radiación luminosa. Normalmente se especifica en unidades de densidad de corriente.
- o **Potencia máxima:** Su valor queda especificado por una pareja de valores I_M y V_M cuyo producto es máximo.
- o **La eficiencia de conversión de la celda, η ,** se define como el cociente entre el valor de la máxima potencia generada, P_M , y la potencia de la radiación luminosa, P_T (irradiancia por área de la celda).
- o **Factor de forma:** define la cuadratura de la curva $I-V$: $P_M / (V_{ca} \times I_{cc})$.

Parámetros Eléctricos en una celda solar

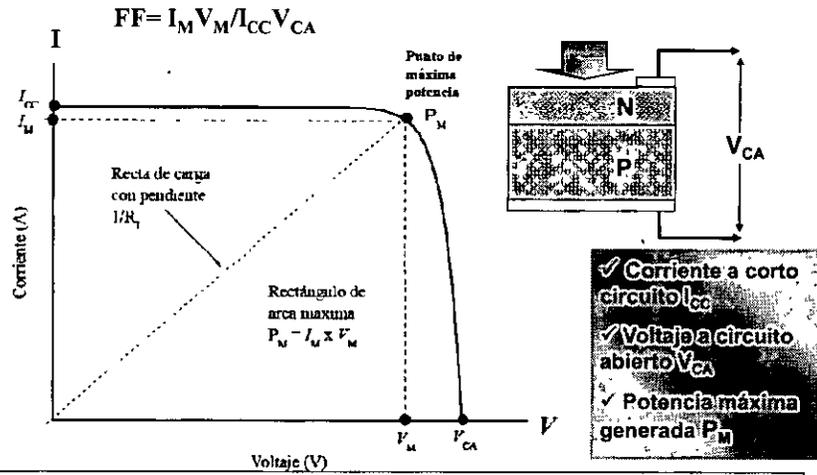
Procedimiento para medir Voltaje a Circuito abierto, V_{ca} , y la Corriente de Corto circuito I_{cc}



Acoplamiento de una "Carga" a una celda solar.



Parámetros eléctricos de una celda solar.



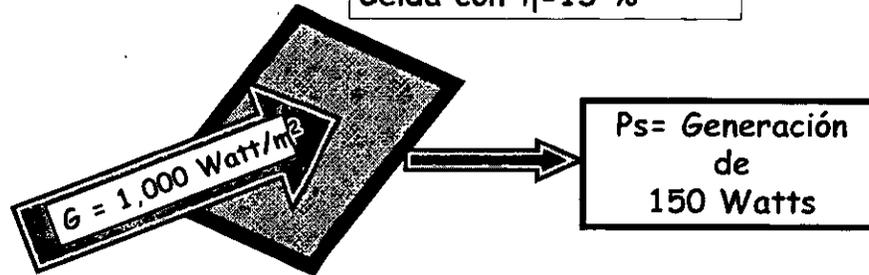
EFICIENCIA DE CONVERSIÓN	
ES LA RAZÓN ENTRE LA POTENCIA GENERADA POR LA CELDA CUANDO SOBRE	
ELLA INCIDE UNA POTENCIA LUMINOSA	
$\eta = P_M / P_I \times 100$	Donde P_I es la potencia solar que incide en el área efectiva de la celda (irradiación por área de la celda)

Eficiencia en celdas solares

$$\text{Eficiencia} = P_S / P_I$$

$$P_I = G A_e$$

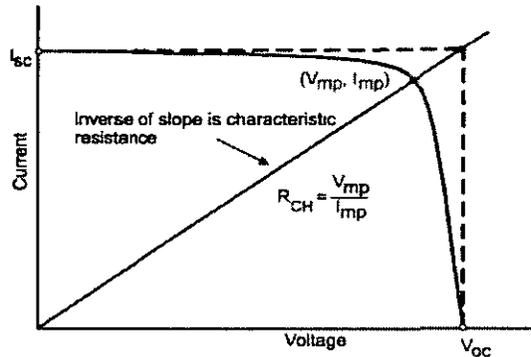
Celda con $\eta = 15\%$



Superficie de 1m x 1 m
 $A_e = 1.0 \text{ m}^2$

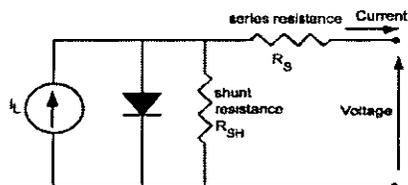
Resistencia de carga en celdas solares

La resistencia característica de una celda solar es la resistencia de salida de la celda en su punto de máxima potencia. Si la resistencia de la carga es igual a la resistencia característica de la celda solar, entonces la potencia máxima es transferida a la carga y la celda solar funciona en su punto de máxima potencia.



Efecto de la resistencia en las celdas solares

La intensidad en una celda solar es la compuesta de dos resistencias: resistencia en serie R_s y la resistencia en paralelo R_{sh} .



La magnitud ideal para dichas resistencias son:

$R_s = 0$ y

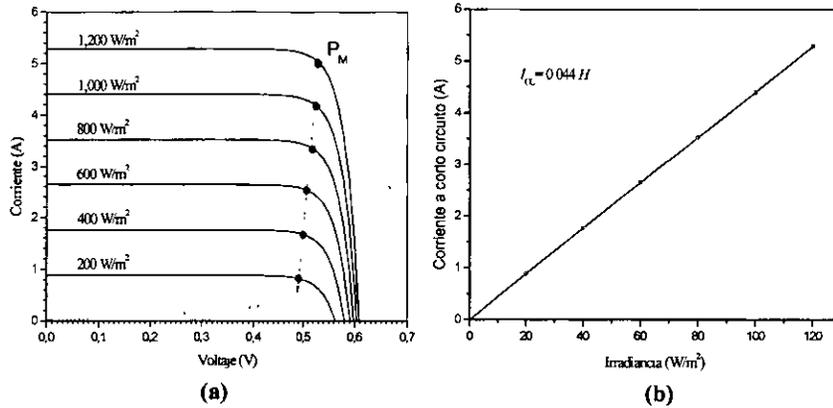
R_{sh} del orden de $M\Omega$.

Valores diferentes a estos disminuyen la eficiencia de conversión.

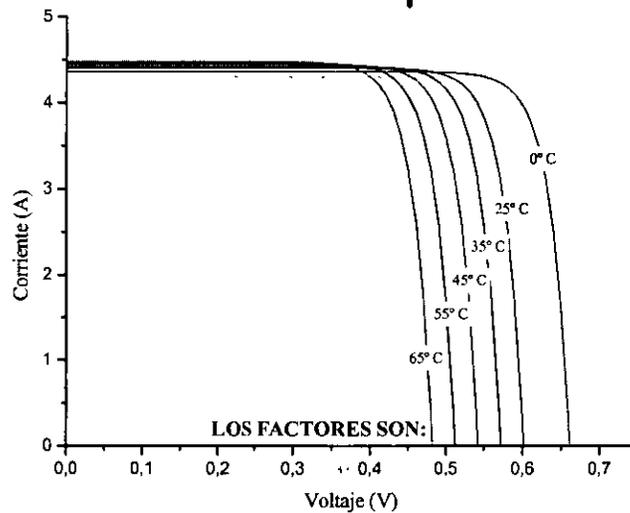
El fabricante de la celda solar debe de controlar los valores de dicha resistencias.

Efecto de la Irradiancia

La corriente de corto circuito es directamente proporcional a la magnitud de la irradiancia



Efecto de la Temperatura



V_{ca}: Reducción del orden de 2.1 mVolt por cada grado centígrado.

I_{cc}: Aumento del 0.1% de su valor, a temperatura ambiente, por cada grado centígrado.

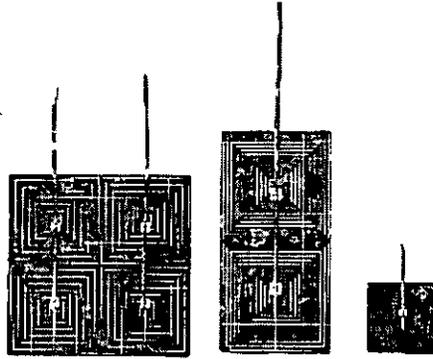
Efecto del área de la celda

CARACTERISTICAS

DIMENSIONES [mm]

Valores típicos a 1kW/m^2 y 25°C ...

			Celda	½ Celda	¼ Celda
Voltaje a cto. abierto	Voc	(V)	0.6	0.6	0.6
Corriente de corto cto	Isc	(A)	2.9	1.45	0.72
Pot. máx. ($\pm 10\%$)	Pm	(W)	1.35	0.60	0.3
Voltaje a Pot. máx.	Vm	(V)	0.47	0.47	0.47
Corriente a Pot. máx.	Im	(A)	2.6	1.3	0.65
Peso		(g)	6	3	1.5



1 Celda
101 x 101

½ Celda
101 x 50.5

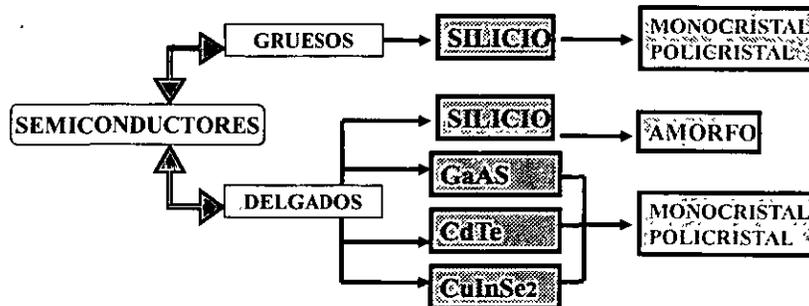
¼ Celda
50.5 x 50.5

¿Que Materiales son adecuados para construir celdas solares?

¿EN DONDE SE LLEVA A CABO DICHO EFECTO?

EN UNIONES ENTRE MATERIALES SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASES.

MAXIMAS EFICIENCIAS EN SÓLIDOS SEMICONDUCTORES
COMO: SILICIO, GERMANIO, ARSENIO, Selenio, DE COBRE/INDIO



Consideraciones Tecnológicas para Fabricación de Celdas Solares

Existen **varios materiales** con los que se fabrican las Celdas Solares.

Entre ellos, el que destaca es el **SILICIO**.

El **Campo Eléctrico Interno**, responsable de la separación de los portadores fotogenerados, es el **componente más importante de la celda solar**. Este se puede lograr mediante diferentes uniones entre materiales. Destacan:

HOMOUNIONES: La más popular Silicio tipo-n con silicio tipo-p

HETEROUNIONES: Histórica CdS tipo-n / Cu_xS tipo-p

Celda comercial: CdS/CdTe

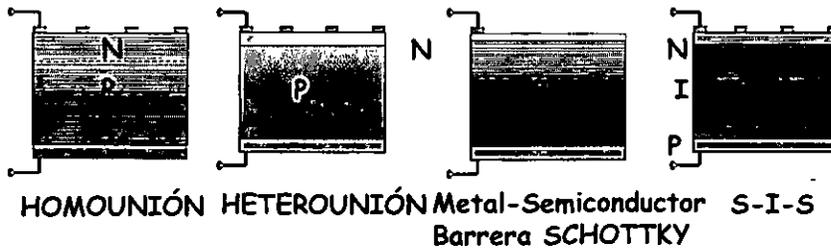
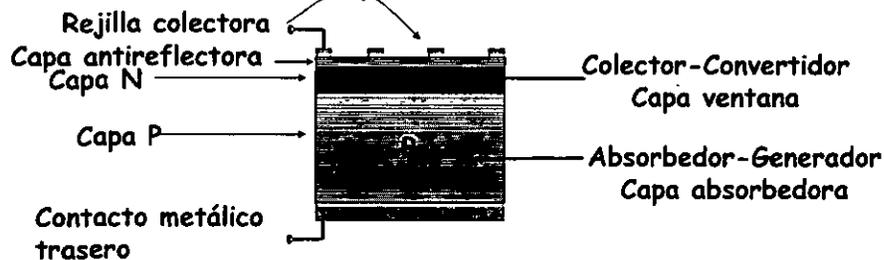
BARRERA SCHOTTKY: Unión rectificadora metal/semiconductor

UNION M/I/S: Unión rectificadora metal/aislante/semiconductor.

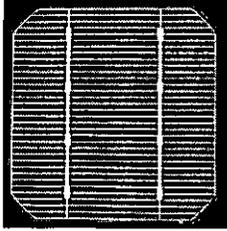
UNION S/I/S: Unión rectificadora SC tipoN/SC Intrínseco/SC tipo P.

Celda típica comercial: **SILICIO AMORFO**

Estructuras para Celdas Solares



Materiales de fabricación



Silicio monocristalino



Silicio policristalino



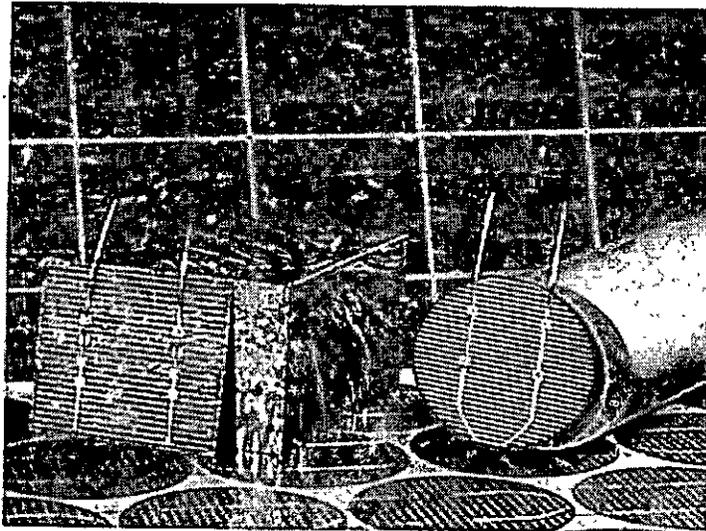
Silicio amorfo

Silicio Monocristalino: Las celdas están hechas de un solo cristal de silicio de muy alta pureza. La eficiencia de estos módulos ha llegado hasta el 17%. Los módulos con estas celdas son los más maduros del mercado.

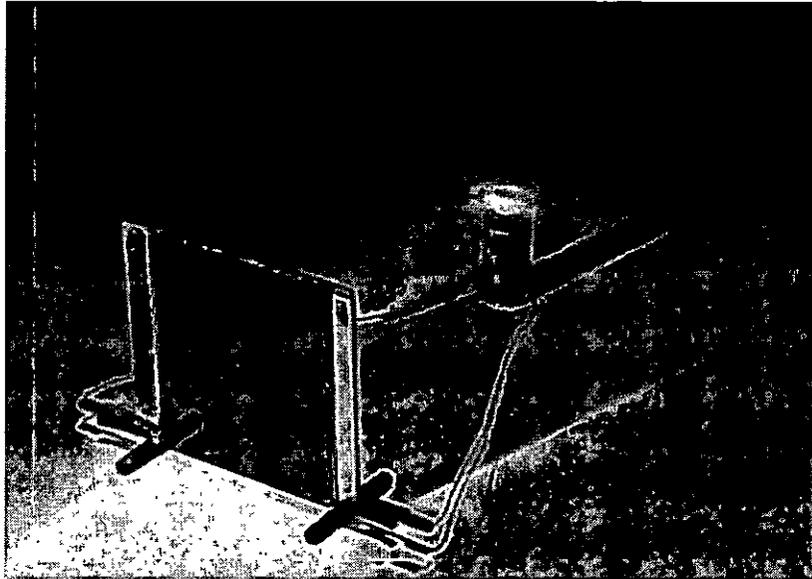
Silicio Policristalino: Celdas están formadas por varios cristales de silicio. Esta tecnología fue desarrollada buscando disminuir los costos de fabricación. Eficiencias de conversión un poco inferiores a las monocristalinas. Módulos con eficiencias menores de 15%

Silicio Amorfo: La tecnología de los módulos de silicio amorfo ha estado cambiando aceleradamente en los últimos años. En la actualidad su eficiencia ha subido hasta establecerse en el rango del 10% y promete incrementarse.

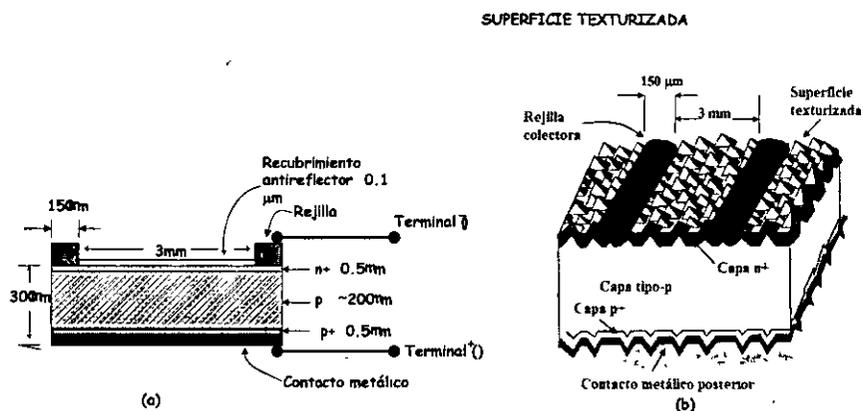
Celdas Solares de Silicio



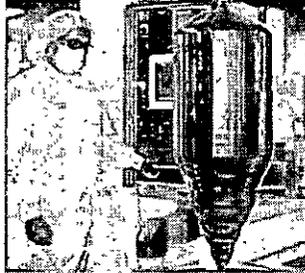
SILICIO AMORFO: Película Delgada



Anatomía de una celda solar de silicio monocristalino

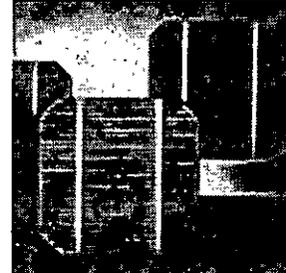


Tecnología Fotovoltaica Comercial



MONOCRISTAL

$V_{CA} \approx 0.74 \text{ V}$
 $J_{CC} \approx 41.6 \text{ mA/cm}^2$
 $P_M \approx 24.67 \text{ mW/cm}^2$



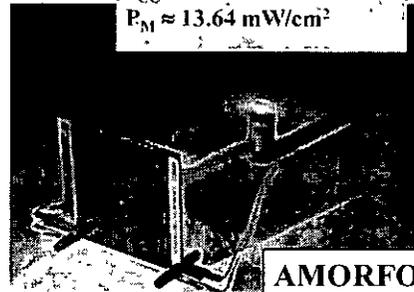
SILICIO

$V_{CA} \approx 0.61 \text{ V}$
 $J_{CC} \approx 36.4 \text{ mA/cm}^2$
 $P_M \approx 17.25 \text{ mW/cm}^2$

$V_{CA} \approx 0.8-2.3 \text{ V}$
 $J_{CC} \approx 7.7-19.4 \text{ mA/cm}^2$
 $P_M \approx 13.64 \text{ mW/cm}^2$



POLICRISTAL



AMORFO

TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA COMERCIAL

TELURIO DE CADMIO

First Solar

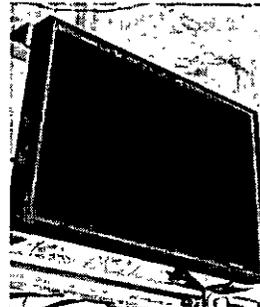
$V_{CA} \approx 0.84 \text{ V}$
 $J_{CC} \approx 26.7 \text{ mA/cm}^2$
 $P_M \approx 17.3 \text{ mW/cm}^2$



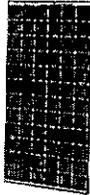
SELENIURO DE COBRE-INDIO

Siemens Solar Industries

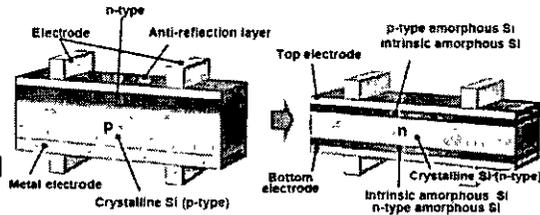
$V_{CA} \approx 0.669 \text{ V}$
 $J_{CC} \approx 35.7 \text{ mA/cm}^2$
 $P_M \approx 18.39 \text{ mW/cm}^2$



Tecnología SANYO Heterounión a-Si/x-Si/a-Si



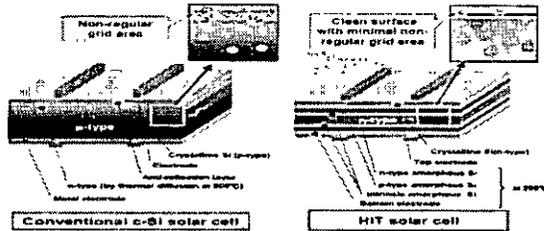
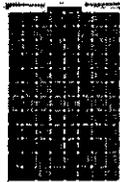
HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin Layer) Solar Cell is composed of thin single crystalline Si wafer sandwiched by ultra-thin a-Si layers



Eficiencia record
Celdas: 23%
Modulo: 16.4%

Conventional c-Si solar cell

HIT solar cell



Conventional c-Si solar cell

HIT solar cell

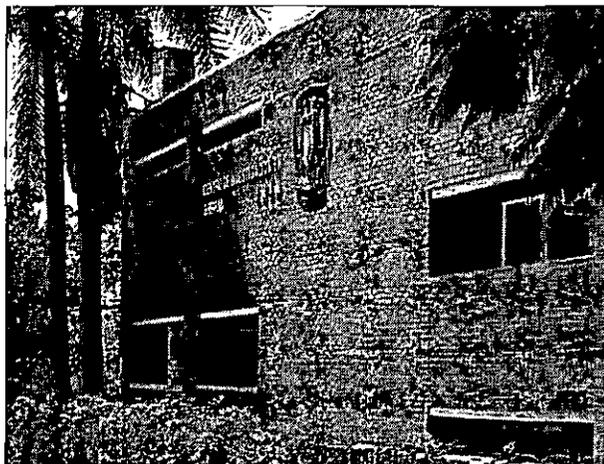
Estado Actual de la Tecnología Fotovoltaica

	Diseño en homounión	Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	*Silicio monocristalino (gruesa)	Disponible comercialmente
	*Silicio policristalino (gruesa)	
	*Silicio amorfo (película delgada)	Bajo desarrollo
	Películas delgadas monocristalinas *Arsenuro de Galio (GaAs)	
	Diseño en Heterounión	Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	Películas delgadas policristalinas *Cobre-Indio-Diselenio *Teluro de Cadmio	Disponibles comercialmente
		Estatus
	Diseño de unión múltiple	Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	a-SiC/a-Si	Bajo Desarrollo
	a-Si/a-Si	
	a-Si/a-SiGe	
	a-Si/poli-Si	
	a-Si/CuInSe	
	GaAs/GaSb	
CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS	Módulos Planos	Disponible comercialmente
	Módulos con concentrador	Disponible comercialmente

Eficiencia de Celdas de Silicio Cristalino

CELAS SOLARES BASADAS EN SILICIO CRISTALINO; IRRADIANCIA TAMI 5				
TECNICA DE ELABORACION	TIPO DE CELDA	ORGANIZACION	AREA (cm ²)	EFICIENCIA (%)
Zona flotante (ZF, mx)	PERC	Univ. de Nueva Gales AUSTRALIA	4	24.2
	BPCC	Stanford	31.5	22.7
	Simple BGC	Stanford	10	21.2
	BCSC	Univ. de Nueva Gales AUSTRALIA	12	21.3
Czochnaiski (CZ mx)	BCSC	Univ. de Nueva Gales AUSTRALIA	47	18.3
	n-pp	Telefunken, Siemens	113	18.0
	n-pp	Sharp	100	17.3
	comercial	Varios	400	13.0
Silicio Moldado (CS mx)	PERC	Univ. de Nueva Gales AUSTRALIA	4	17.1
	BCSC	Univ. de Nueva Gales AUSTRALIA	10.5	18.2
	n-pp	Sharp	100	15.0
	n-pp	Telefunken	115	13.6
	comercial	Varios (Solarex, Kyocera...)	400	12.0

Módulos y Arreglos Fotovoltaicos



AARÓN SÁNCHEZ JUÁREZ

Módulos fotovoltaicos



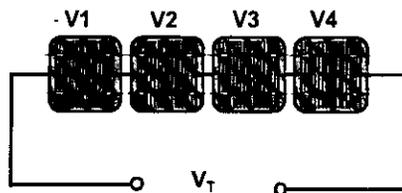
$$\begin{aligned} V_{CA} &= 0.6 \text{ V} \\ J_{CC} &= 44 \text{ mA/cm}^2 \\ V_M &= 0.49 \text{ V} \\ J_M &= 30.5 \text{ mA/cm}^2 \\ P_M &= 15 \text{ mW/cm}^2 \end{aligned}$$

Conexión Serie: La terminal negativa de una celda se conecta a la terminal positiva de la siguiente.
Resultado: *Incremento de voltaje*

Conexión Paralelo: La terminal negativa de una celda se conecta a la terminal negativa de la siguiente, la terminal positiva se conecta a la positiva de la siguiente celda.
Resultado: *Se incrementa la corriente de salida.*

Módulos fotovoltaicos

Conexión de las celdas IDÉNTICAS FV para formar un módulo



Conexión en serie

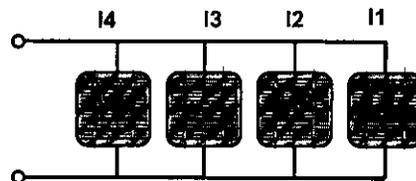
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

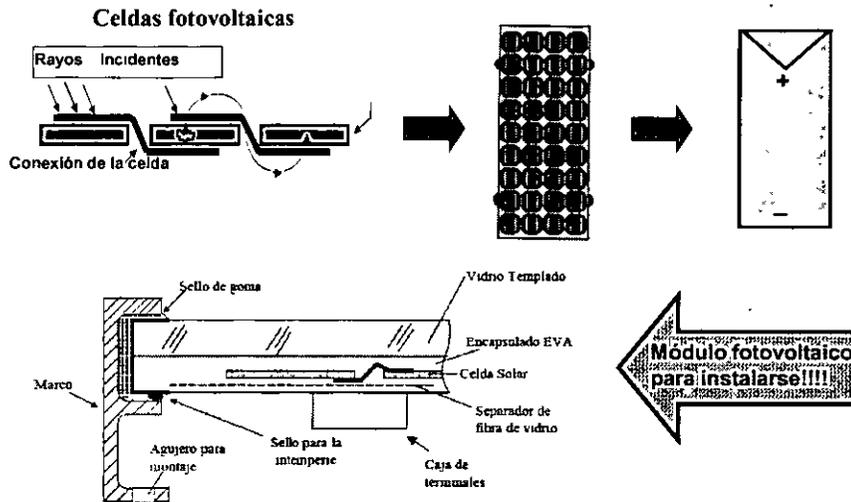
Conexión en paralelo

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$

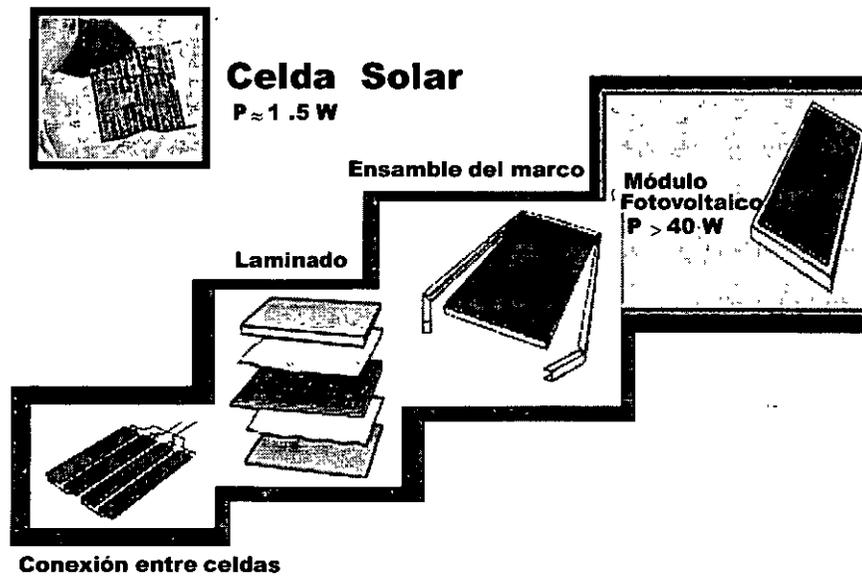
$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$



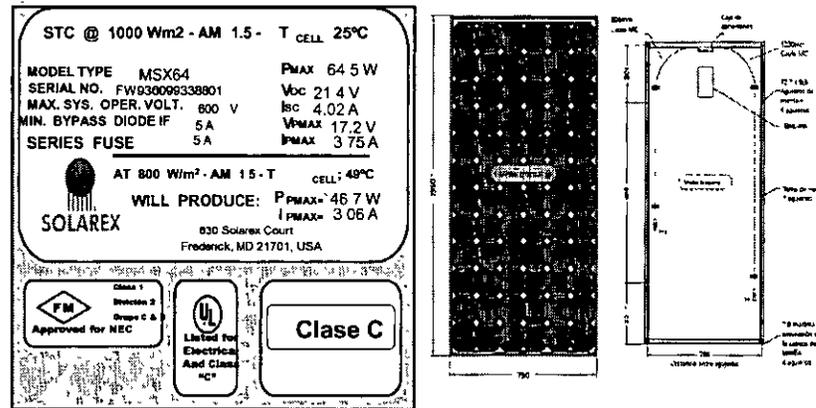
Módulos fotovoltaicos



Construcción de un módulo Fotovoltaico



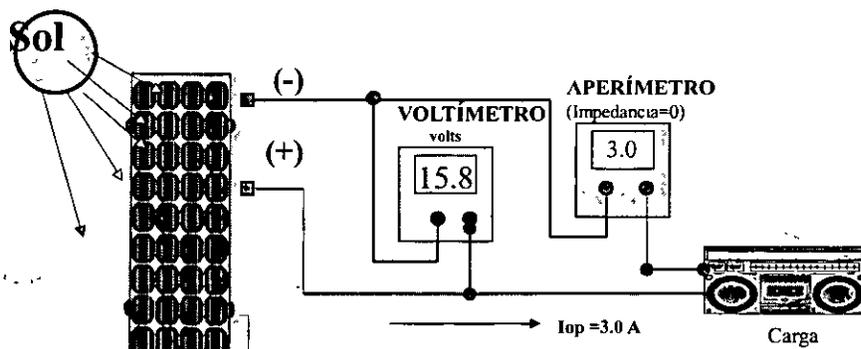
Módulos fotovoltaicos



Los módulos FV comerciales incluyen Valores de placa y diagrama de conexiones

Acoplamiento directo

Voltaje, Corriente de operación y Potencia Generada

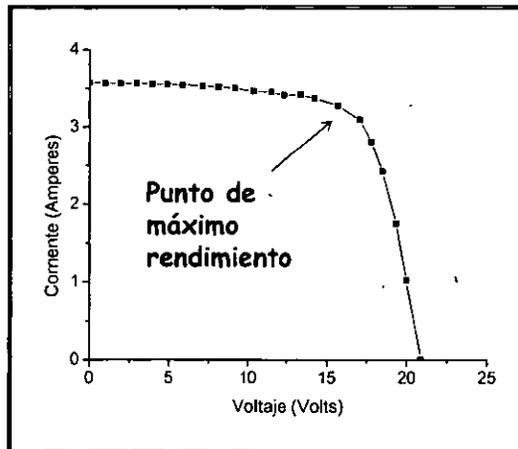


Modulo FV. SIMENS PCJ4

Curva de rendimiento (I VS V)

Define todos los puntos de operación

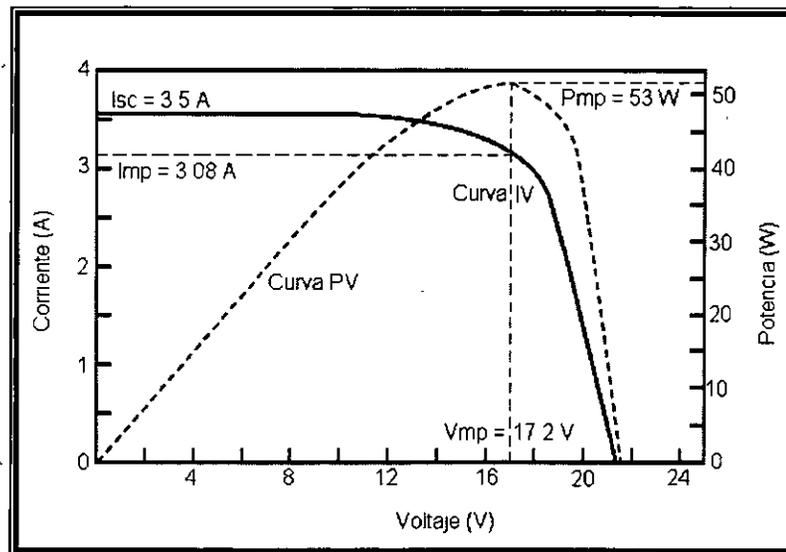
MÓDULO DE 55 W-p; AM1.5 1000 W/m²; 25°C.



Voltaje (V*)	Corriente (I*)	Potencia (P*)
[Volts]	[Amp.]	[Watts]
0	3.6	0
10	3.5	35
17	3.2	55
19	2.0	38
21	0.0	0

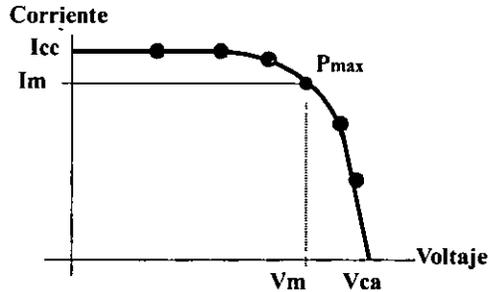
(*) Condiciones estándares de prueba

Curva I-V y P-V del Módulo Fotovoltaico



Características eléctricas bajo condiciones NTC

Parámetros eléctricos de un Módulo Fotovoltaico



Icc Corriente de Corto circuito ($P = 0$ watts): Es la corriente máxima que puede generar el Módulo bajo una intensidad luminosa de 1000 W / m^2

Vca Voltaje a circuito Abierto ($P = 0$ watts): Voltaje máximo que puede generar el Módulo

Vm Voltaje de Operación **Im** Corriente de Operación

Voltaje y corriente para los cuales el Módulo genera la máxima potencia

Pmax potencia máxima

Eficiencia del Módulo

$$\eta = \frac{P_m}{P_i \times A_a}$$

Donde

η = Eficiencia del Módulo

P_m = Potencia máxima

P_i = potencia incidente
 1000 W/m^2

A_a = Superficie del Modulo,
Largo x Ancho m^2

Ejemplos :

Módulo **SIEMENS M55** $P_i = 1000 \text{ W/m}^2$

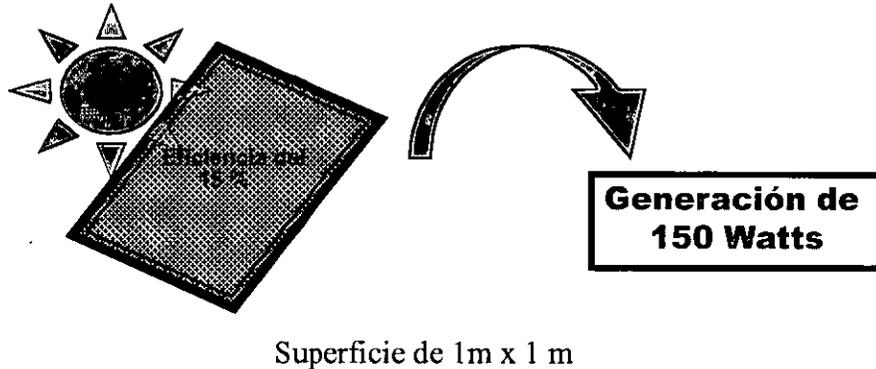
$P_m = 53 \text{ W}$, $I_m = 3.05 \text{ A}$, $V_m = 17.4 \text{ V}$, $\text{Area} = 0.43 \text{ m}^2$ $\eta = 12.42 \%$

Módulo **KIOCERA K55** $P_i = 1000 \text{ W/m}^2$

$P_m = 51 \text{ W}$, $I_m = 3.02 \text{ A}$, $V_m = 16.9 \text{ V}$, $\text{Area} = 0.44 \text{ m}^2$ $\eta = 11.60 \%$

Eficiencia en celdas y módulos comerciales de silicio

TIPO DE CRISTAL	CELDA (100 cm ² de area)	MÓDULOS
MONOCRISTAL	18%	Del 13 % al 16.8%
POLICRISTAL	17%	Del 11% al 13%
AMORFO	13%	Del 7.5% al 10%



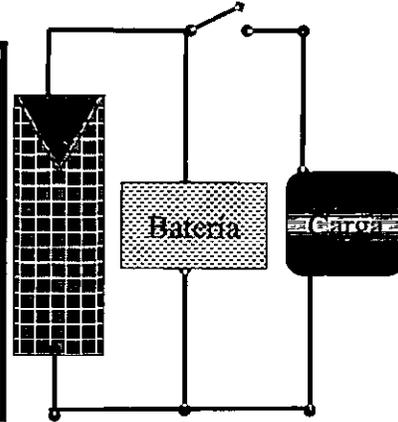
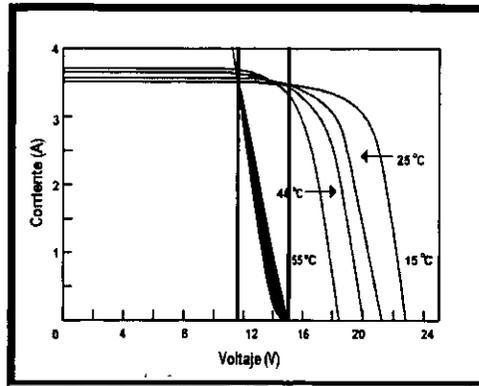
Necesidad de Almacenar Energía



Para el almacenamiento de Energía Eléctrica en Sistemas Electroquímicos, los Módulos FV se construyen con el número de celdas necesarias para cargar acumuladores.

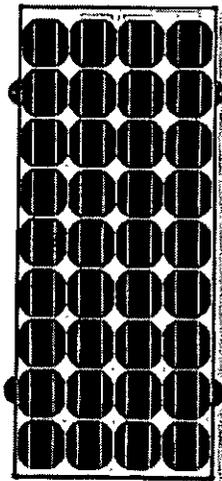
Para el caso de acumuladores de 12 V nominales, los módulos se diseñan con 30, 33 y hasta 36 Celdas FV conectadas en serie.

Tecnología Diseñada para Cargar Baterías de 12 V nominales



Módulos de c-Si: Treinta y seis celdas conectadas en serie con dos diodos de paso para prevenir efectos de puntos calientes

Módulo Fotovoltaico



Modulo de Silicio Monocristalino

Marca: SIEMENS Modelo SP75 (PC-J4)

Características Eléctricas
STC 1000 W/m²; 25°C

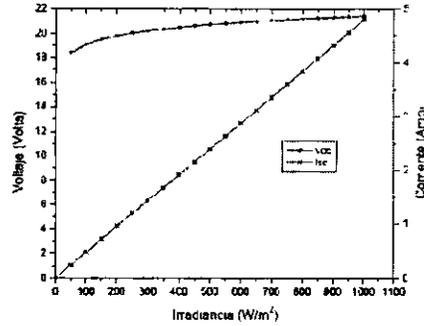
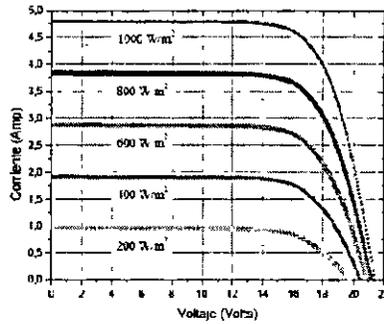
V_{ca} = 21.7 V V_m = 17 V P_{max} = 75 W
I_{cc} = 4.8 A I_m = 4.4 A

Características Físicas

Nº de Celdas = 36
Largo 120.1 cm Ancho 52.8 cm
Espesor 3.4 cm peso 5.8 Kg

Módulos fotovoltaicos

Efecto de la intensidad luminosa



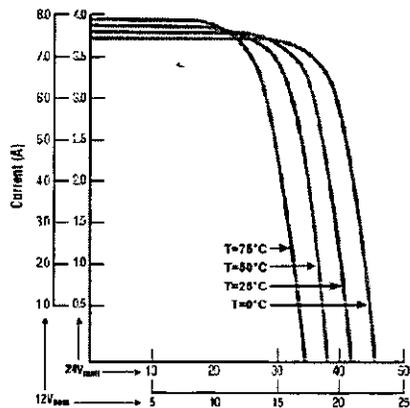
El voltaje permanece casi invariante a diferentes intensidades luminosas, la corriente varía proporcionalmente a la irradiancia.

$$I_{cc}' = \frac{I_{cc}(SCT) * H}{1000}$$

Módulos fotovoltaicos

Efecto de la temperatura

I-V Characteristics



La corriente aumenta ligeramente mientras que el voltaje esta disminuyendo en una razón muy grande.

La temperatura de la celda en función de la irradiancia:

$$T_{cell} = T_{amb} + C_1 H,$$

$$C_1 = 0.025 \text{ } ^\circ\text{C m}^2/\text{W}.$$

En el voltaje: reducción de 2.2 mV/°C/celda
En la potencia: reducción del 0.35%/°C

Efecto de la Temperatura

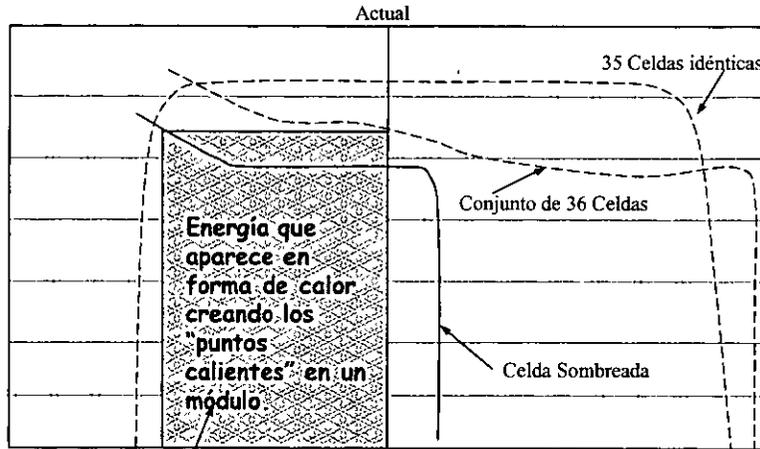
Valores típicos de funcionamiento a 1kW/m^2

Temperatura de la unión	Tj	(°C)	25	45	60
Voltaje nominal de la batería		(V)	12	12	12
Potencia máxima ($\pm 10\%$)	Pm	(W)	47.5	43.4	40.2
Voltaje a máxima Potencia	Vm	(V)	17	15.44	14.27
Corriente a máxima Potencia	Im	(A)	2.8	2.81	2.82
Corriente de corto circuito	Isc	(A)	3.05	3.07	3.08
Voltaje a circuito abierto	Voc	(V)	21.6	20	18.9

Efecto del sombreado

- Celdas idénticas iluminadas con diferente intensidad luminosa producen corrientes de diferente magnitud.
- Cuando una celda solar se sombrea, ésta deja de generar electricidad.
- Las características eléctricas de una celda sombreada son diferentes a las de una celda iluminada.
- Una celda solar sombreada en un módulo FV hacen que éste disminuya la potencia eléctrica generada.
- Una celda solar sombreada en un panel FV hacen que ésta se comporte como una resistencia y en ella se disipará potencia eléctrica en forma de calor.

Efecto del sombreado en una celda

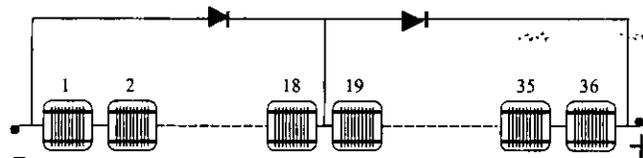


Energía disipada en la Celda Sombreada

Voltaje

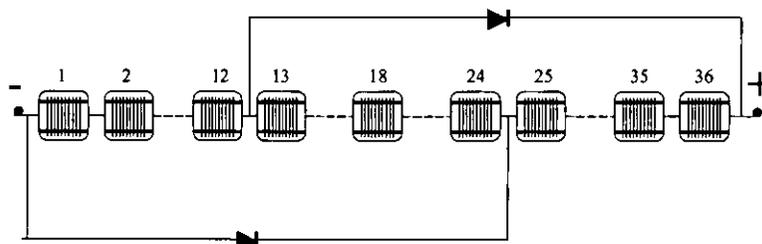
Un módulo de 55 Wp de 36 celdas en serie puede disipar en una celda sombreada una potencia de 53 W, suficiente para incrementar la temperatura de la celda hasta 90°C.

Protección contra los "puntos calientes"



(a)

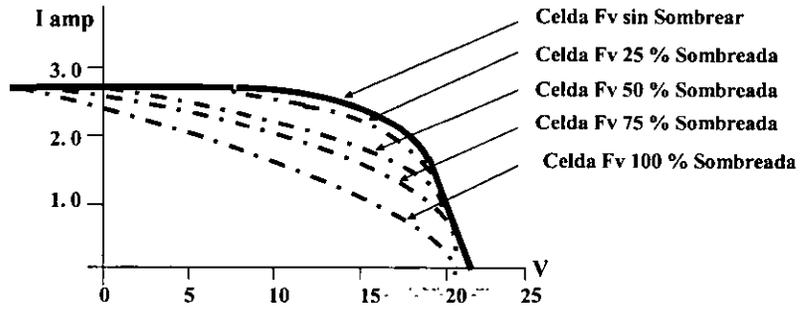
Diodos de Paso: Posición de diodos de paso para evitar la formación de puntos calientes



(b)

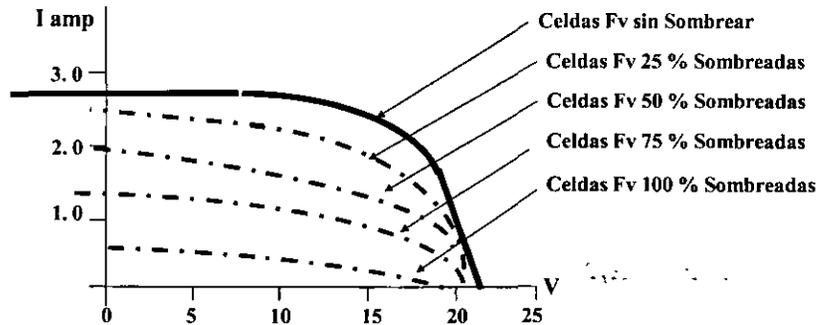
Efecto del sombreado sobre Módulos FV

Módulo con una celda Sombreada

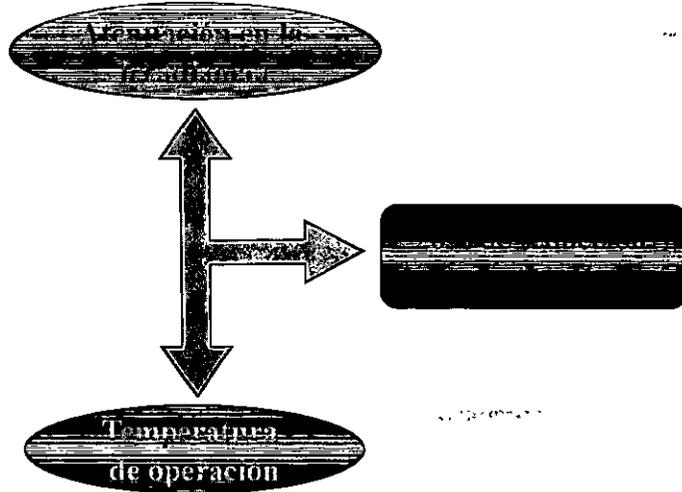


Efecto de sombreado sobre Módulos FV

Módulo con tres celdas Sombreadas

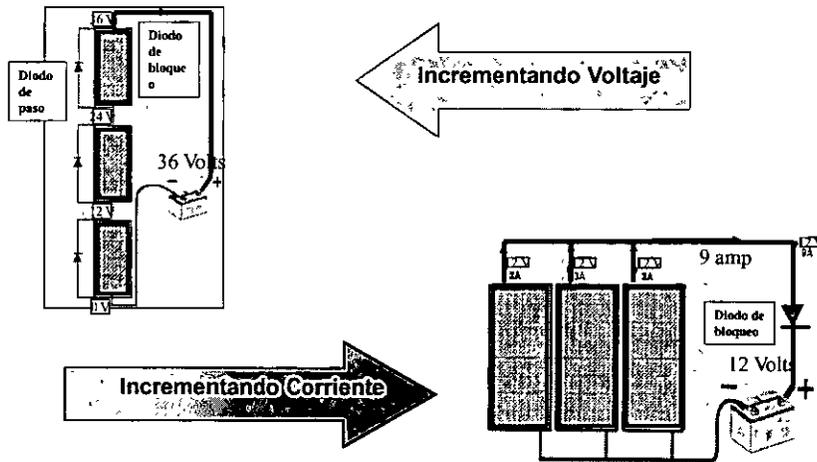


Efecto global

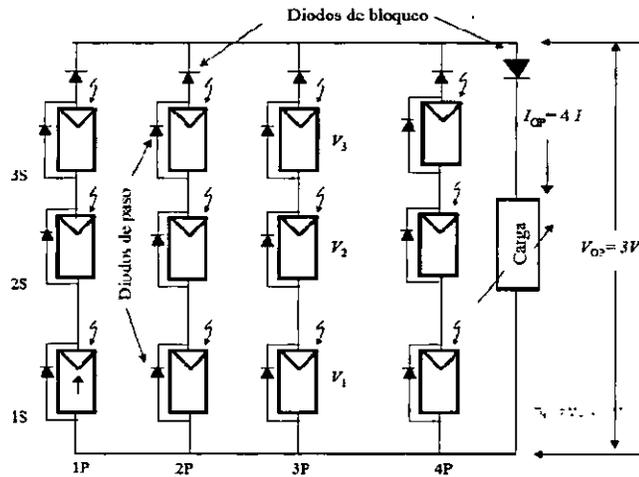


Arreglos fotovoltaicos

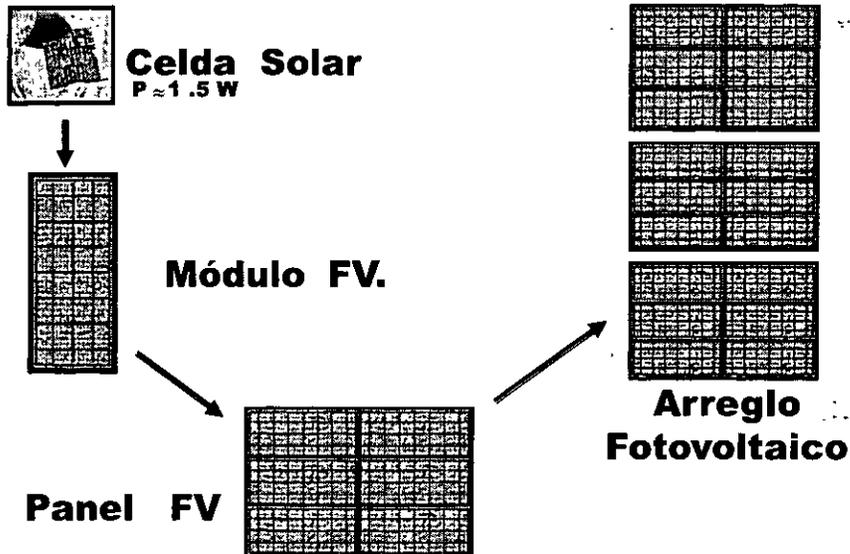
Incrementando potencia: Los módulos se pueden conectar en serie ó en paralelo para incrementar la potencia de trabajo, y formar una nueva estructura llamada el *arreglo fotovoltaico*.



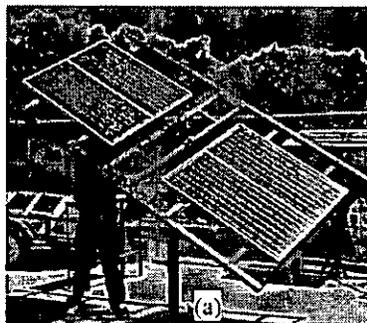
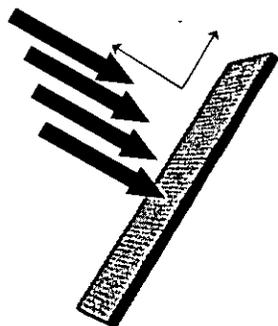
Arreglos fotovoltaicos



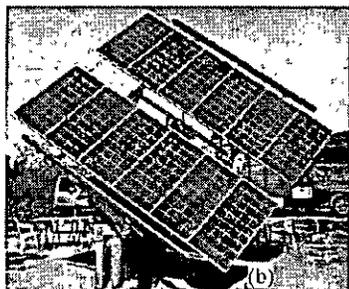
Términos empleados en Sistemas Fotovoltaicos



Orientación óptima de un AFV



Orientación óptima de un AFV



Para AFV montados en estructuras fijas, se debe tener en cuenta: el sur geográfico y la latitud del lugar. Si β es la inclinación del AFV, y L la latitud del lugar, la máxima potencia se obtendrá cuando :

$$\beta = L$$

Otras condiciones para maximizar la energía captada:

$\beta = L - \delta$, δ es la declinación promedio en una época de año

$\beta = L + 15$ en invierno

$\beta = L - 15$ en verano

FABRICANTES Producto comercial en México

Shell/Solarex

Sharp

Unisolar (USCC)

Kyocera

Photowatt

First Solar

BP Solar/Siemens/Arco Solar

ASE

Isofoton

Atersa

Astro Power

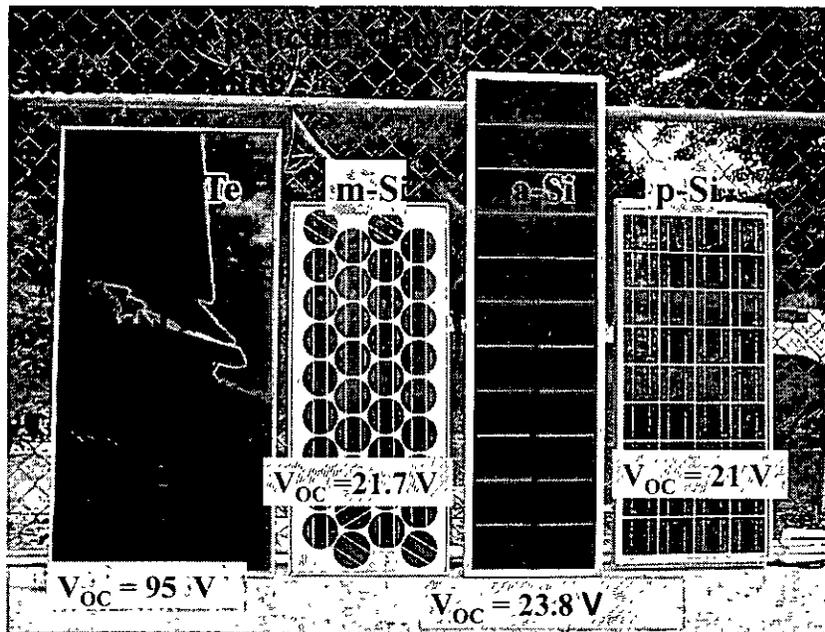
ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA

Diseño en homounión		Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	*Silicio monocristalino (gruesa)	Disponible comercialmente
	*Silicio policristalino (gruesa)	
	*Silicio amorfo (película delgada)	
	Películas delgadas monocristalinas	Bajo desarrollo
*Arsenuro de Galio (GaAs)		
Diseño en Heterounión		Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	Películas delgadas policristalinas	Próximamente Disponibles comercialmente
	*Cobre-Indio-Diselenio	
	*Teluro de Cadmio	
Diseño de unión múltiple		Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	a-SiC/a-Si	Bajo Desarrollo
	a-Si/a-Si	
	a-Si/a-SiGe	
	a-Si/poli-Si	
	a-Si/CuInSe	
	GaAs/GaSb	
CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS	Módulos Planos	Disponible comercialmente
	Módulos con concentrador	Disponible comercialmente

ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA

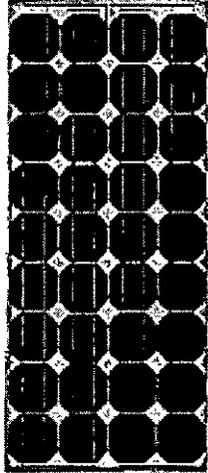
	Diseño en homounión	Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	*Silicio monocristalino (gruesa)	Disponible comercialmente
	*Silicio policristalino (gruesa)	
	*Silicio amorfo (pellicula delgada)	
	Pelliculas delgadas monocristalinas	
	*Arsenuro de Galio (GaAs)	Bajo desarrollo
	Diseño en Heterounión	Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	Pelliculas delgadas policristalinas	Próximamente Disponibles comercialmente
	*Cobre-Indio-Diselenio	
	*Telenuro de Cadmio	
	Diseño de unión múltiple	Estatus
TIPO DE TECNOLOGÍA	a-Si/a-Si	Bajo Desarrollo
	a-Si/a-Si	
	a-Si/a-SiGe	
	a-Si/poli-Si	
	a-Si/CuInSe	
	GaAs/GaSb	
CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS	Módulos Planos	Disponible comercialmente
	Módulos con concentrador	Disponible comercialmente

Tecnologías fotovoltaicas Comerciales



Que es lo que se compra?

SIEMENS SP75

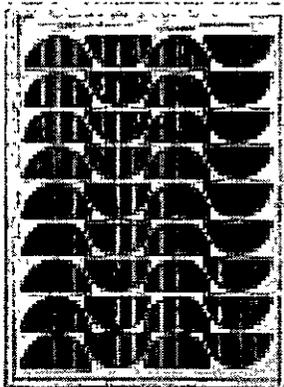


Propiedades eléctricas	
Potencia Pico Típica	75 W
Voltaje \approx Pmax [Vp]	17.0 V
Corriente \approx Pmax [Ip]	4.4 A
Corriente de corto circuito [Isc]	4.8 A
Voltaje a circuito abierto [Voc]	21.7 V
Coeficientes de temperatura	
Voc	-0.077 Volts/°C
Isc	+2.06 mA/°C
Garantía	25 años
Precio	US\$450.00
Dimensiones	
Largo	1.20 mts
Ancho	52.7 cm
Profundidad	3.4 cm
Peso	7.6 kg

Modulo Fotovoltaico Silicio Monocristalino

Módulos Fotovoltaicos de Silicio Monocristalino

SIEMENS SR-100

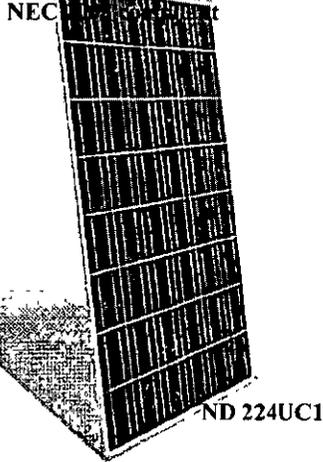


Propiedades eléctricas	
Potencia Pico Típica	100 W
Voltaje \approx Pmax [Vp]	17.7 V
Corriente \approx Pmax [Ip]	5.6 A
Corriente de corto circuito [Isc]	6.3 A
Voltaje a circuito abierto [Voc]	22.0 V
Coeficientes de temperatura	
Voc	-0.079 Volts/°C
Isc	+2.1 mA/°C
Garantía	25 años
Precio	US\$612.00
Dimensiones	
Largo	1.49 mts
Ancho	59.4 cm
Profundidad	4.0 cm
Peso	10.9 kg

TECHNOLOGY

SHARP

224WATT MULTI-PURPOSE MODULE



Business leaders install this module in large commercial applications, demonstrating financial astuteness and environmental stewardship.

ENGINEERING EXCELLENCE

High module efficiency for an outstanding balance of size and weight to power and performance.

DURABLE

Tempered glass, EVA lamination and weatherproof backskin provide long-life and enhanced cell performance.

RELIABLE

25-year limited warranty on power output.

HIGH PERFORMANCE

This module uses an advanced surface texturing process to increase light absorption and improve efficiency.

224 WATT

ND-224UC1

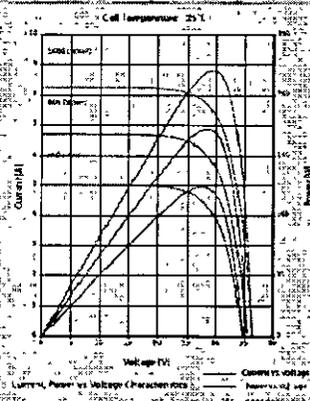
NEC 2008 Compliant

Module output cables now 12 AWG with locking connect

ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
Maximum Power (P _{max})	224 W
Tolerance of P _{max}	+10%/-0%
Type of Cell	Polycrystalline silicon
Cell Configuration	60 in series
Open Circuit Voltage (V _{oc})	35.6 V
Maximum Power Voltage (V _{mp})	29.3 V
Short Circuit Current (I _{sc})	0.33 A
Maximum Power Current (I _{mp})	7.66 A
Module Efficiency (%)	13.74%
Maximum System (DC) Voltage	600 V
Series Fuse Rating	15 A
HOCT	475°C
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.48%/°C
Temperature Coefficient (V _{oc})	0.35%/°C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.053%/°C

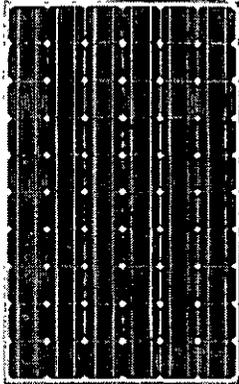
*Measured at (STC) Standard Test Condition: 25°C, 1000W/m² irradiation, AM 1.5

IV CURVES



235 WATT

MULTI-PURPOSE MODULE
NEC 2009 Compliant



NU-U235F1

Sharp's most powerful commercial module manufactured today.

ENGINEERING EXCELLENCE

High module efficiency for an outstanding balance of size and weight to power and performance.

DURABLE

Tempered glass, EVA lamination and weatherproof backskin provide long-life and enhanced cell performance.

RELIABLE

25-year limited warranty on power output.

HIGH PERFORMANCE

This module uses an advanced surface texturing process to increase light absorption and improve efficiency.

INNOVATIVE

156 mm monocrystalline solar cells provide high power output. Ideal for large commercial rooftops where space is a premium.

235 WATT

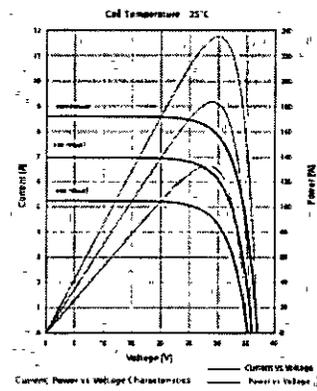
NU-U235F1

NEC 2009 Compliant
Module output cables 12 AWG with locking connectors

ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
Maximum Power (P _{max})	235 W
Tolerance of P _{max}	-10%/5%
Type of Cell	Monocrystalline silicon
Cell Configuration	60 in series
Open Circuit Voltage (V _{oc})	370 V
Maximum Power Voltage (V _{mp})	30.0 V
Short Circuit Current (I _{sc})	8.00 A
Maximum Power Current (I _{mp})	7.84 A
Module Efficiency (%)	14.4%
Maximum System (DC) Voltage	600 V
Series Fuse Rating	15 A
NOCT	45°C
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.455%/°C
Temperature Coefficient (V _{oc})	+0.517%/°C
Temperature Coefficient (I _{sc})	+0.0532%/°C

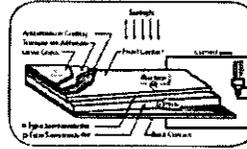
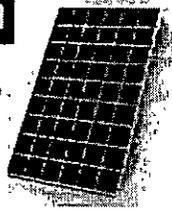
Measured at IEC Standard Test Conditions: 25°C, 1.0 W/m² irradiation, AM1.5

I-V CURVES





KD 210GX-LP



Solar Modules [KC/KD]

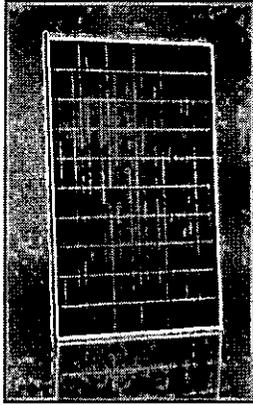
Product Name and Descriptions	KD 210GX-LP	KD 205GX-LP	KD 180GX-LP	KD 135GX-LP	KC 130TM	KC65T	KC65T	KC50T	KC40T
Part Number	503091	501015	501014	501013	501004	703004	703005	703007	703008
Rate of Power(Watts)	210	205	180	135	130	87	65	54	43
Series Fusing(Amps)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	7.0	6.0	6.0	6.0
Current at Max. Power(Amps)	7.90	7.71	7.63	7.63	7.39	5.02	3.75	3.11	2.48
Voltage at Max Power(Volts)	26.6	26.6	23.6	17.7	17.6	17.4	17.4	17.4	17.4
Short Circuit Current(Amps)	8.58	8.36	8.35	8.37	8.02	5.34	3.99	3.31	2.65
Open Circuit Voltage(Volts)	33.2	33.2	29.5	22.1	21.9	21.7	21.7	21.7	21.7
Length (Inches)	59.1	59.1	52.8	59.1	56.0	39.6	29.6	25.2	20.7
Width (Inches)	39.0	39.0	39.0	26.3	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7
Depth of Frame (Inches)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Depth including J-box	1.4	1.4	1.4	1.4	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
Shipping Weight (lbs.)	45.8	45.8	41.4	33.0	33.0	24.0	18.0	16.0	13.0

Mini Module

Product Name and Description	Wired for 6 Volt	Wired for 12 Volt
Part Number	703017	
Price	\$26.00	
Rated Power (Watts)	1.4 *	
Current at Max. Power (mA)	182 mA *	91 mA *
Voltage at Max. Power (Volts)	8 Vmp *	16 Vmp *
Short Circuit Current (mA)	190 mA *	95 mA *
Open Circuit Voltage	10.7 Voc *	20.0 Voc *
Length (Inches)	6.02 (153mm)	
Width (Inches)	4.64 (118mm)	
Depth (Inches)	.16 (4mm)	
Shipping Weight (lbs.)	.20 (90.7g)	

Product Name and Description	KS 20	KS 10	KS 5
Part Number	703022	703020	703019
Price	\$210.00	\$179.00	\$78.00
Rated Power (Watts)	20.0	10.0	5.0
Current at Max. Power (Amps)	1.16	0.58	0.29
Voltage at Max. Power (Volts)	17.40	17.40	17.40
Short Circuit Current (Amps)	1.26	0.63	0.31
Open Circuit Voltage	21.70	21.70	21.70
Length (Inches)	20.5	12.0	8.1
Width (Inches)	13.78	13.85	13.86
Depth (Inches)	0.87	0.87	0.87
Shipping Weight (lbs.)	6.0	4.4	3.0

SCHOTT solar



SCHOTT POLY™ 225/220/217/210

Technical Data

SCHOTT POLY™ 225/220/217/210

Electrical Data
The electrical data apply to standard test conditions (STC) (irradiance of 1000 W/m², AM1.5, cell temperature of 25°C)

Maximum power	225 Wp	220 Wp	217 Wp	210 Wp
Voltage at maximum power (V _{mp})	29.7 V	29.5 V	29.6 V	29.5 V
Current at maximum power (I _{mp})	7.53 A	7.41 A	7.33 A	7.16 A
Open circuit voltage (V _{oc})	36.9 V	36.5 V	36.4 V	36.3 V
Short circuit current (I _{sc})	8.24 A	8.15 A	8.10 A	7.93 A
Module efficiency	14.89%	14.47%	14.28%	13.84%

Data at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)
NOCT is the average cell temperature under the following conditions: irradiance of 800 W/m², wind speed of 1 m/s, ambient temperature of 20°C

Maximum power	161 Wp	156 Wp	151 Wp	145 Wp
Voltage at maximum power (V _{mp})	26.9 V	26.7 V	26.7 V	26.5 V
Current at maximum power (I _{mp})	5.99 A	5.83 A	5.73 A	5.53 A
Open circuit voltage (V _{oc})	33.2 V	32.9 V	32.8 V	32.6 V
Short circuit current (I _{sc})	6.60 A	6.53 A	6.49 A	6.32 A
Temperature (T _{cell})	47.2 °C	47.2 °C	47.2 °C	47.2 °C

Temperature Coefficients

Power	-0.47 %/K
Open circuit voltage	-3.54 %/K
Short circuit current	0.09 %/K

Characteristic Data

- Cells: 60 cells per module
- Cell type: Monocrystalline silicon
- Cell size: 156 mm x 156 mm (6.14 in x 6.14 in)
- Connections: 4 connections, 2 on each side, 15.1 mm (0.59 in) diameter
- Frame: Anodized aluminum
- Weight: 11.5 kg (25.3 lb)

Dimensions and Weight

Dimensions	66.34" (1689 mm) x 39.09" (993 mm) x 1.18" (30 mm)
Weight	11.5 kg (25.3 lb)

Qualifications

The SCHOTT POLY™ 225/220/217/210 is certified to meet the requirements of IEC 61215 and IEC 61730.

SUNPOWER™

210 SOLAR PANEL

EXCEPTIONAL EFFICIENCY AND PERFORMANCE



The SunPower™ 210 Solar Panel

Electrical Data

Rated Power (P _{max})	210 W
Rated Voltage (V _{mp})	43.0 V
Rated Current (I _{mp})	5.25 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	47.2 V
Short Circuit Current (I _{sc})	5.75 A
Maximum System Voltage (U _s)	600 V

Temperature Coefficients

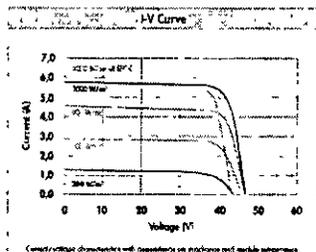
Power	-0.38% / K
Voltage (V _{oc})	-1.26 mV / K
Current (I _{sc})	0.5 mA / K

NOCT
40°C / 104°F

Series Fuse Rating
15 A

Mechanical Data

- Cell Cells: 72 SunPower all-back contact monocrystalline
- Front Glass: High transmission tempered glass
- Junction Box: IP65 rated with 3 bypass diodes
- Dimensions: 22 x 155 x 128 (mm)
- Output Cables: 1000mm length cables / MC4 Connect (MC4) connectors
- Frame: Anodized aluminum alloy type 6063 (black)
- Weight: 3.1 lbs (1.5 kg)



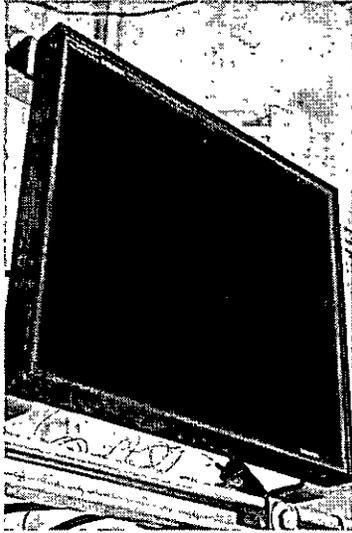
Tested Operating Conditions

Temperature	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Wind load	113 psf (530kg/m ²) (5-mph) and - e.g. snow: 50 psf (245kg/m ²) (2400 Pa) front and back - e.g. wind
Impact Resistance	1m x 1m (25 mm) at 52m/s (23 m/s)

Warranties and Certifications

Warranties	25 year limited power warranty 10 year limited product warranty
Certifications	Issued to US 1705 Class C Fire Rating

COBRE-INDIO-SELENIO₂



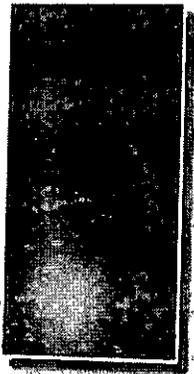
Parámetros Eléctricos

Potencia Pico	(Pp)(Watts)	40
Voltaje Máximo Pico	Vp(Volts)	16.6
Corriente Máxima Pico	Ip(Amp)	2.41
Voltaje a Circuito Abierto	Voc(Volts)	22.2
Corriente a Corto Circuito	Ip(Amp)	2.59

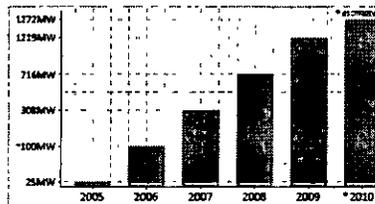
Parámetros Térmicos

Voltaje a Circuito Abierto	-0.1V/°C
Corriente de Corto Circuito	+0.26mA/°C

FS Series 2 PV Modules



Manufacturing Capacity



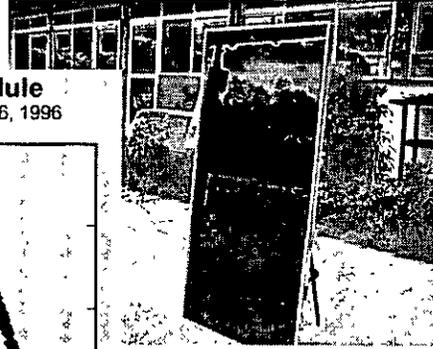
Electrical Specifications

Details	FS-270	FS-272	FS-275	FS-277
Nominal Power:	70W	72.5W	75W	77.5W
Voltage:	65.5V	66.6V	68.2V	69.9V
Current:	1.07A	1.09A	1.10A	1.11A

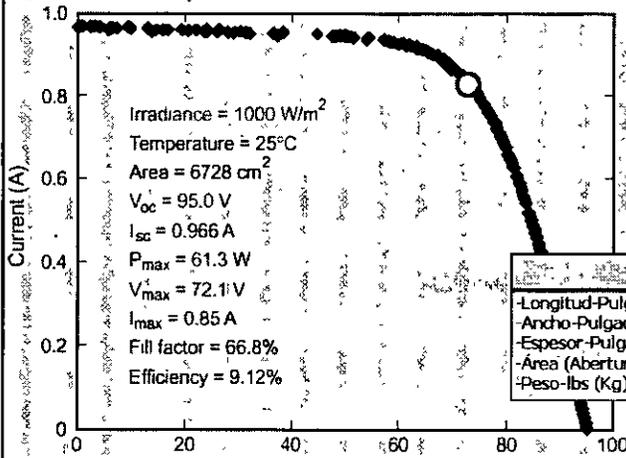
Coeficiente de Temperatura para el módulo a $T_c = 45^\circ\text{C}$		
-Potencia (P_p)	$T_k(P_p)$	-0.20%/°C
-Voltaje a circuito abierto	$T_k(V_{oc})$	-0.27%/°C
-Corriente a corto circuito	$T_k(I_{sc})$	+0.004%/°C

Que es lo que se compra?

Módulo de CdTe



Solar Cells, Inc. CdS/CdTe Module
NREL Spire 240A Solar Simulator (peak), March 6, 1996



Dimensiones y peso		
-Longitud-Pulgadas (cm)	47.250	(120)
-Ancho-Pulgadas (cm)	23.625	(60)
-Espesor-Pulgadas (cm)	0.25	(0.64)
-Área (Abertura total)-ft ² (m ²)	7.75	(0.72)
-Peso-lbs (Kg)	25	(11.36)

Que es lo que se compra?

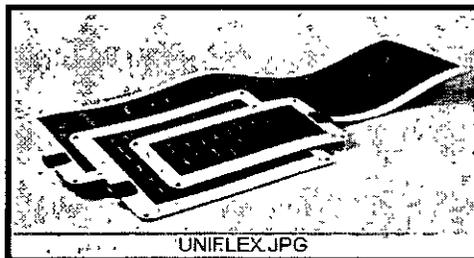
MODULO DE SILICIO AMORFO

Specifications

Model	US 64	US 32	US 11	US 6
Rated Power (Wp)	64.0	32.0	10	5.0
Max Power Point (VMP) (V)	16.5	16.5	16.5	16.5
Max Power Point (IMP) (A)	3.9	1.9	0.6	0.3
Open Circuit Voltage (VOC) (V)	23.8	23.8	23.8	23.8
Short Circuit Current (ISC) (A)	4.8	2.4	0.8	0.4
Weight (lbs./kg)	20.2/9.2	10.6/4.8	3.6/1.6	2.5/1.1
Length of the panel (in./mm)	53.0/1366	53.0/1366	19.3/491	19.3/491
Width of the panel (in./mm)	29.2/741	15.1/383	15.1/383	8.1/206
Cable length (ft./mm)	-	-	8/2438	8/2438
Warranty On Power Output	20 yr.	20 yr	10 yr	10 yr.

**Módulos flexibles
Uni-Solar de silicio
amorfo**

Propiedades eléctricas	
Potencia Pico Típica	32 W
Voltaje \cong Pmax [Vp]	16.5 V
Corriente \cong Pmax [Ip]	1.94 A
Corriente de corto circuito [Isc]	2.4 A
Voltaje a circuito abierto [Voc]	23.8 V
Garantía	
	3 años
Dimensiones	
Largo	(56.3 in)
Ancho	(16.7 in)
Profundidad	(0.3 in)
Peso	(4.7/lbr)



**Aplicación:
Cargadores de
baterías de 12
Volts**

PRECIOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (2008)

Fabricante	Modelo	Potencia [Watts]	Precio (2002) (Dis)	Precio por Watt (Dis)	Area del Módulo (m ²)	Precio W/m ² (Dis)
Solarex (p)	SA-2	2.2	\$47.00	\$21.36		
Unisolat (a)	US-5	5.25	\$53.00	\$10.60	0.105	\$504.7
Siemens (cis)	ST-10	10	\$104.00	\$10.40	0.128	\$812.5
Siemens (m)	SM-20	20	\$219.00	\$10.95	0.185	\$1177.4
Unisolat (a)	US-32	32	\$185.00	\$5.78	0.527	\$351
Kyocera (p)	KC-35	35	\$200.00	\$5.71	0.307	\$651.4
Solarex (p)	SX-50M	50	\$305.00	\$6.10	0.514	\$593.3
Kyocera (P)	LA-51	51	\$268.00	\$5.25	0.438	\$611.8
Siemens (m)	SM 55	55	\$319.00	\$5.80	0.425	\$705.5
Unisolat (a)	US-64	64	\$298.00	\$4.66	1.01	\$295
BP solar (m)	BP75	75	\$375.00	\$5.00	0.646	\$580.4
Solarex (p)	MSX83	83	\$479.00	\$5.77	0.732	\$654.3
Siemens (m)	SR100	100	\$485.00	\$4.95	0.89	\$544.9
Solarex (p)	MSX120	120	\$619.00	\$4.99	1.098	\$563.7
Kyocera (p)	KC120	120	\$585.00	\$4.88	0.929	\$629.7

m monocristal de silicio, p policristal de silicio; a silicio amorfo; cis cobre indio selenio

Características de la Generación FV

Si no hay luz solar, No hay Generación.

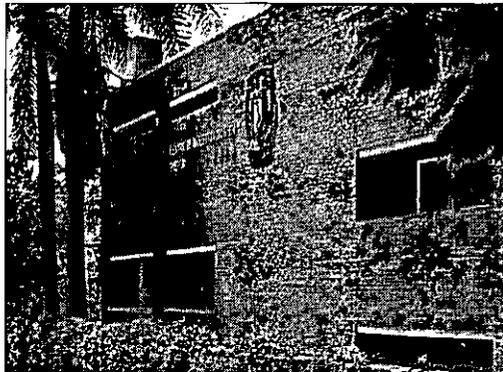
El tipo de electricidad es Corriente Directa

No hay costos asociados a combustibles

El proceso es limpio sin ruido

Necesidad de almacenamiento de energía

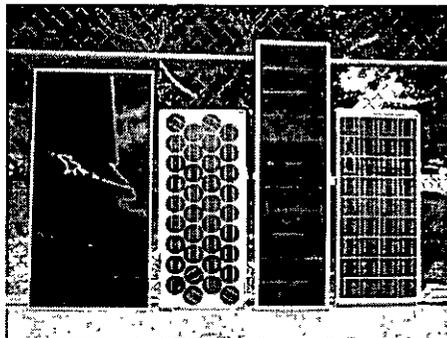
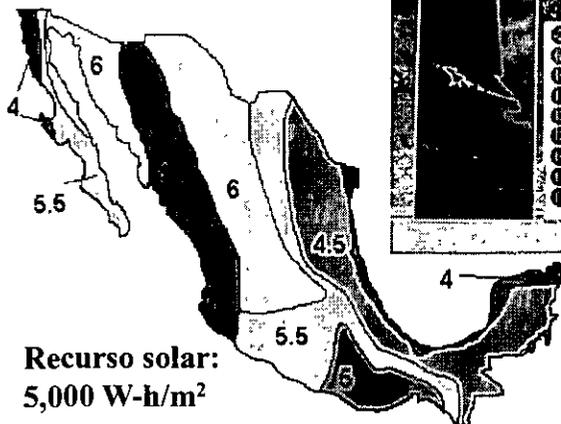
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: APLICACIONES CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES



AARÓN SÁNCHEZ JUÁREZ

ELECTRICIDAD ¿CON QUÉ?

ENERGÍA SOLAR ⇔ TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

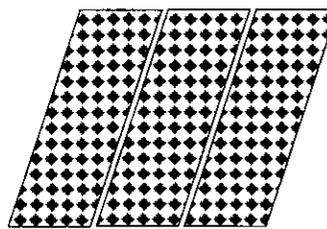
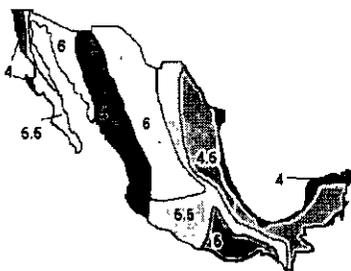


Tecnología FV:
Segura, de larga vida,
Confiable,

Potencial de Generación

Recurso solar diario:
5.0 kW-hr/ m²

Eficiencia de Módulos FV's:
10%



Cuadrado de 10 m de lado



Generación de Energía:
50.0 kW-hr al día

Estimación de la energía generada

Condiciones Standard

Módulo Fotovoltaico

Irradiancia : 1000 W/ m²; AM1.5;

T_m = 25°C P_p = 55 W

Condiciones NOCT

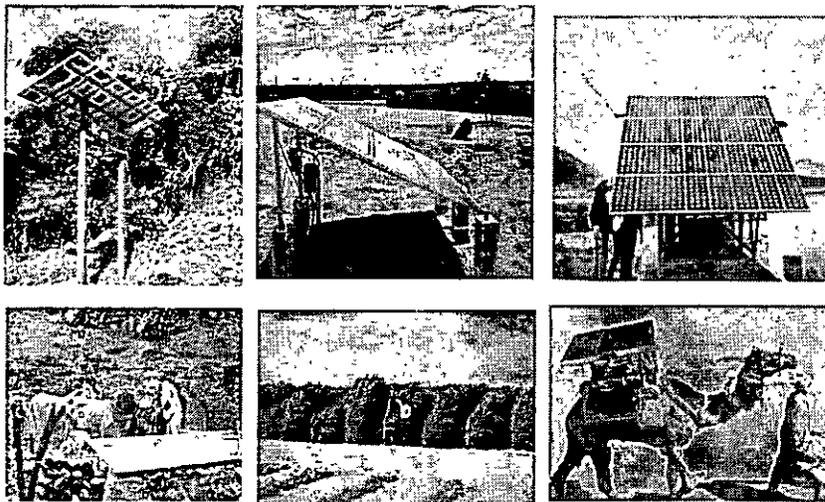
Módulo Fotovoltaico

Irradiancia : 800 W/ m²; AM1.5;

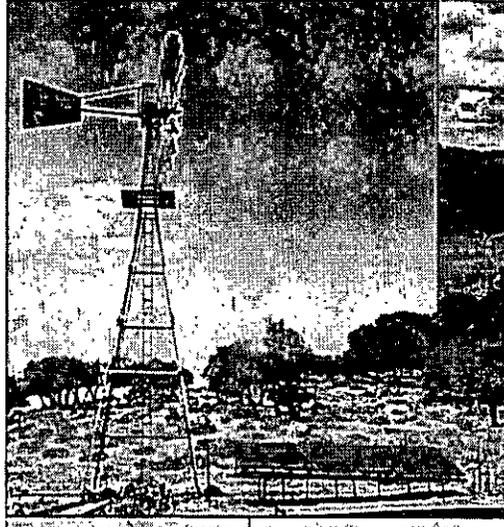
T_m = 50°C P_p = 44 W

	Sonora	Sn. Cristobal	Tonalá	Unidades
Hrs - Pico	8	3.8	5.5	Al. Día
Pot. C/ Módulo	44	44	44	Watts
Energía	352	167.2	242	W - h
Arreglo FV 5 Módulos	220	220	220	Watts
Energía Total	1760	836	1210	W - h

ALGUNAS APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FV

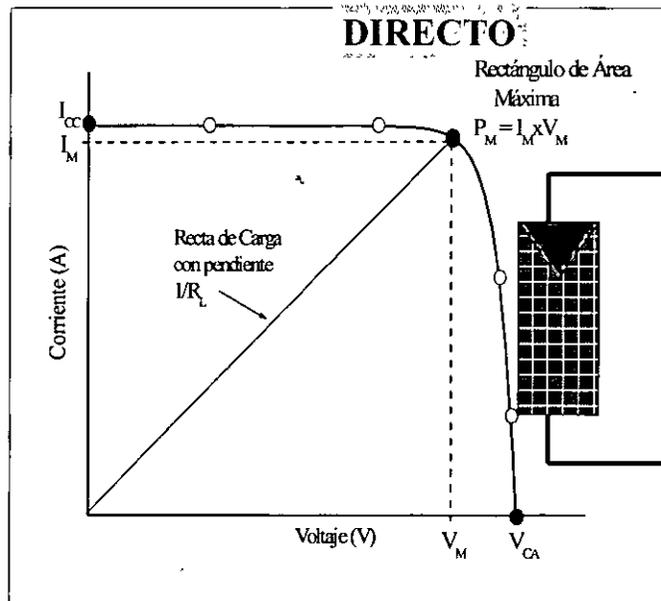


REEMPLAZANDO TECNOLOGÍA



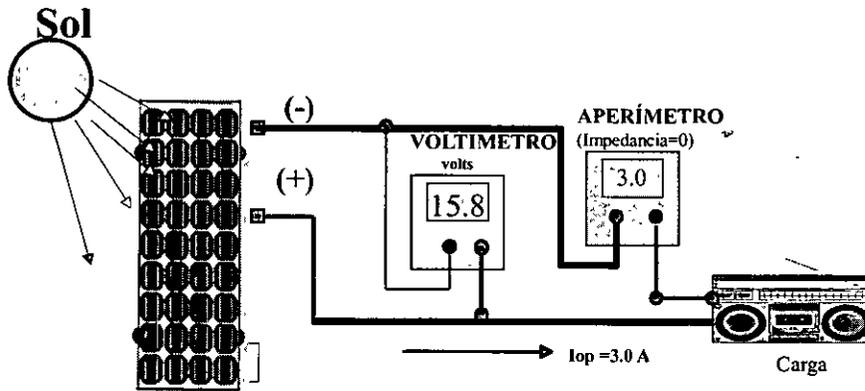
POSIBLES ACOPLAMIENTOS

DIRECTO



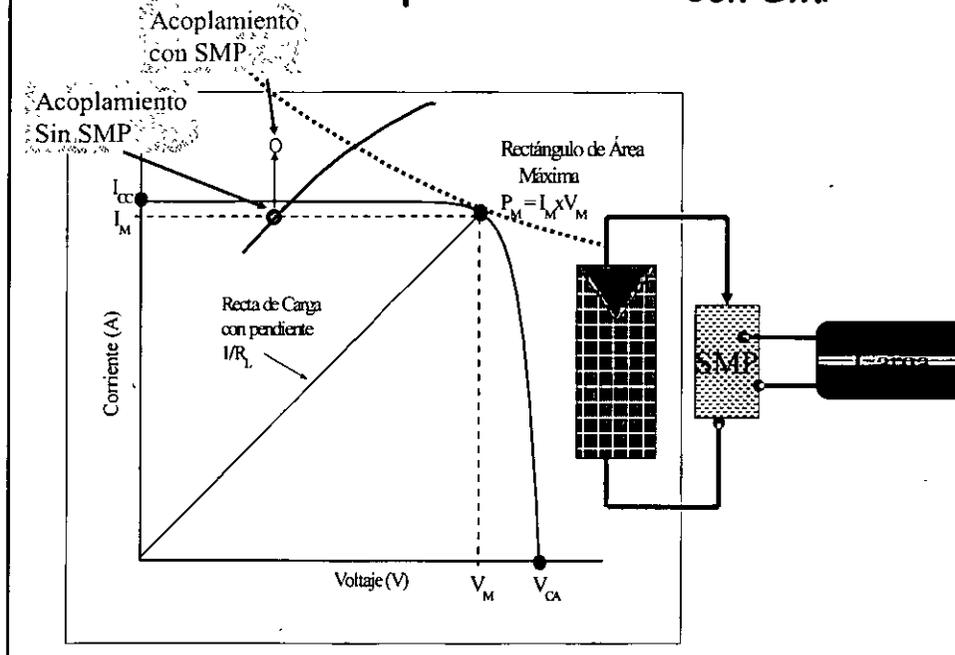
Operación directa

Voltaje, Corriente y Potencia de acoplamiento



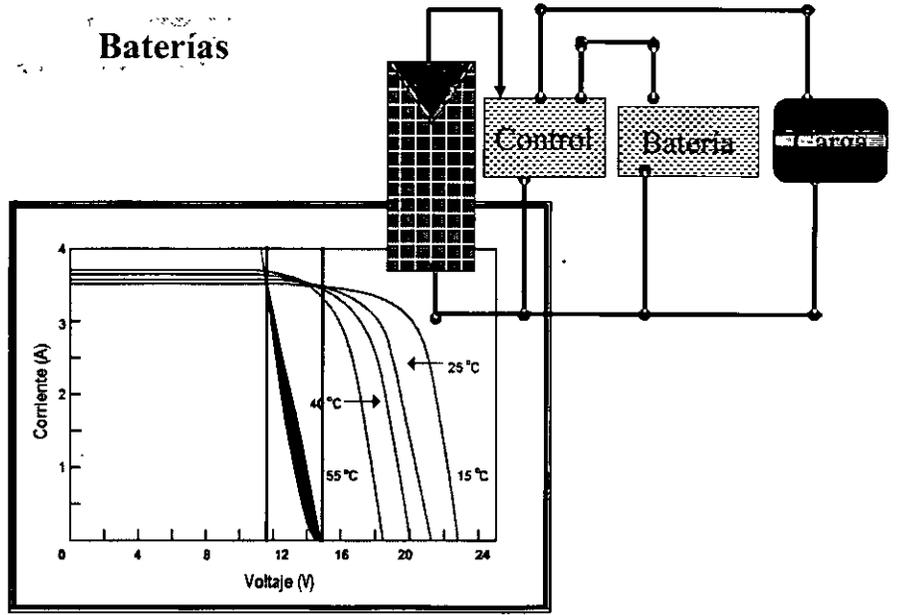
Modulo FV. SIMENS PCJ4

Posibles Acoplamientos : Con SMP



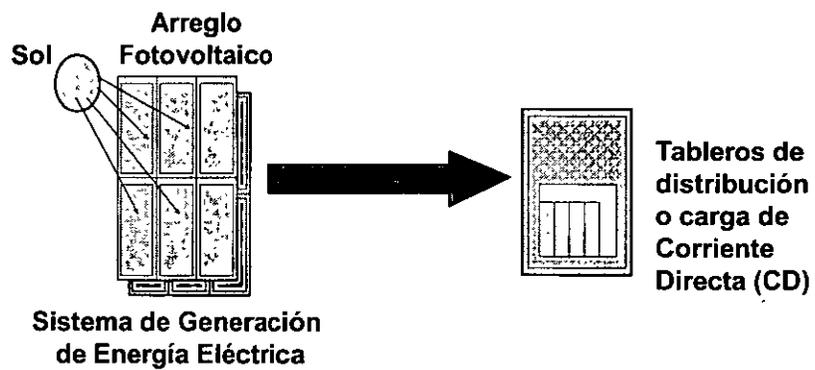
Posibles Acoplamientos

Baterías



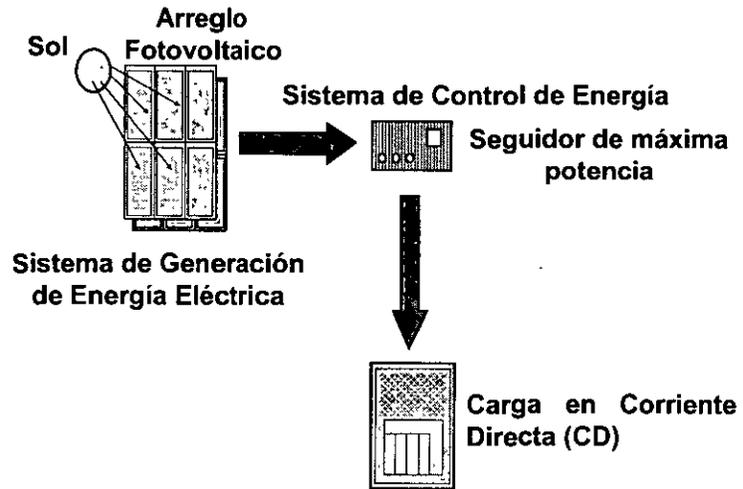
Sistemas FV Autónomos

Conexión Directa



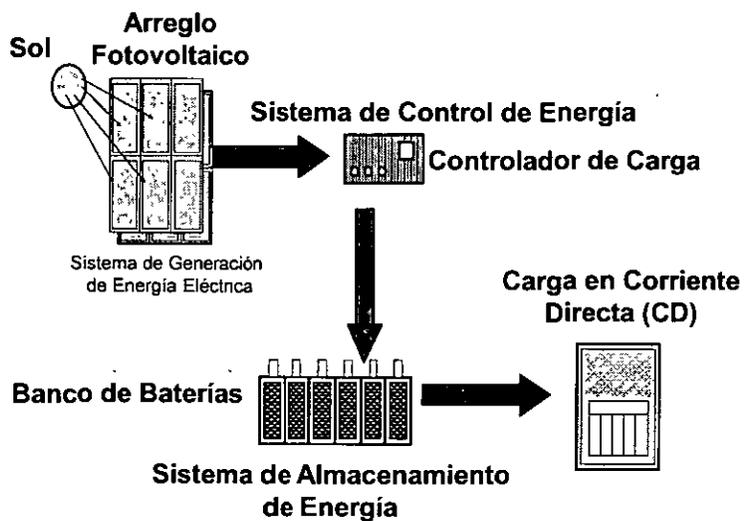
Sistemas FV Autónomos

Conexión con controlador de carga



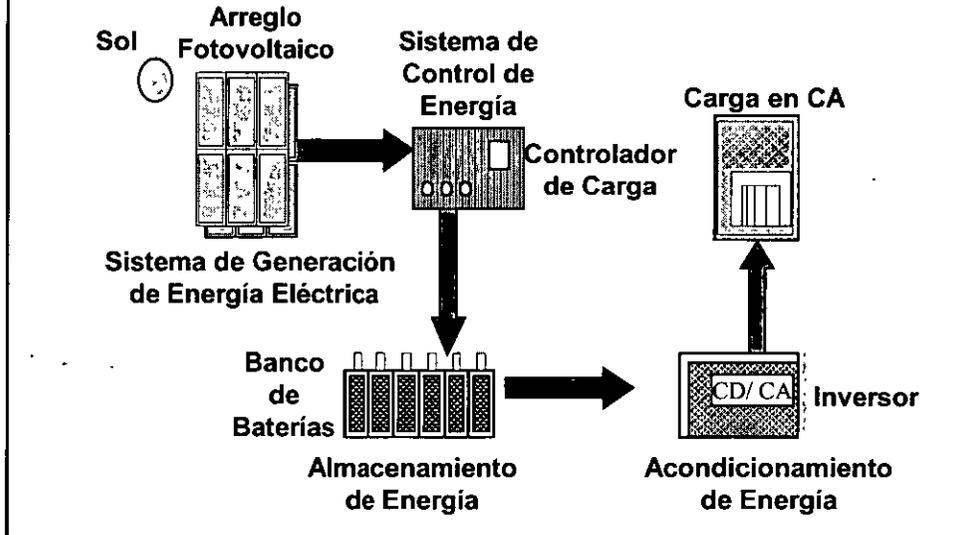
Sistemas FV Autónomos

Conexión con almacenamiento



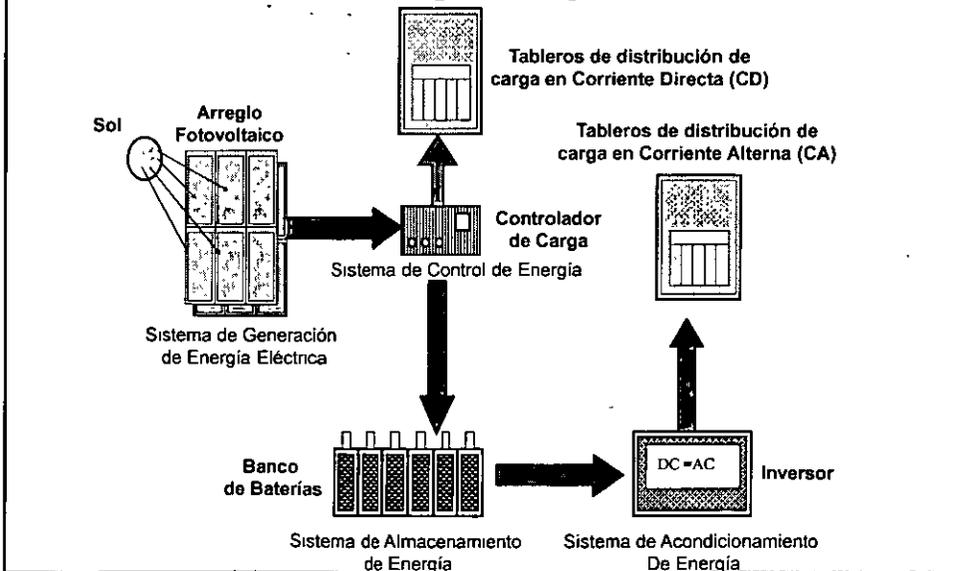
Sistemas FV Autónomos

Conexión típica

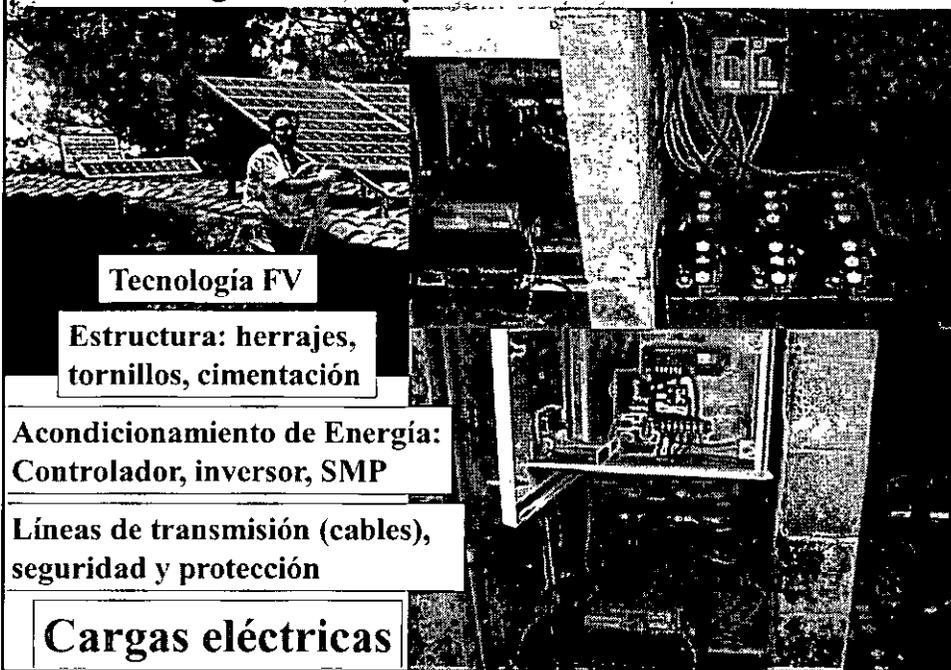


Sistemas FV Autónomos

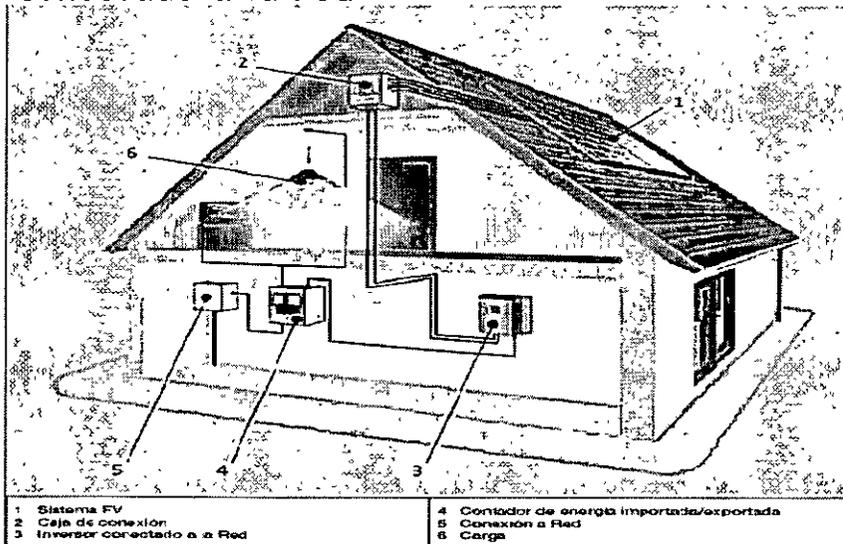
Conexión con cargas CD y CA

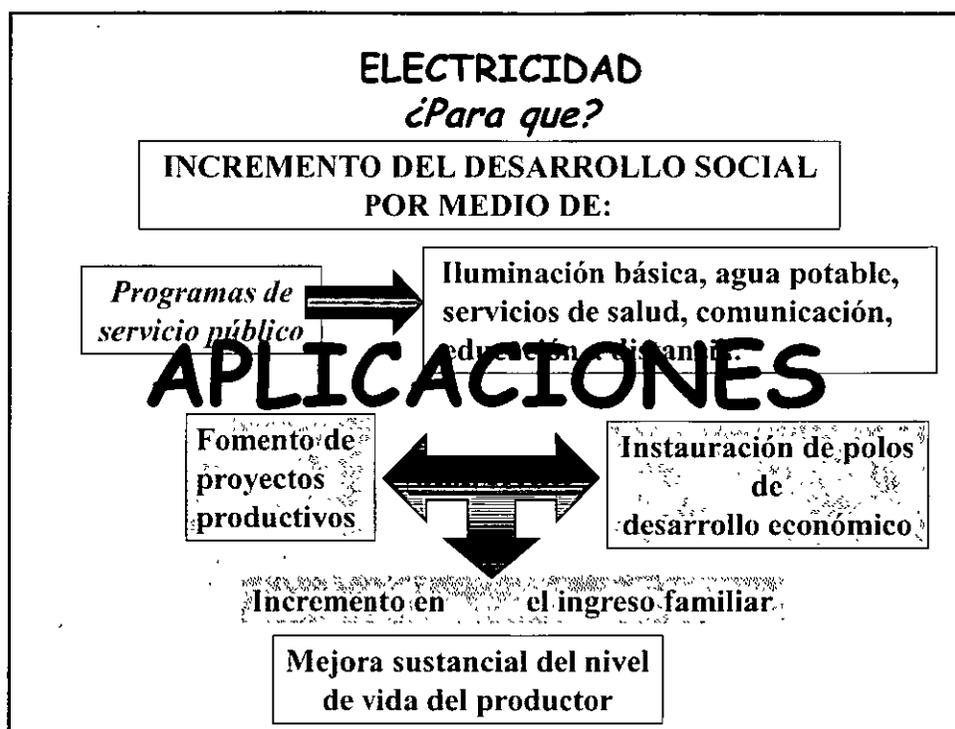


Configuración típica Sistema FV autónomo



Funcionamiento de un sistema Fv conectado a la red





- Aplicaciones en el ámbito rural**
- COMUNICACIÓN.
- ILUMINACIÓN BÁSICA
- SERVICIOS DE SALUD
- SERVICIOS COMUNITARIOS
- EDUCACIÓN A DISTANCIA
- BOMBEO DE AGUA
- AGRONEGOCIOS

Agronegocios

Lavado

Refrigeración

Empaquetamiento

Pasteurización de tierras

Energía para invernaderos

Picadoras de productos agrícolas

Sistemas de bombeo fotovoltaico

La energía solar es una opción para el bombeo de agua

El sistema de bombeo accionado por el Sol tiene como características:

No usa combustible. Usa la energía del Sol.

Puede operar automáticamente.

Requiere poco mantenimiento. Es confiable.

En muchos casos (no en todos) es una opción económica.

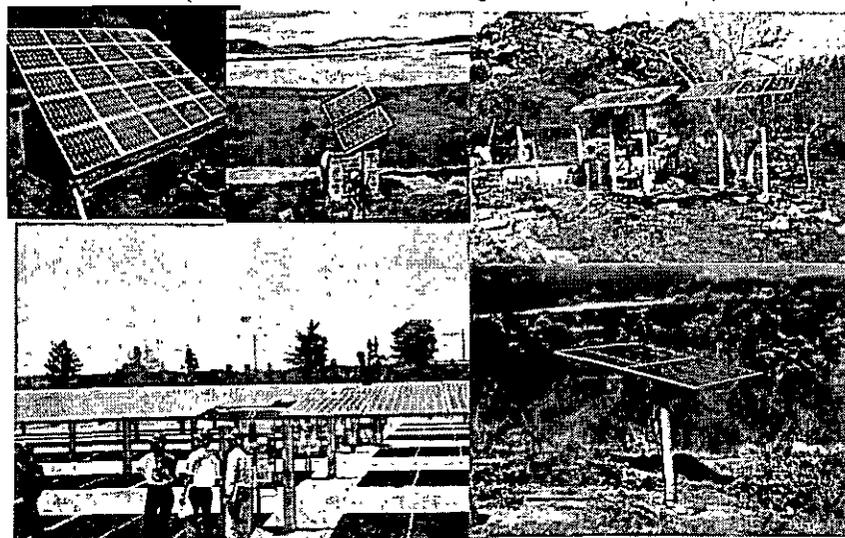
Se diseña adecuadamente a las necesidades del productor

Bombeo de agua



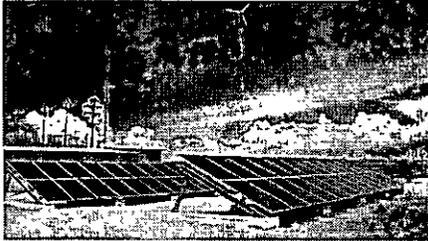
Energía fotovoltaica

Los costos de generación de electricidad están entre los \$ 0.50 hasta \$ 2.50 US dollar por kW-hr



Ejemplos a replicar

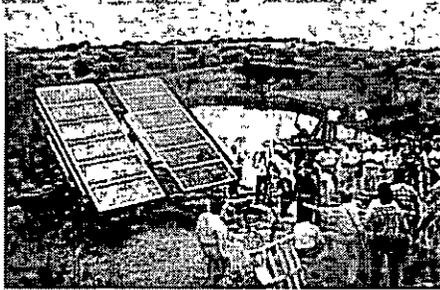
SERVICIOS COMUNITARIOS



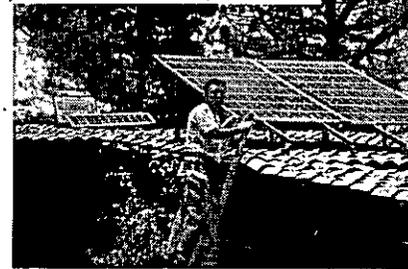
EDUCACIÓN



AGUA PARA ABREVEDEROS



SERVICIOS DOMÉSTICO



Usos específicos

Sistemas distribuidos

Proyectos de beneficio social en zonas marginadas



Costo por Watt: \$ 8.00 – 12.00 US dollar
Sistema instalado

Generación propia de energía y Aportación de electricidad a la red



Tasa de retorno: 9 años para 1 kW-p
al costo de la tarifa actual.



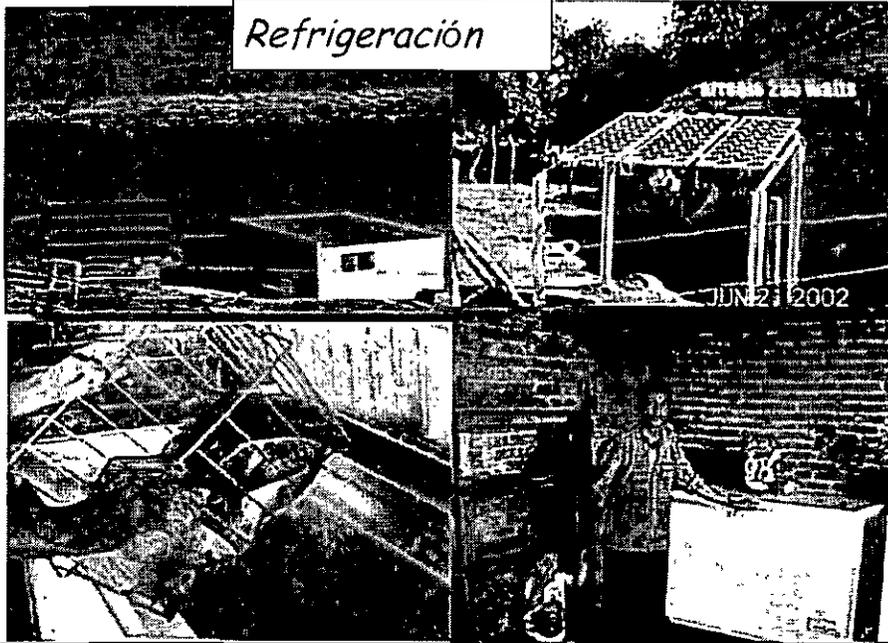
Usos específicos

Proyectos productivos agropecuarios

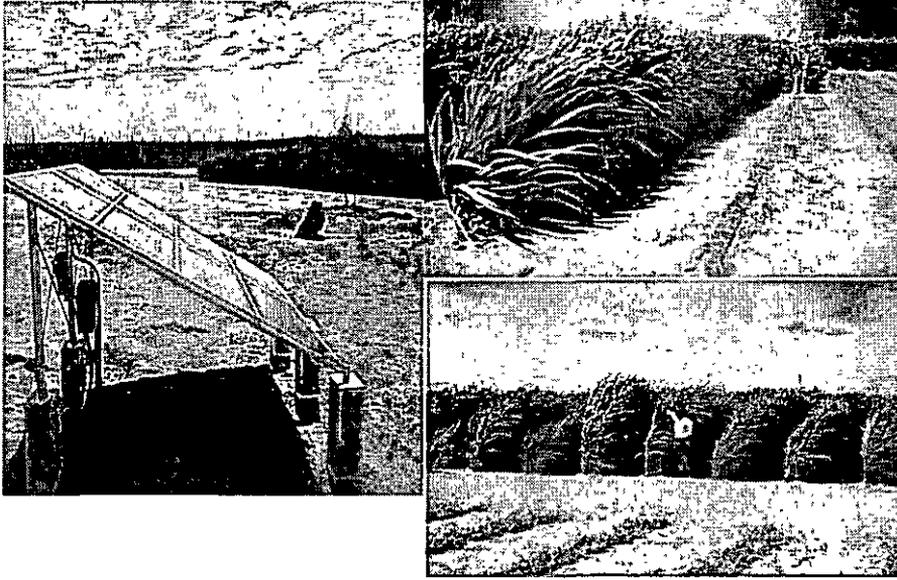


Aplicaciones productivas

Refrigeración



Producción de forraje

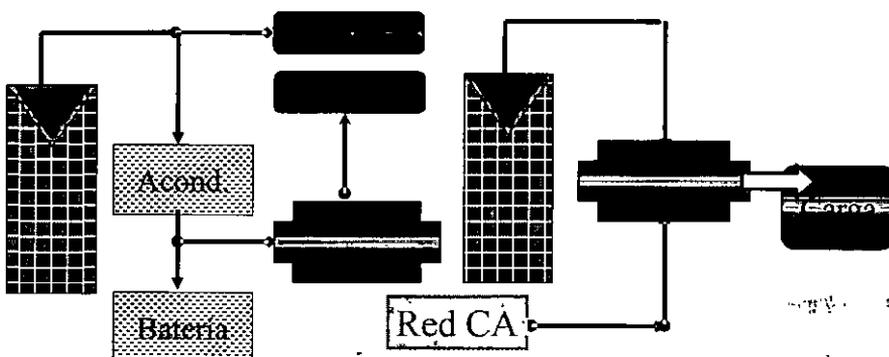


Vialidad económica

APLICACIONES

FUERA DE LA RED

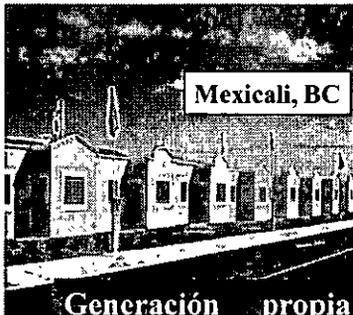
CON LA RED ?



Fomento en México

Política actual

- Contrato de interconexión a la red bajo el esquema de medición neta
- Deducciones fiscales
- Del orden de 21 MW instalados



Generación propia de energía y
Aportación de electricidad a la red

Notas finales tecnología FV

Es de larga duración (más de 20 años),

No genera desechos contaminantes ni contribuye al deterioro ambiental,

Los nichos de aplicación en el ámbito rural son amplios,

Aunque la inversión inicial es alta, los tiempos de amortización en proyectos productivos son cortos,

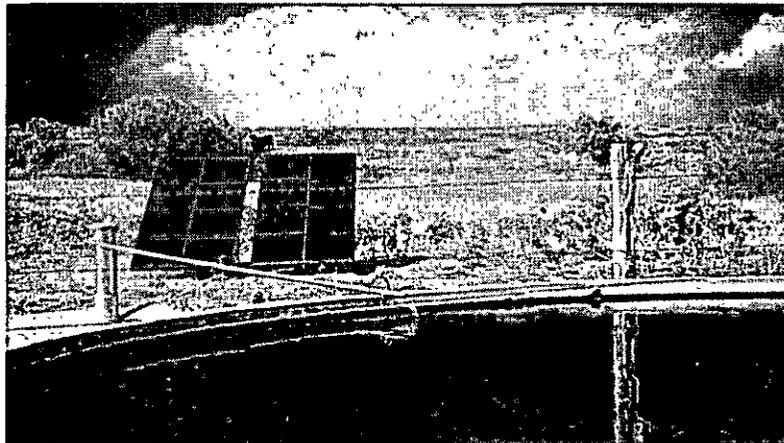
Son una alternativa tecnológica y económica para la generación de electricidad, ...y...

Puede justificarse económicamente para agronegocios en zonas urbanas

Notas finales tecnología FV

- EL costo inicial es sólo uno de los aspectos que se tiene que considerar.
- Los costos totales se deben estimar durante toda la vida útil para tener una mejor perspectiva.
- Ofrecen ahorros y costos competitivos a los consumidores.
- Son altamente competitivos para localidades no electrificadas.
- En el ámbito urbano, la tecnología ofrece una manera de generar su propia electricidad con inversiones aceptables en la modalidad de interconexión a la red

Perspectivas para el futuro



- Costo de los sistemas F V **disminuye**
- Costo de combustibles **aumenta**
- La perspectiva del uso de la tecnología FV tiende a ser competitivo económicamente en el ámbito urbano

Conclusiones:

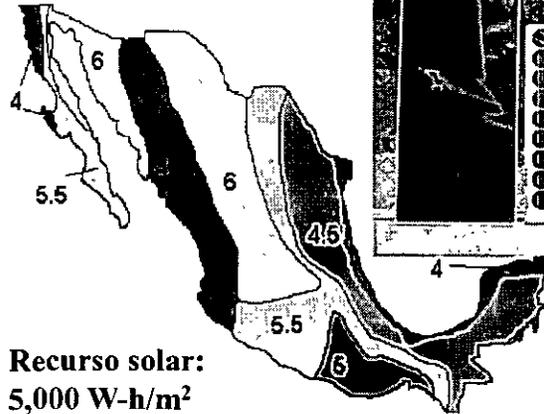
- La energía FV es una alternativa ecológica para la generación de electricidad debido a que no provoca desechos contaminantes ni contribuye al deterioro ambiental
- Aunque presenta costos de inversión altos, los tiempos de vida de un AFV son largos, mayores a 20 años.
- Existen diversidad de materiales para la fabricación de celdas solares, aunque en la actualidad la tecnología basada en silicio es la mas madura.
- Las potencia generada por una celda solar es pequeña, pero se pueden hacer módulos fotovoltaicos y arreglos fotovoltaicos para incrementar la potencia requerida, conectando las celdas en serie o paralelo.

Sistemas Fotovoltaicos: Potencial, Aplicaciones, Arquitecturas, Partes, Componentes

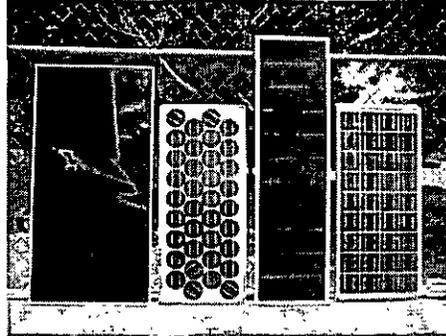
www.cie.unam.mx

Electricidad: ...¿Con qué?

ENERGÍA SOLAR ⇔ TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA



Recurso solar:
5,000 W-h/m²

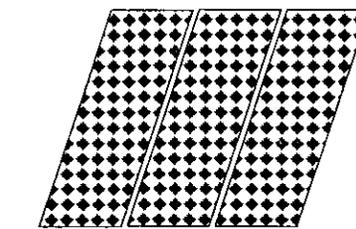
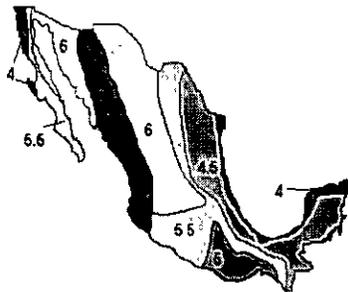


Tecnología FV:
Segura, de larga vida, Confiable,

Potencial de Generación

Recurso solar diario:
5.0 kW-hr/ m²

Eficiencia de Módulos FV's:
10%



Cuadrado de 10 m de lado



Generación de Energía:
50.0 kW-hr al día

Estimación de la energía generada

Condiciones Standard

Irradiancia : 1000 W/ m²;

AM1.5; Tm = 25°C

Módulo de Pp = 100 W

Vm= 17.1 V; Im=5.85 A

Condiciones NOCT

Irradiancia : 800 W/ m²; AM1.5;

Tm = 50°C

Módulo con Pp = 72.5W

Vm=15.5 V; Im=4.68 A

	SONORA	XALAPA	TONALA	Unidades
H pico	8	3.8	5.5	Ah/día
Pp/mod	72.5	72.5	72.5	W
Energía	580	275.5	398.75	Wh
5 mod	362.5	362.5	362.5	W
Energía T	2900	1377	1994	Wh

Características de la Generación FV

Si no hay luz solar, No hay Generación.

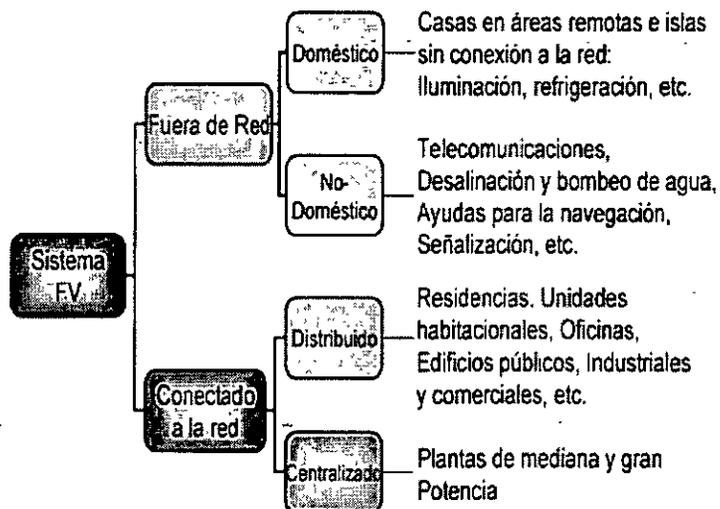
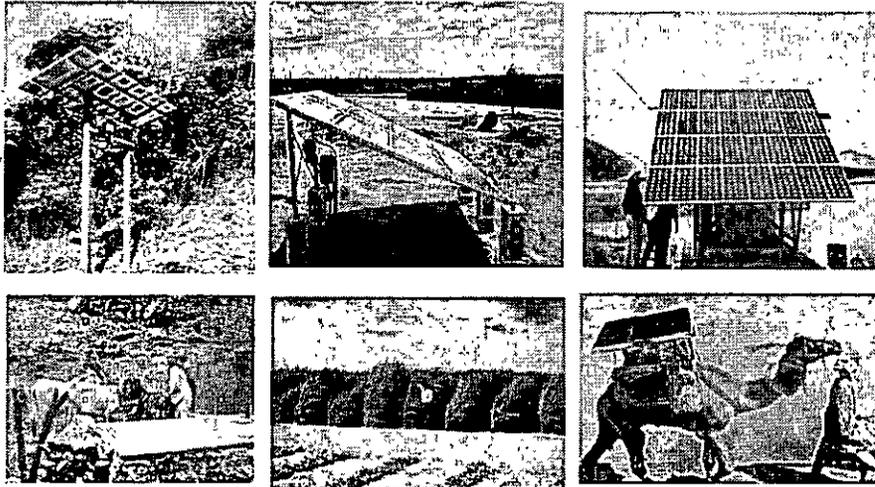
El tipo de electricidad es Corriente Directa

No hay costos asociados a combustibles

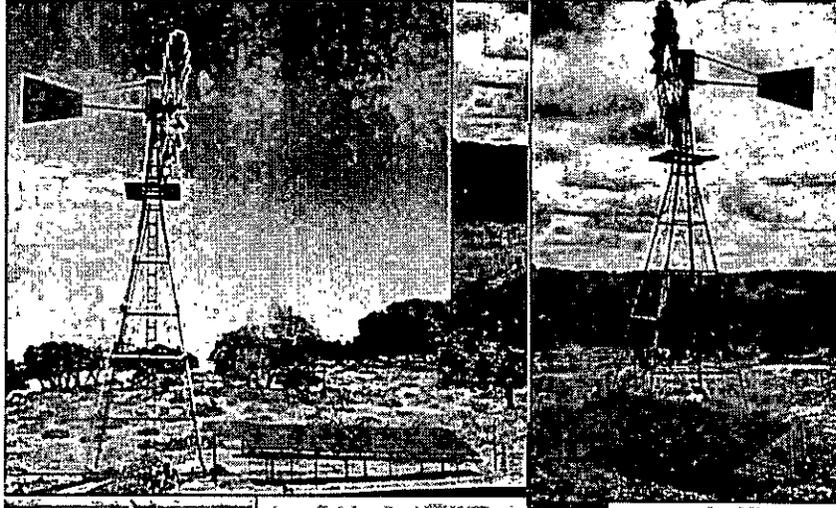
El proceso es limpio sin ruido

Necesidad de almacenamiento de energía

ALGUNAS APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FV



Reemplazando tecnología



ELECTRICIDAD

¿Para que?

INCREMENTO DEL DESARROLLO SOCIAL
POR MEDIO DE:

*Programas de
servicio público*



Iluminación básica, agua potable,
servicios de salud, comunicación,
educación a distancia.

APLICACIONES

Fomento de
proyectos
productivos



Instauración de polos
de
desarrollo económico

Incremento en el ingreso familiar

Mejora sustancial del nivel
de vida del productor

Aplicaciones en el ámbito rural

COMUNICACIÓN

ILUMINACIÓN BÁSICA

SERVICIOS DE SALUD

SERVICIOS COMUNITARIOS

EDUCACIÓN A DISTANCIA

BOMBEO DE AGUA

AGRONEGOCIOS

Agronegocios

Lavado

Refrigeración

Empaquetamiento

Pasteurización de tierras

Energía para invernaderos

Picadoras de productos agrícolas

Sistemas de bombeo fotovoltaico

La energía solar es una opción para el bombeo de agua

El sistema de bombeo accionado por el Sol tiene como características:

No usa combustible. Usa la energía del Sol.

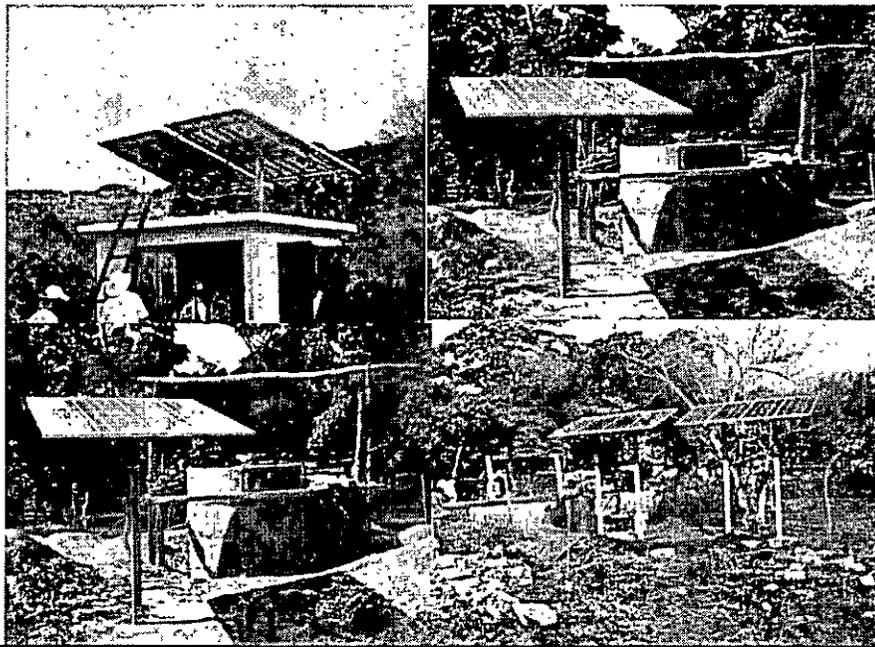
Puede operar automáticamente.

Requiere poco mantenimiento. Es confiable.

En muchos casos (no en todos) es una opción económica.

Se diseña adecuadamente a las necesidades del productor

Bombeo de agua

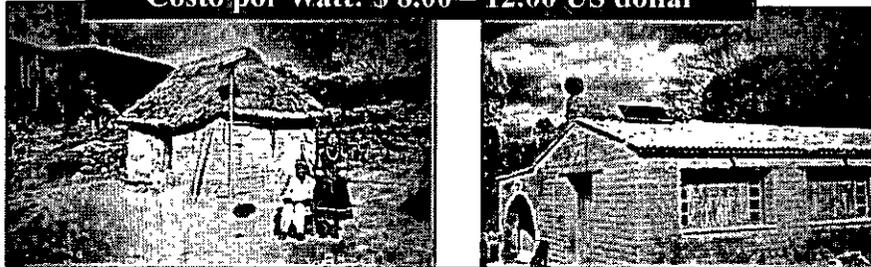


Precio de sistemas instalados

Proyectos de beneficio social en zonas marginadas



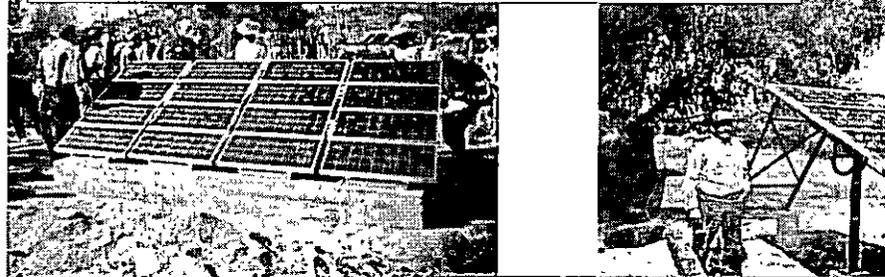
Costo por Watt: \$ 8.00 – 12.00 US dollar



Electrificación doméstica básica: iluminación y radio

Precio de sistemas instalados

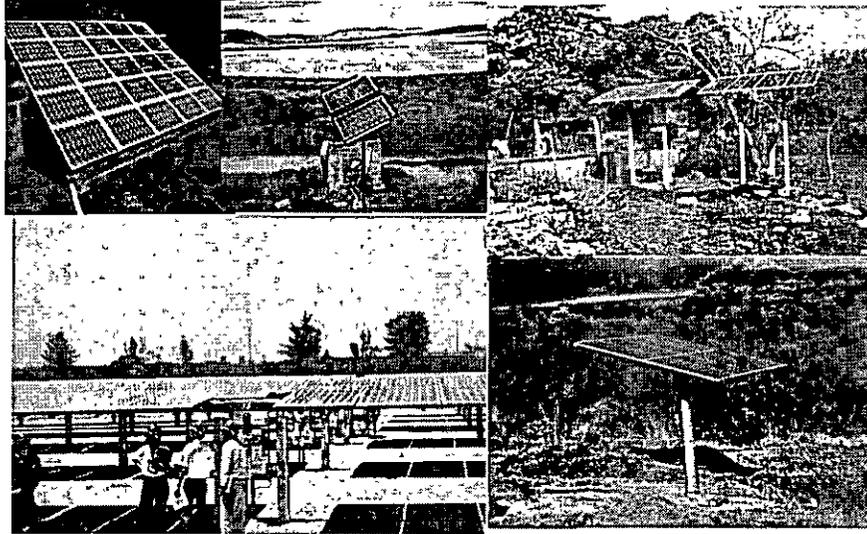
Proyectos productivos agropecuarios: Bombeo de agua



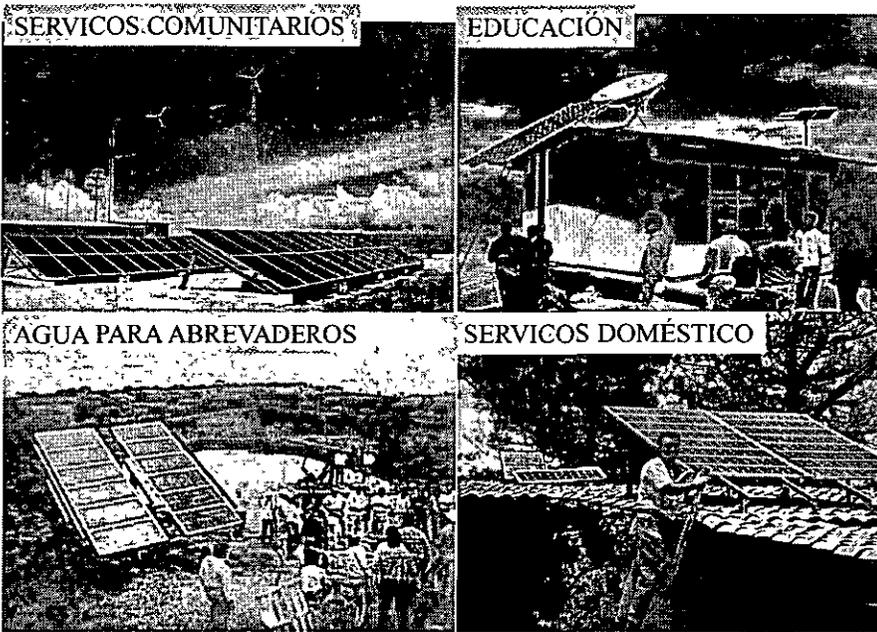
Costo por Watt: \$ 9.00 – 14.00 US dollar

Precio de sistemas instalados

Los costos de generación de electricidad están entre los \$ 0.35 hasta \$ 1.10 US dollar por kW-hr



Ejemplos a replicar

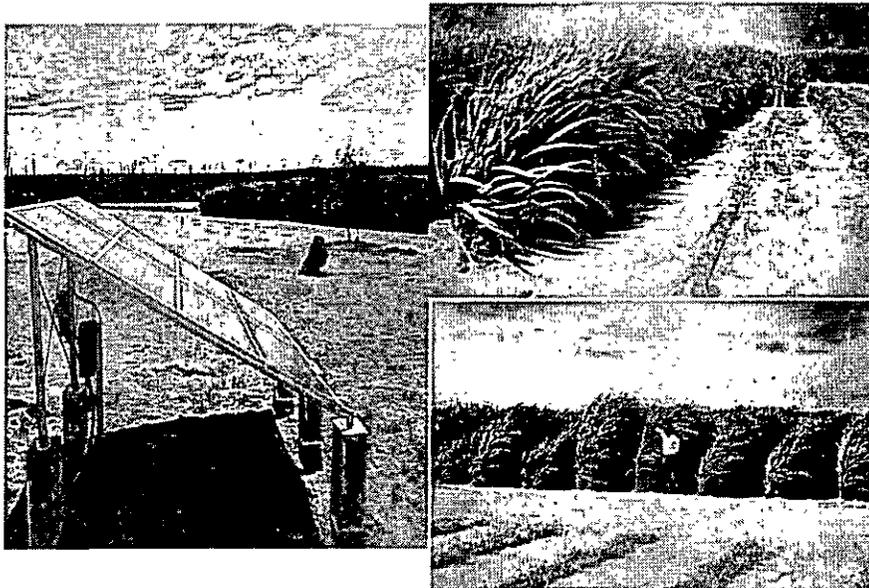


Aplicaciones productivas

Refrigeración

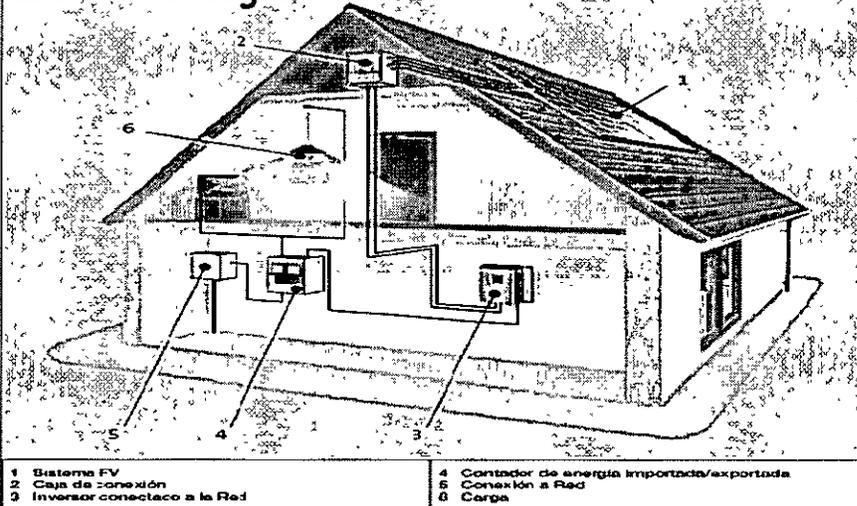


Producción de forraje



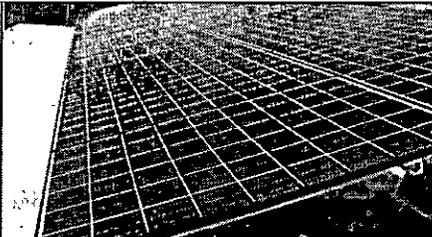
Sistema FV's en el medio Urbano

La interconexión a la red como una forma de ahorrar energía



Sistema FV's Interconectados a la red

Tasa de retorno: 9 años para 1 kW-p al costo de la tarifa actual



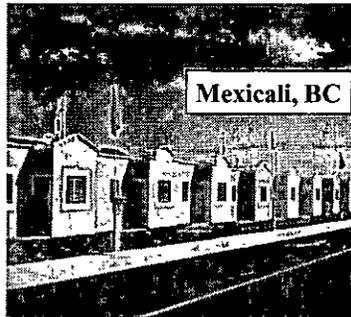
Sistema residencial conectado a la red



Fomento en México

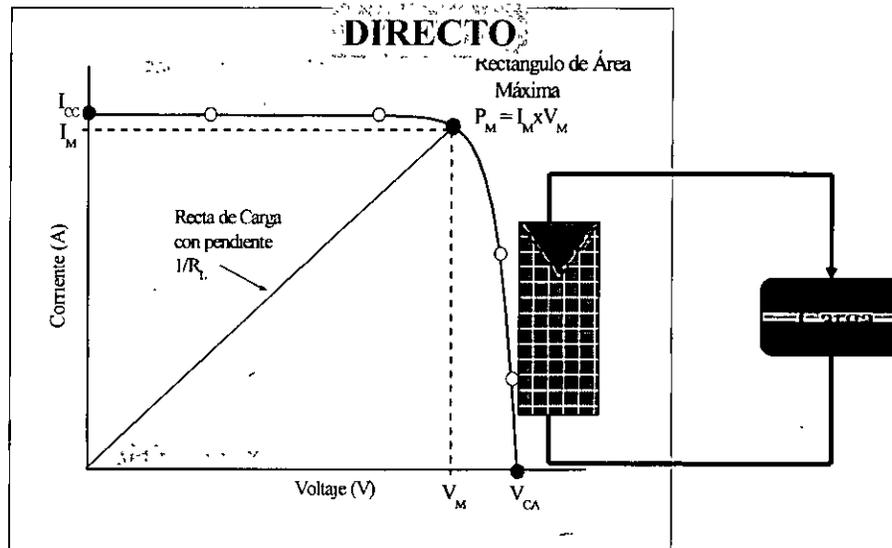
Política actual

- Contrato de interconexión a la red bajo el esquema de medición neta
- Deducciones fiscales
- Del orden de 21 MW instalados



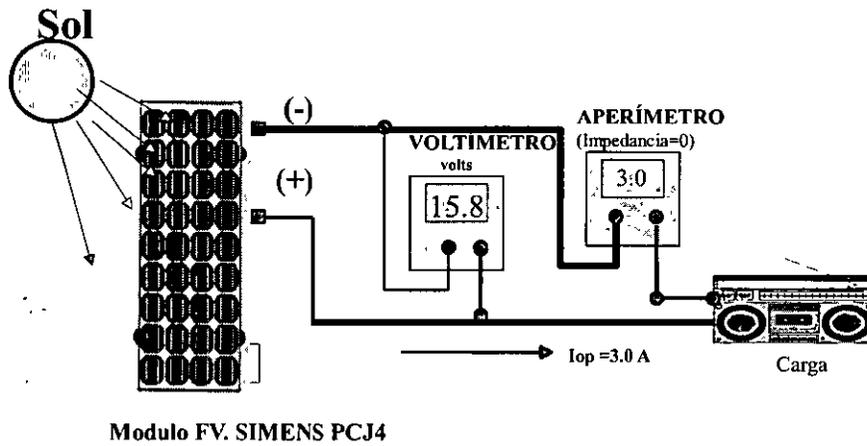
2 Generación propia de energía y Aportación de electricidad a la red

POSIBLES ACOPLAMIENTOS

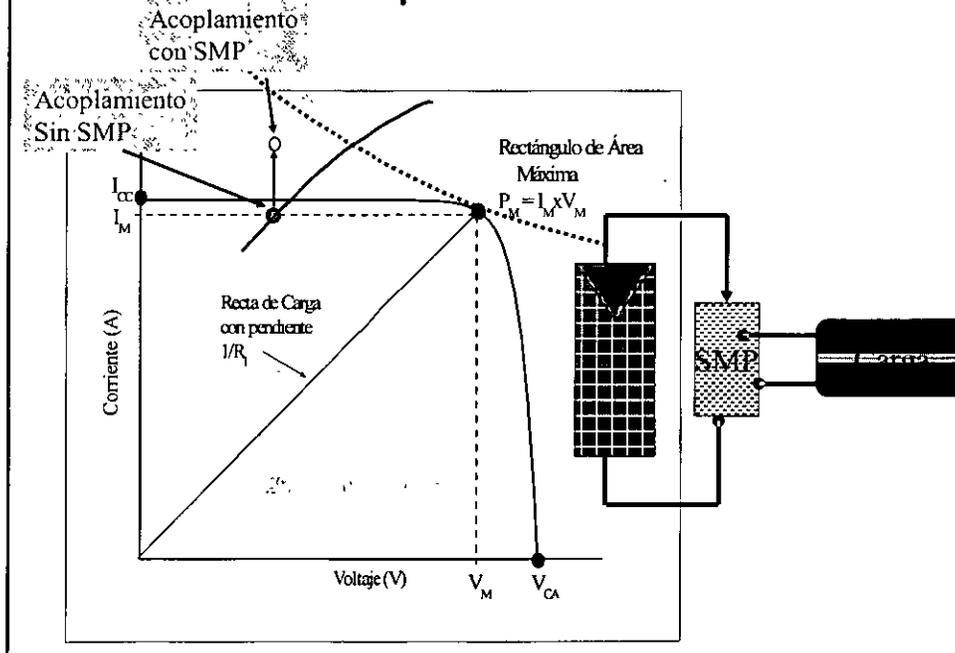


Operación directa

Voltaje, Corriente y Potencia de acoplamiento

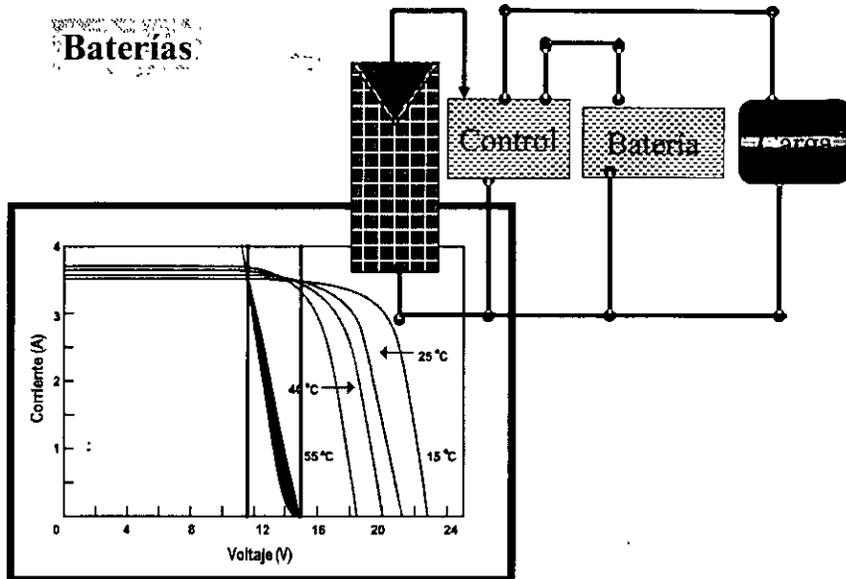


Posibles Acoplamientos : Con SMP

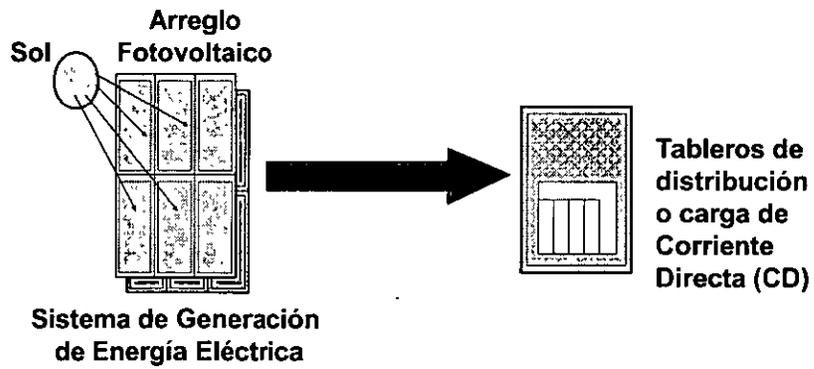


Posibles Acoplamientos

Baterías

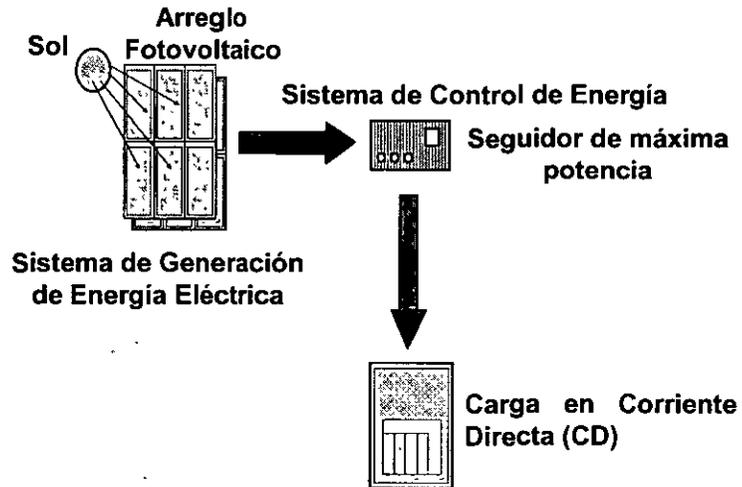


Sistemas FV Autónomos Conexión Directa



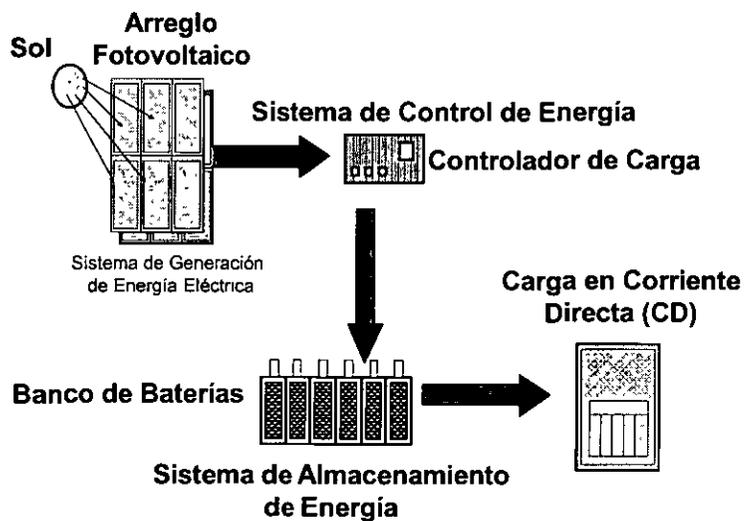
Sistemas FV Autónomos

Conexión con controlador de carga



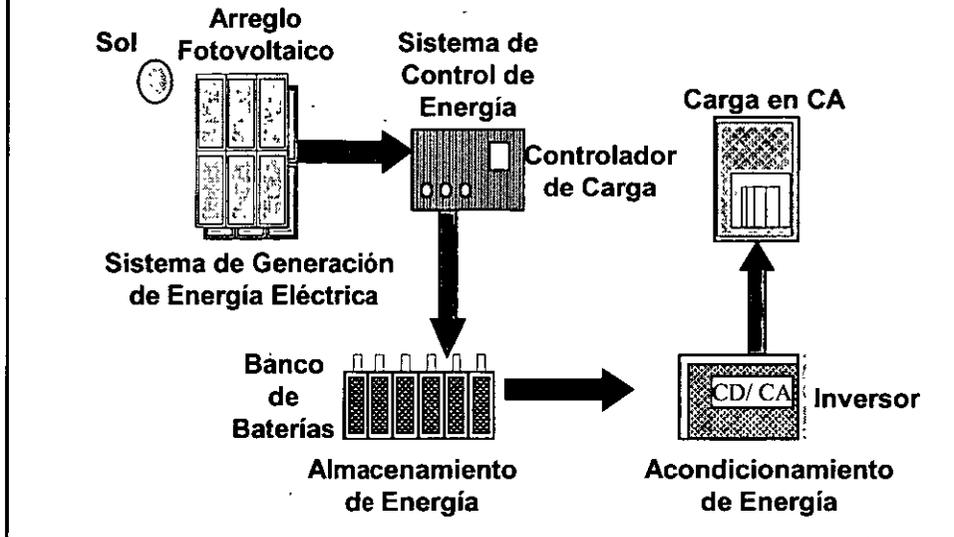
Sistemas FV Autónomos

Conexión con almacenamiento



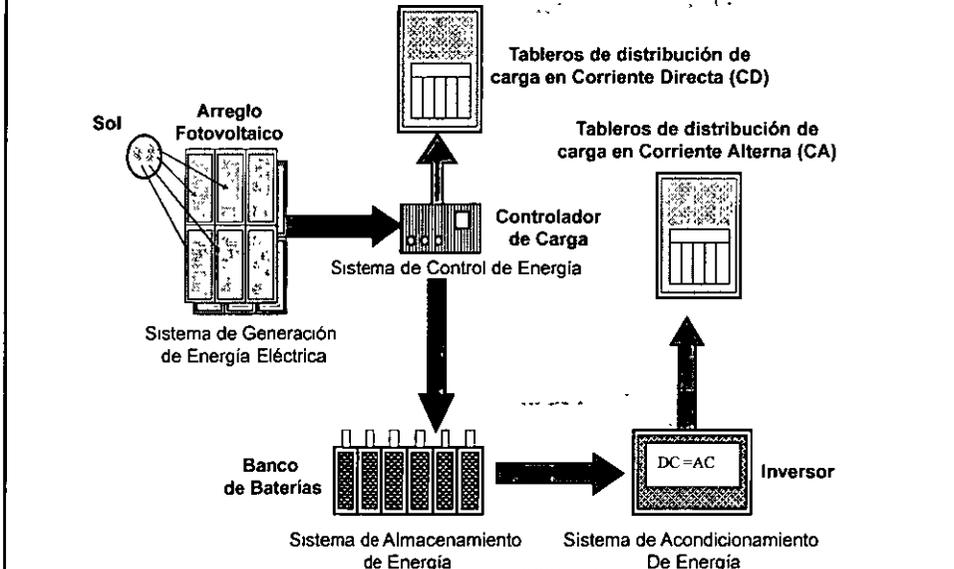
Sistemas FV Autónomos

Conexión típica



Sistemas FV Autónomos

Conexión con cargas CD y CA



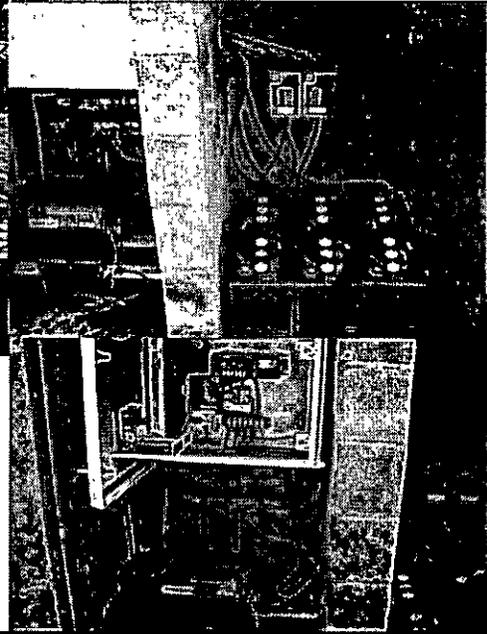
Configuración típica Sistema FV autónomo



Acondicionamiento de Energía:
Controlador, inversor, SMP

Líneas de transmisión (cables),
seguridad y protección

Cargas eléctricas

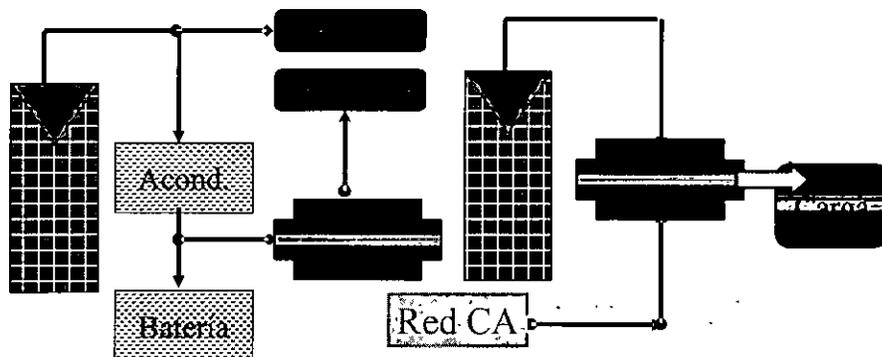


Vialidad económica

APLICACIONES

FUERA DE LA RED

CON LA RED ?



Notas finales tecnología FV

Es de larga duración (más de 20 años),

No genera desechos contaminantes ni contribuye al deterioro ambiental,

Los nichos de aplicación en el ámbito rural son amplios,

Aunque la inversión inicial es alta, los tiempos de amortización en proyectos productivos son cortos,

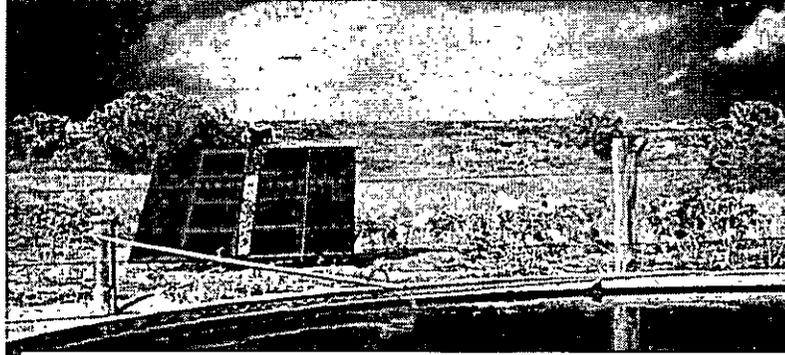
Son una alternativa tecnológica y económica para la generación de electricidad, ..y..

Puede justificarse económicamente para agronegocios en zonas urbanas

Notas finales tecnología FV

- EL costo inicial es sólo uno de los aspectos que se tiene que considerar.
- Los costos totales se deben estimar durante toda la vida útil para tener una mejor perspectiva.
- Ofrecen ahorros y costos competitivos a los consumidores.
- Son altamente competitivos para localidades no electrificadas.
- En el ámbito urbano, la tecnología ofrece una manera de generar su propia electricidad con inversiones aceptables en la modalidad de interconexión a la red

Perspectivas para el futuro

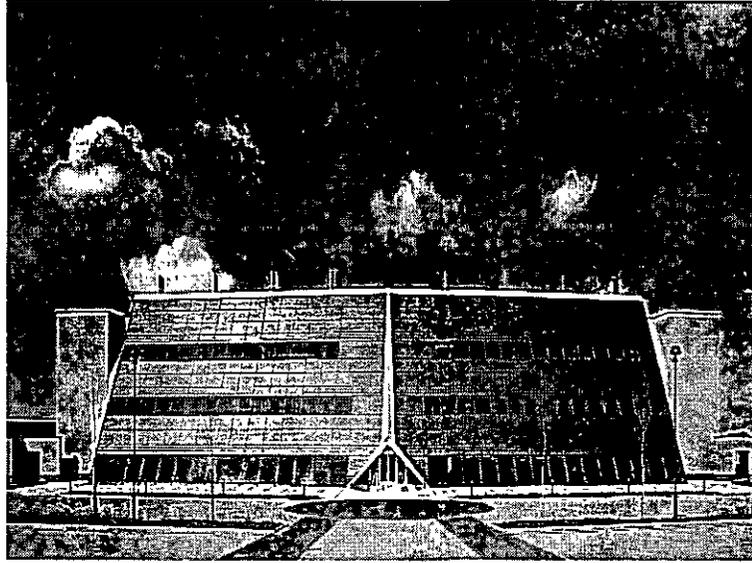


- Costo de los sistemas F V **disminuye**
- Costo de combustibles **aumenta**
- La perspectiva del uso de la tecnología FV tiende a ser competitivo económicamente en el ámbito urbano

Conclusiones:

- La energía FV es una alternativa ecológica para la generación de electricidad debido a que no provoca desechos contaminantes ni contribuye al deterioro ambiental
- Aunque presenta costos de inversión altos, los tiempos de vida de un AFV son largos, mayores a 20 años.
- Existen diversidad de materiales para la fabricación de celdas solares, aunque en la actualidad la tecnología basada en silicio es la mas madura.
- Las potencia generada por una celda solar es pequeña, pero se pueden hacer módulos fotovoltaicos y arreglos fotovoltaicos para incrementar la potencia requerida, conectando las celdas en serie o paralelo.

DIMENSIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS



Tópicos a considerar

Que son?

Como funcionan u operan?

Cuales son los criterios de dimensionamiento?

Cuales son los procedimientos de mantenimiento?

Que son las baterías?

Dispositivos con una doble conversión de energía llevada a cabo mediante un proceso electroquímico, a través del cual:

1. Energía Eléctrica se almacena como Energía Química (Carga).
2. Energía Química se entrega como Energía Eléctrica (descarga).



Para que estas conversiones puedan llevarse a cabo se necesitan dos electrodos metálicos inmerso en un medio que los vincule, llamado *electrolito*.

Funciones de una batería

- Almacenar Energía Eléctrica.
- Estabilizar el voltaje de un Sistema Eléctrico.
- Suministrar Energía Eléctrica de forma despachable.

Clasificación de las baterías.

- Por la posibilidad de carga
Primarias: baterías secas, alcalinas.
Secundarias: acumuladores
- Por el tipo de electrodo
Pb-ácido, Ni-Cd, etc.
- Por la forma de uso
Portátiles, Estacionarias, etc.
- Por el tipo de electrolito
Acuoso, no acuoso, alcalinas
- Por su tamaño
mWh hasta MWh
- Por su aplicación
Arranque, tracción,

Baterías Secundarias

Una batería secundaria o acumulador es un conjunto de celdas electroquímicas conectadas en serie, cuya función es la de almacenar energía eléctrica en forma química (carga), cederla a un punto en forma de electricidad (descarga) y volverla a recuperar (carga).

A un proceso de carga-descarga a cierta capacidad se la llama **CICLO**.



Tipos de Celdas Electroquímicas

	PLOMO-ACIDO	NIQUEL-CADMIO	NIQUEL-FIERRO	NIQUEL-ZINC	Ag-Zn	Ni-H ₂
ANODO	Pb	Cd	Fe	Zn	Zn	H ₂
CATODO	PbO ₂	NiO ₂ H	NiO ₂ H	NiO ₂ H	AgO	NiO ₂ H
ELECTRODO	H ₂ SO ₄ sol.	KOH sol.	KOH sol.	KOH sol.	KOH sol.	KOH sol.
V _n volts	2	1.2	1.2	1.6	1.5	1.4
V _{op} volts	2.13	1.29	1.37	1.73	1.85	1.42
V _f volts	1.8 - 1.9	1.10 - 1.25	1.05 - 1.25	1.4 - 1.6	1.3 - 1.7	1.05 - 1.15
DENSIDAD DE POTENCIA	35 W-h / kg	20	27	60	90	55

Baterías de uso común

Sistema Plomo-ácido

Baterías para aplicaciones fotovoltaicas

- Se pueden recargar
- Son relativamente baratas
- Están disponibles en una variedad de tamaño y posiciones
- Pueden ser sometidas a procesos de descarga (pequeña razón) por tiempos prolongados.

Sistema Ni-Cd:

- Baterías para aplicaciones en donde se requiere un sistema libre de mantenimiento, de alta duración, sin importar el costo

Sistema PLOMO-ÁCIDO

- Un Cátodo de plomo: es el electrodo NEGATIVO y está formado por una rejilla de plomo recubierta por plomo esponjoso.
- Un ánodo de PbO_2 : es el electrodo POSITIVO y está formado por una rejilla de plomo recubierta por PbO_2 .
- Un medio electrolítico: es el camino a través del cual se lleva a cabo una reacción química. El electrolito es ácido sulfúrico al 37% ó con una densidad especifica de 1.28 al 100% de carga.
- Una jarra o vaso que contiene a la celda.

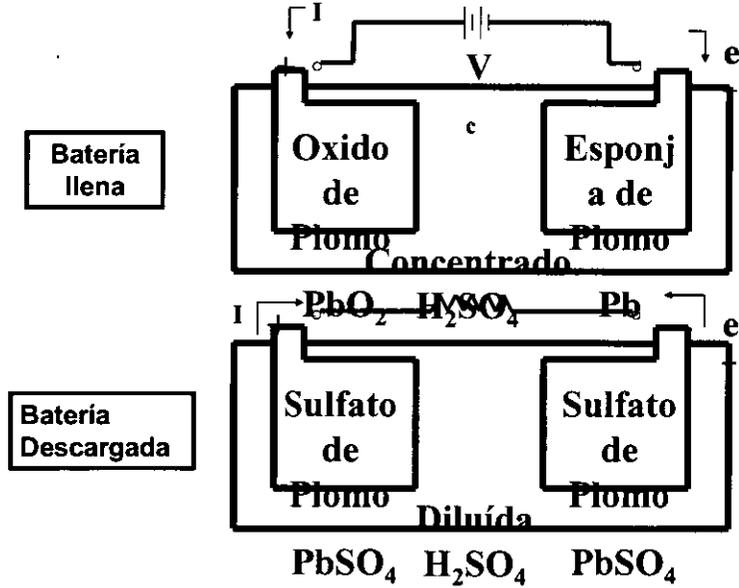
Las rejillas son elaboradas con plomo puro o aleaciones de plomo .

Las rejillas de plomo puro tienen poca rigidez y son normalmente usadas para baterías estacionarias.

Estas baterías presentan una razón de descarga muy baja estando en "stand-by", pero no pueden ser descargadas y recargadas rápidamente.



Operación de Baterías de Plomo-Acido

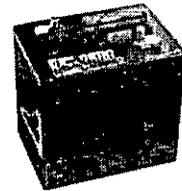


Resultado Neto en la CARGA:

El $PbSO_4$ en la placa (-) se convierte en Pb.

- El $PbSO_4$ en la placa (+) se convierte en PbO_2

- El H_2O del electrolito se convierte en H_2SO_4



Descarga eléctrica

El Pb (placa negativa) y el PbO₂ (placa positiva) son convertidos en SULFATO DE PLOMO debido a la reacción con el electrolito.

El H₂SO₄ ácido sulfúrico se convierte en agua al ceder el radical sulfato a las placas (+) y (-).

LA DENSIDAD DEL ELECTROLITO ES UNA MEDIDA DIRECTA DEL ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA.



Densidad del electrolito y estado de carga

Estado de Carga	Batería para SLI	Batería para Tracción
100 %	1.265	1.280
75 %	1.225	1.250
50 %	1.190	1.22
25 %	1.155	1.190
DESCARGADA	1.10	1.160

Densidad del agua 1000 kg/m³; 1 g/cm³

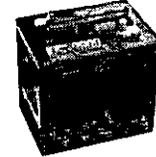
Eficiencia en una Batería

Una batería NO entrega toda la energía que recibe durante el proceso de carga debido a:

No todos los electrones que se "inyectan" contribuyen a las reacciones anteriores. Estos, los que No contribuyen se desperdician en reacciones parásitas.

Del total de electrones inyectados solo el 92-98% contribuyen en la reacción.

A dicho porcentaje se le llama eficiencia Coulómbica



Efecto de la resistencia interna

➤ Se requiere de un voltaje mayor para forzar a que los electrones entren a la celda.

➤ El voltaje de carga es de 2.33 volts. El voltaje a la descarga es de 2.05 volts, dando una razón del 88%.

EFICIENCIA GLOBAL EN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Si se consideran los dos factores (corriente y voltaje) la eficiencia como unidad de almacenamiento es del 0.84 (84%).

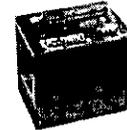


Baterías Híbridas Pb-ácido

Fabricadas con aleaciones de Plomo con otro metal.

La adición de elementos diferentes a la constitución de la celda introducen efectos colaterales en el comportamiento electroquímico.

Se usan normalmente antimonio, calcio y cadmio, en bajas proporciones para darle rigidez a la rejilla de plomo, y formar una aleación con éste.



Efecto del antimonio

La aleación plomo antimonio forma una celda resistente a temperaturas altas y tolerante a las descargas profundas.

El inconveniente es que presenta una mayor auto descarga y un incremento en la pérdida de agua por electrólisis, por lo que no pueden ser selladas.

Plomo-antimonio aceptan una razón de carga rápida y proporcionan razones de descarga rápidas.

Se pueden fabricar para usos "pesados" con descargas de hasta un 50-80 % de su capacidad.

El ejemplo típico de éstas baterías son las de tracción y algunas automotriz.

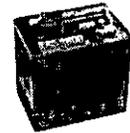


Efecto del calcio

- La aleación plomo/calcio-ácido reduce el degasamiento y la pérdida de agua.
- Con éste tipo de rejilla se construyen las baterías libres de mantenimiento.
- La pérdida de agua en todo el ciclo de vida de la batería, 3-5 años, es muy poca y no se requiere adicionarle agua).
- Se recomienda que sean ventiladas.

Las baterías plomo-ácido pueden ser descargadas del 15-25% de su capacidad.

No aceptan ciclos de descarga profunda repetidos.



Efecto de la temperatura

La temperatura ambiente afecta la temperatura del electrolito.

Las reacciones químicas se incrementan con la temperatura, por lo que se requiere menor voltaje de carga.

La gasificación se incrementa y la pérdida de agua se acelera con el incremento de la temperatura.

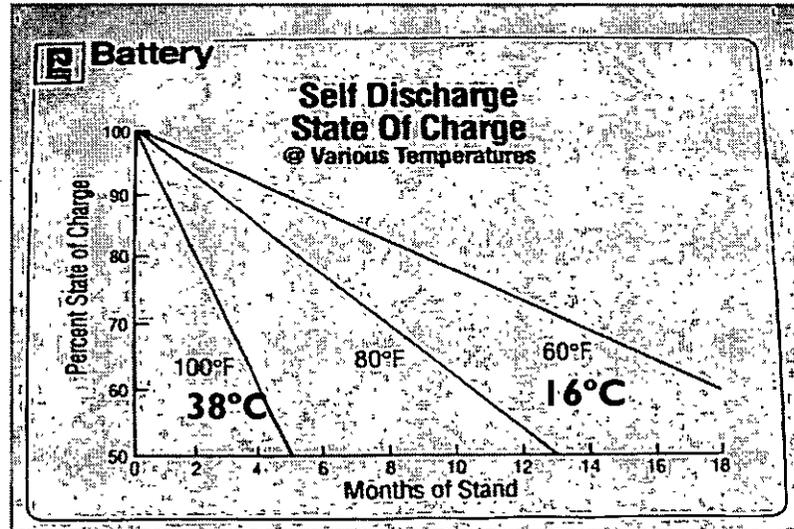
Como consecuencia, se tiene efectos de degradación

Degradación:

Pb-Sb 20 % por cada 10°C arriba de 25°C

Pb-Ca 50 % por cada 10°C arriba de 25°C

Autodescarga en baterías

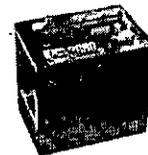


Capacidad de carga

Se llama **CAPACIDAD DE CARGA** a la cantidad de carga almacenada en una batería, la que es proporcional a la cantidad de material activo.

La capacidad se mide en **AMPERE-HORAS (A-h)**.

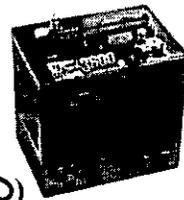
Una capacidad de 100 A-h significa que se puede descargar 10 amper durante 10 hrs. ó 2 amper durante 50 hrs., o bien, 100 amper durante 1 hora.



La capacidad de un banco de baterías depende de la cantidad de baterías conectadas en paralelo a un voltaje dado.

La capacidad de una batería depende de:

- la razón de la descarga
- la temperatura
- la auto-descarga
- la edad
- la profundidad de la descarga (DOD)



Curva de Estado de

Carga vs Voltaje

Es importante conocer el voltaje para un estado de carga dado, ya que los controles de carga en un sistema solar se basan en lecturas de voltaje para decidir si una batería está cargada totalmente y también para protegerla cuando está muy descargada.

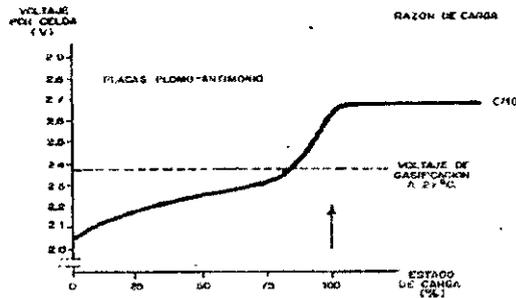
Curva de Voltaje a la Carga

La figura muestra el voltaje en función del estado de carga para una batería estacionaria plomo-ácido con aleación de antimonio, que está siendo cargada.

Este es el tipo de batería más usado en la actualidad en los sistemas solares.



Velocidad de carga



Una batería de 12 volt con 300 CCA suministra una corriente de arranque en frío de 300 amperios a un voltaje de 7,2 V (6 células a 1,2 volt cada una).

La velocidad está expresada en el número de horas (C/20, C/10, etc.) que tomaría recargar la batería con la corriente dada, donde el cociente es precisamente el número de horas.

$$\text{No. de horas de carga} = \text{Capacidad/corriente}$$

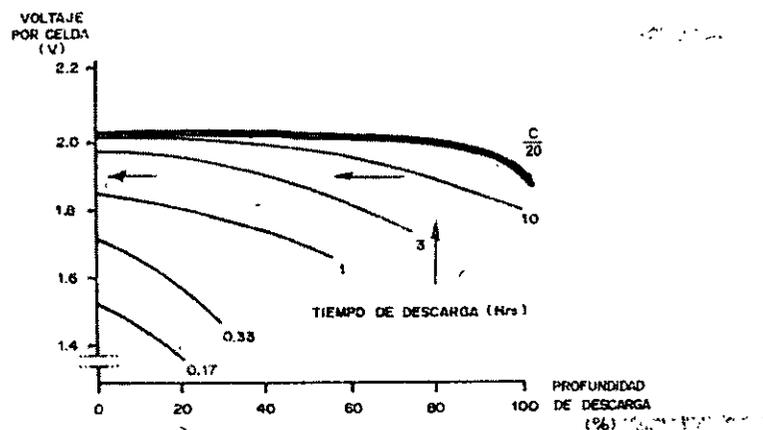
Para obtener la razón de carga a la que está recargando una batería, simplemente divide su capacidad nominal (ampers-horas) entre la corriente inyectada (ampers).

Las razones de carga típicas para baterías en sistemas fotovoltaicos, cuando se tiene la insolación máxima, se sitúa entre C/10 hasta C/30, siendo éstas últimas las más usuales. Estas razones de carga resultan de la relación que guarda el número de módulos solares con el tamaño del banco de baterías.

Valores típicos de voltaje al 100% de carga

- Una batería de plomo/antimonio-ácido está 100% cargada a 25°C, para una razón de carga de C/20, cuando se alcanza un voltaje de 2.35 volts por celda (14.1 V)
- Para una batería tipo plomo/calco-ácido el voltaje debe incrementarse a 2.55 volts (15.3 V)
- Siempre es conveniente exceder ligeramente éste voltaje, para tener gasificación en el electrolito y evitar que éste se "estratifique", es decir, que el ácido más denso se vaya al fondo y el agua con menos ácido que de arriba permanentemente.

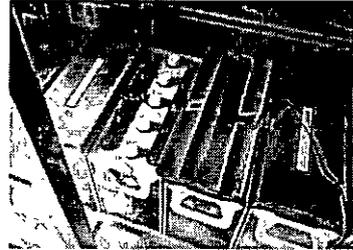
Curva de voltaje a la descarga



Observar que para la descarga más lenta, el voltaje se mantiene relativamente constante por un largo periodo.

Baterías de NiCd

- Tiempo de vida = 20 años
- Prácticamente libres de mantenimiento
- Top: -40°C a 40°C
- Soporta ciclados profundos
- Requiere poca ventilación



Recarga de batería Ni-Cd

Carga: Flujo de corriente en determinado tiempo. Esta cantidad de flujo de energía es lo que llamamos razón de carga, la cual se mide en miliamperios (mA) y de la que depende el tiempo necesario para lograr la carga completa de la batería.

Carga larga o normal : En inglés conocida como (Overnight) con este método una batería recargada alcanza su 100% de carga entre 14 a 16 horas. La rata de carga esta determinada por la formula $C/10$, donde C corresponde a la capacidad de la batería en miliamperios hora.

Ejemplo: Para cargar una paquete de batería de 600 mAH, la rata de carga para carga normal será de 60 mA, Para una batería de 700 mAH, será de 70 etc. Este método de carga es el mas usado y además el mas seguro, pues las baterías de NI-CD pueden permanecer bajo esta rata de carga durante largos periodos; días e inclusive semanas sin sufrir daños.

Carga Acelerada: En ingles "FAST ". Con una carga acelerada se logra el 100 % de la carga de la batería en 15 minutos o menos. La rata de carga la determina la formula 3C o tres veces la capacidad especificada de la batería. Muchas baterías de NI-CD hoy en día aceptan este tipo de carga.

Cuidado de las baterías

Consejos para conservar sus batería:

No exponga sus baterías a temperaturas extremas. El exceso de calor o de frío puede ser fatal para las baterías.

Cuando no estén en uso, guarde las baterías completamente cargadas, esto evitara la formación de corto circuitos en las celdas.

Tenga cuidado de no sobrecargar las baterías, esto puede ocurrir por exceso en el tiempo o la rata de carga. Inspeccione periódicamente los paquetes de baterías en busca de sulfatos, malas soldaduras o deterioro de cables.

Comportamiento en un sistema fotovoltaico

Es usual que en un sistema fotovoltaico las baterías tengan varios días de "autonomía", es decir, pueden respaldar el suministro al consumo en ausencia total del sol durante ese periodo.

Esto significa que las razones de descarga son muy lentas. Por tanto, el voltaje es relativamente constante.

En un sistema fotovoltaico, identificar la curva de descarga de las baterías es importante, pues de ella se deriva el voltaje al cual se debe desconectar el suministro cuando la descarga ha alcanzado una cierta profundidad, para proteger a la batería de sulfatación irreversible.

Por ejemplo, una celda que está iniciando su descarga a 10 horas (C/10), tiene un voltaje de 2.03 volts y cuando alcanza el 80 % de descarga su voltaje baja únicamente a 1.8 Volts.

- ✓ Como comentario, los fabricantes generalmente suministran curvas de descarga de sus baterías, pero es poco frecuente que den las curvas de carga que son indispensables en determinar la operación correcta de un sistema fotovoltaico.
- ✓ En la práctica se ha encontrado que los voltajes de carga completa de una batería plomo-acido se deben incrementar conforme envejecen pues su resistencia interna aumenta y debe compensarse con mayor voltaje.

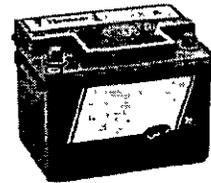
COMPENSACIÓN POR TEMPERATURA

Celdas inundadas Plomo-Antimonio:

5 mV/°C/celda

Celdas inundadas Plomo-Calcio:

3 mV/°C/celda



Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de baterías

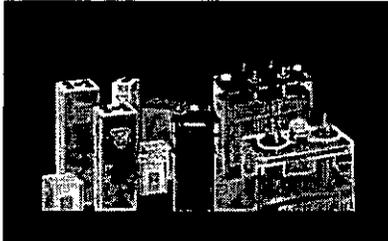
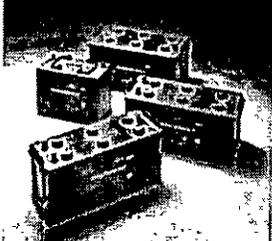
Existen diversas tecnologías de fabricación de la celda plomo-ácido, para diferentes aplicaciones, con diferentes compromisos entre su costo y su operación y su vida útil.

Las baterías en sistemas fotovoltaicos están sujetas a ciertas condiciones de operación que deben revisarse para determinar lo que se espera de un modelo ó tipo específico de batería.

Cualquier batería plomo-ácido puede servir pero se requiere saber lo que se puede esperar de ella. Por ejemplo, una batería de bajo costo como es la automotriz puede tener una vida muy corta en un sistema fotovoltaico cuando la batería se descargue profundamente aún cuando solo se haga esto algunas veces.

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Automotriz abierta	<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo Buena tolerancia a altas temperaturas Disponible localmente 	<ul style="list-style-type: none"> Vida corta (menos de 2 años) Poca tolerancia a descargas profundas Requiere añadir agua Autodescarga importante conforme envejece
Automotriz libre mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo No requiere añadir agua 	<ul style="list-style-type: none"> Vida corta (menos de 2 años) Nula tolerancia a descargas profundas Poca tolerancia a altas temperaturas Disponibilidad limitada
Industrial de tracción (Montacargas)	<ul style="list-style-type: none"> Costo medio Buena tolerancia a descargas profundas Buena tolerancia a temperaturas altas Vida media (5-8 años) 	<ul style="list-style-type: none"> Disponible solo bajo pedido Requiere añadir agua (cada 3-6 meses)
Estacionaria abierta	<ul style="list-style-type: none"> Buena tolerancia a descargas profundas Vida media-alta (6-10 años) Vaso transparente permite conocer su estado interno Buena tolerancia a temperaturas altas 	<ul style="list-style-type: none"> Costo alto Disponible solo bajo pedido Requiere añadir agua (3-6 meses)

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Estacionaria sellada, electrolito inmovilizado	<ul style="list-style-type: none"> Transporte y manejo simplificado (vía aérea inclusive) Pueden apilarse verticalmente menos espacio de instalación No requieren mantenimiento ni adición de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Costo alto Disponible solo bajo pedido Baja tolerancia a descargas profundas, excepto para algunos modelos Baja tolerancia a altas temperaturas excepto en algunos modelos
Niquel-Cadmio	<ul style="list-style-type: none"> Tolera descargas profundas, altas y bajas temperaturas, vida útil hasta 20 años, casi no requiere mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de masiado alto Disponible solo bajo pedido

En resumen cada tipo de batería tiene sus oportunidades y sus limitaciones. Lo importante es conocer lo que se puede esperar en la vida real. Actualmente, se tiene una mejor idea de lo que puede resultar de un tipo de batería en un sistema fotovoltaico pero todavía se desconoce con precisión muchos detalles. Por ello, la experiencia práctica es importante.



Como ejemplos daremos algunos parámetros de operación típicos a los que se sujetan los banco de baterías en un sistema fotovoltaico:

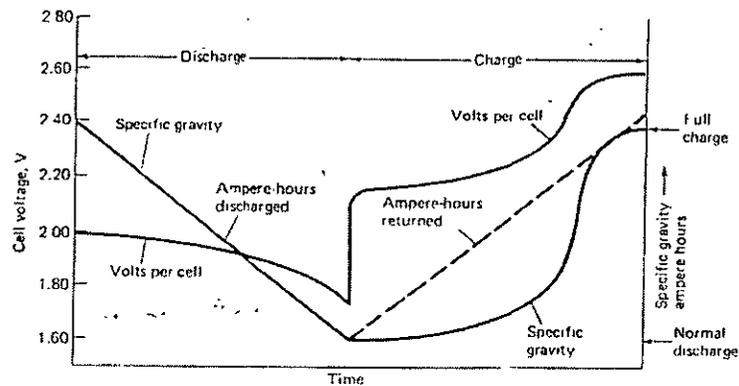
- Diariamente experimentan ciclos de descarga (noche) - carga (día) equivalentes al 10-20 % de la capacidad nominal.
- Con la frecuencia que ocurran nublados prolongados pueden descargarse profundamente y tardar hasta semanas en recuperar 100 % la carga nuevamente.
- Operan a temperaturas tan bajas como 0°C (invierno) y tan altas como 45°C (verano).

- Los usuarios se olvidan de ellas hasta que el agua se ha agotado debajo del nivel de las rejillas.
- La corrosión en las terminales de conexión no es eliminada hasta que falla el sistema completo.
- El voltaje de carga es insuficiente y la batería nunca alcanza su carga total.
- El voltaje de carga es excesivo y la batería pierde agua excesivamente.
- El usuario descarga la batería totalmente a pesar de que el tipo utilizado no sea apropiado para ello.

Evaluación:

Estado de carga

La mejor indicación es la lectura de la densidad si la batería es tipo "inundada". Ver la grafica.



Voltaje y gravedad (densidad) a la descarga y carga de batería

ESTADO DE CARGA	GRAVEDAD ESP.	VOLTAJE
100 %	1.26- 1.28	12.75
50 %	1.19	12.2
0 %	1.12	11.5



Si la batería es sellada se debe correlacionar el voltaje en sus terminales con el estado de carga.

En este caso, lo mejor es medir el voltaje cuando se está descargando la batería y compararlo con las curvas que da el fabricante.

Existen probadores de baterías automotrices que producen una corta pero fuerte descarga en la batería y miden su voltaje simultáneamente indicando su estado.

Capacidad

Y La única forma práctica de determinar la capacidad que tiene una batería es cargarla totalmente y luego sujetarla a una descarga completa a una corriente dada. La capacidad será el producto de la corriente (ampers) por el periodo en que se descargó (horas).

En general se considera que una batería está descargada cuando llega a 1.75 volts por cada celda.

Y Si una batería entrega menos del 80% de su capacidad original, es conveniente reemplazarla a menos que en su dimensionamiento se haya considerado una pérdida de capacidad mayor con el envejecimiento.

Y Si una batería no alcanza la densidad nominal de electrolito después de una recarga prolongada, está sulfatada en forma irreversible. Reemplazarla.

Mantenimiento



El mantenimiento es sencillo y tiene efectividad si se sigue con cuidado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para el tipo de batería empleado.

En general el mantenimiento consiste en:

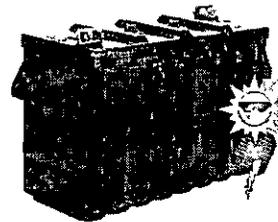
- ✓ Limpieza de las terminales de la celda para eliminar depósitos (usualmente sulfatos) y aplicación de grasa anticorrosiva. Existen compuestos en el mercado específicamente para ello que permiten extender los periodos entre cada limpieza.



- ✓ Adición de agua en el caso de celdas "inundadas". Nunca se debe añadir ácido porque éste no se pierde en los procesos de carga y descarga de la batería. El agua debe estar libre de minerales (destilada o desmineralizada). Si se añade agua común, las pérdidas por electrólisis y la autodescarga se incrementa. Nunca debe permitirse que el nivel de electrolito baje tanto que deje al descubierto las placas.

MANTENIMIENTO

- ⚡ **Medición de Densidad, en el caso de celdas "inundadas".**
Debe asegurarse que la densidad máxima nominal se alcance cuando el control de carga fotovoltaica haya llegado a su voltaje de carga completa (desconexión de módulos solares).



La densidad máxima está entre 1.20 y 1.275 (consultar al fabricante). Si la densidad máxima no se alcanza y el control de carga ya limitó la corriente solar, entonces deben reajustarse los niveles de operación



Mantenimiento de Baterías



- Reemplazo de agua
 - Se reduce al usar hidrótaps o baterías selladas
 - Agua destilada
 - Agua de lluvia como el último recurso
- Limpieza
- Igualación
 - Riesgoso, pero extiende la vida de la batería
 - Algunos efectos se pueden desatar con sobrecargas periódicas sin regulador
- Conexiones
 - Material y tornillos resistentes a la corrosión



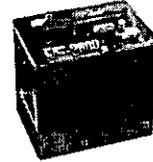
EVALUACIÓN VISUAL

Ésta es válida sólo para aquellas celdas con vasos transparentes (de ahí su ventaja).

- Y Si hay sedimentos en el fondo del vaso que estén a punto de alcanzar la parte inferior de las placas, se requiere reemplazar la celda antes e que ésta sea cortocircuitada internamente.
- Y Si las placas presentan depósitos blanquecinos aislados, la carga de la batería está siendo incompleta.
- Y Si las placas positivas están hinchadas (se esponjan), la carga ha sido defectuosa. La celda debe reemplazarse.
- Y Si las placas positivas se observan brillantes y quebradizas, se ha formado "sulfato duro" que ya no es posible reincorporar al electrolito durante la recarga.
- Y Se debe practicar una prueba de capacidad y decidir si se continúa usando la celda.

Localización de fallas en Baterías

- Tensión a circuito abierto
- Gravedad específica
- Mediciones de la conductancia
- Prueba de carga de trabajo
- Mediciones de la capacidad relativa
- Registros y pruebas de carga real en el sistema
- Inspección Post Mortem



Seguridad con las Baterías

Gas hidrógeno

- Fácilmente se forma más del 4 % entre la cubierta y el electrolito una chispa y la haría explotar

Quemaduras de ácido

- Neutralizar con bicarbonato de sodio

Electrocución

- Un sistema con un gran número de baterías en serie es peligroso

Battery enclosure

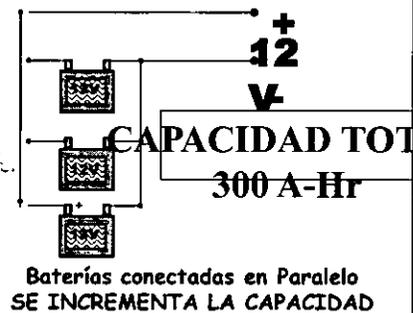
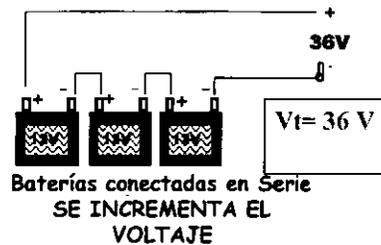
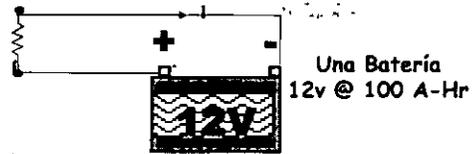
Traumas secundarios

- Riesgo de choque eléctrico si $V_{oc} > 24$ volts



Aumentando la Capacidad

V Voltaje
 I Corriente
 R Resistencia (carga)
 C Capacidad en A-Hr



Dimensionamiento de un Banco de Baterías

La capacidad de un banco de baterías se dimensiona en función de la energía consumida diariamente por las cargas eléctricas y la autonomía requerida en el sistema.

En un S. F. la autonomía del banco de baterías es el número de días que funcionarían las cargas eléctricas con cero insolación.

$$C_B = \frac{E_c \times}{V_B \times f_u \times F_i}$$

$f_u = 0.5$ placa
 delgada

$f_u = 0.8$ placa
 gruesa

C_B es la capacidad del banco de baterías (amp-hr).
 E_c energía consumida diariamente por las cargas eléctricas (W-h).

V_B voltaje de operación del banco de baterías.

A_u autonomía del banco de baterías.

f_u factor de uso para evitar que las baterías se descarguen totalmente.

factor de incremento de la capacidad debido a una razón de descarga más lenta

$F_i = 1.05$
placa delgada

$F_i = 1.35$
placa gruesa

Baterías recomendadas

TROJAN Mod T-105
Especificaciones



Peso = 64 lb (\cong 30 kg.)

$V_n = 6$ volts

Terminal = (sin barra expuesta)

Capacidad = 217 amp-hr a C/20

TROJAN Mod L-16
Especificaciones



Ciclos de descarga = 630 al 80% DOD

Costo: \$125 (Dolares)

Peso = 130 lb (\cong 60 kg.)

V_n = 6 volts

Terminal = barras expuestas

Capacidad = 350 amp-hr a C/20

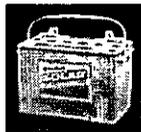
**Ciclos de descarga = 900 al
80% DOD**

Costo: \$335 (Dolares)

**NOTA : Costo 35% más por
amp-hr que las T105**

**DEKA
SOLAR 8G27**

**Libre de Mantenimiento con válvula
reguladora**



Peso = 64 lb (\cong 29 kg.)

V_n = 12 volts

**Terminal = Tornillo (sin barra
expuesta)**

**CONCORDE (Sun Xtender)
PVX1285T**

Capacidad = 96 amp-hr a C/20

**Ciclos de descarga = 1300 al
30% DOD**



Costo: \$287 (dolares)

Libre de Mantenimiento con válvula reguladora

Peso = 27 kg.)

$V_n = 12$ volts

Terminal = Tornillo (sin barra expuesta)

Capacidad = 102 amp-hr a C/20

Ciclos de descarga = 1000 al 30% DOD

Costo: \$228 (Dolares)

LTH Mod
L31T



LTH Mod
27MDC



Libre de Mantenimiento con válvula reguladora

Peso = 30 kg

$V_n = 12$ volts

Terminal = Tornillo (sin barra expuesta)

Capacidad = 115 amp-hr a C/20

Ciclos de descarga = 1300 al 30% DOD

Costo: \$105 (dolares)

Libre de Mantenimiento con válvula reguladora

Peso = 24 kg.

$V_n = 12$ volts

Terminal = Tornillo (sin barra expuesta)

Capacidad = 90 amp-hr a C/20

Ciclos de descarga = 1000 al 30% DOD

Costo: \$93 (Dolares)

... the heart of your system.
CONCORDE
100% GEL

	info		\$	\$X Whr
PVX-6480T 2 Volt 648 Amp Hour	715		\$ 330.00	0.254
PVX-2240T 6 Volt 220 Amp Hour	797		\$ 327.00	0.247
PVX-340T 12 Volt 34 Amp Hour	207		\$ 136.00	0.333
PVX-420T 12 Volt 45 Amp Hour	1494		\$ 169.00	0.312
PVX-490T 12 Volt 49 Amp Hour	208		\$ 182.00	0.309
PVX-560T 12 Volt 56 Amp Hour	655		\$ 223.00	0.331
PVX-690T 12 Volt 69 Amp Hours	618		\$ 229.00	0.276
PVX-890T 12 Volt 89 Amp Hour	212		\$ 283.00	0.264
PVX-1040T 12 Volt 104 Amp Hour	212		\$ 300.00	0.241
PVX-1080T 12 Volt 108 Amp Hour	214		\$ 317.00	0.244
PVX-2120L 12 Volt 210 Amp Hour	215		\$ 581.00	0.231
PVX-2580L 12 Volt 255 Amp Hour	216		\$ 682.00	0.222



<http://www.affordable-solar.com/solar-batteries.htm>

DEKA



	info	Top	\$	\$X Whr
8GU1-DEKA Gel, 12v 31.6 AH	3810		\$ 99.00	0.261
8G22NF-DEKA Gel, 12v 51 AH	2973		\$ 169.00	0.276
8G40-DEKA Gel, 12v 40 AH	3811		\$ 145.00	0.302
8G34-DEKA Gel, 12v 60 AH	3812		\$ 181.00	0.251
8G24UT-DEKA Gel, 12v 73.6 AH	815		\$ 226.00	0.255
8G27-DEKA Gel, 12v 88 AH	527		\$ 246.00	0.232
8G31-DEKA Gel, 12v 97.6 AH	3385		\$ 275.00	0.234
8G30H-DEKA Gel, 12v 97.6 AH	816		\$ 275.00	0.234
8G31DT-DEKA Gel, 12v 97.6 AH	2443		\$ 307.00	0.262
8G4DLTP-DEKA Gel, 12v 183 AH	529		\$ 535.00	0.243
8G6DLTP-DEKA Gel, 12v 225 AH	530		\$ 651.00	0.241

Costo de diferentes tipos de baterías comerciales más usas ("AAA", "AA", "9V", "3C")

Product	Lowest
 Duracell MN1500 AA Size Alkaline Battery - Bulk, Made in China	Details \$0.22
 Duracell MN1500 AA Size Alkaline Battery, Made in the USA	Details \$0.40
 Duracell MN1500 AA Size Alkaline Battery, Made in the USA - Bulk	Details \$0.45
 Duracell PC1500 Procell AA Size Alkaline Battery - Boxed, Made in the China	Details \$0.30
 Duracell MX1500 Ultra AA Size Alkaline Battery - Bulk, Made in China	Details \$0.21
 Duracell MN2400 AAA Size Alkaline Battery, Bulk - Made in China	Details \$0.22
 Duracell MN2400 AAA Size Alkaline Battery Bulk - Made in USA	Details \$0.35
 Duracell PC2400 Procell AAA Size Alkaline Battery - Boxed, Made in the USA	Details \$0.28
 Duracell MX2400 Ultra AAA Size Alkaline Battery/Bulk - Made in China	Details \$0.20
 Duracell MN1604 9 Volt Alkaline Battery - Bulk, Made in the USA	Details \$0.85
 Duracell PC1604 Procell 9 Volt Alkaline Battery (with Cap Protectors), Made in the USA	Details \$0.90
 Duracell MX1604 Ultra 9V Size Alkaline Battery - Bulk, Made in EC (the European Community)	Details \$1.00
 Duracell MN1400 C Size Alkaline Battery - Bulk, Made in USA	Details \$0.65
 Duracell PC1400 Procell C Size Alkaline Battery, Made in the USA	Details \$0.65

www.duracell.com.mx

	Duracell MN1400 C 2 Pack - in Reusable Plastic Pack	Details \$2.25
	Duracell MN1400 C 2 pack on Generic Blister Card	Details \$2.20
	Duracell DC1500 2650 mAh NiMH AA Rechargeable Battery, Bulk Pack	Details \$2.00
	Duracell DL2025 3 Volt Lithium Coin Cell Tray Pack	Details \$0.35
	Duracell DL2016 3 Volt Lithium Coin Cell Tray Pack	Details \$0.60
	625 Photo 1.5 Volt Alkaline Button Battery, Bulk Pack	Details \$0.35
	Duracell MN908 (S29) 6V Lantern Alkaline	Details \$6.00

Criterio para Elegir Baterías

Preguntas que un diseñador de sistemas debe fijar

Tipo de sistema y modo de operación

- Ciclo profundo
- Ciclo poco profundo

Uso intermitente, ciclo profundo y poco profundo

Características de carga miento: Necesidades específicas.

Requerimientos de días de almacenamiento (autonomía)

Cantidad y variabilidad de la corriente de descarga

Máxima profundidad de descarga permisible

Requerimientos diarios de profundidad de descarga

Accesibilidad de la localidad

Criterio para Elegir Baterías

(Continuación)

Temperatura ambiente y condiciones ambientales

Vida cíclica y/o vida de calendario

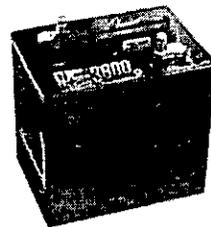
Requerimientos de mantenimiento

- Sellada o NO sellada; determine el nivel de mantenimiento
- Necesidades de agua

Tasa de auto descarga

- Nuevo
- Viejo

Capacidad máxima de la celda



Criterio para Elegir Baterías

(Continuación)

Densidad de almacenamiento de energía

Peso y tamaño

Características de gaseo

Susceptibilidad al congelamiento

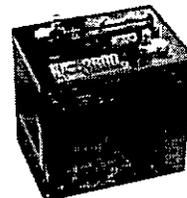
Concentración del electrolito

Disponibilidad de equipo auxiliar

Configuración de la s terminales

Prestigio del fabricante

Costo y garantía



Consideraciones finales

Hay una gama amplia de sistemas de almacenamiento electroquímico

En un SFV, las baterías son el "corazón" del sistema.

La capacidad de almacenamiento esta en función de la energía demandada por día.

Son sistemas cuya capacidad es afectada por la razón de descarga, la temperatura y parámetros intrínsecos de ella.

Los criterios de adquisición y especificación deben ser acordes con la aplicación.

ESTRUCTURAS

Para Módulos Fotovoltaicos

Dr. Aarón Sánchez Juárez
Centro de Investigación en Energía,
UNAM
62580 Temixco, Morelos
Tel: (777) 3 25 00 52; e-mail:
asj@cie.unam.mx

Estructuras

Son las encargadas de proporcionar un soporte Físico y Mecánico a los Módulos FV para que se pueda garantizar seguridad, comodidad y operación

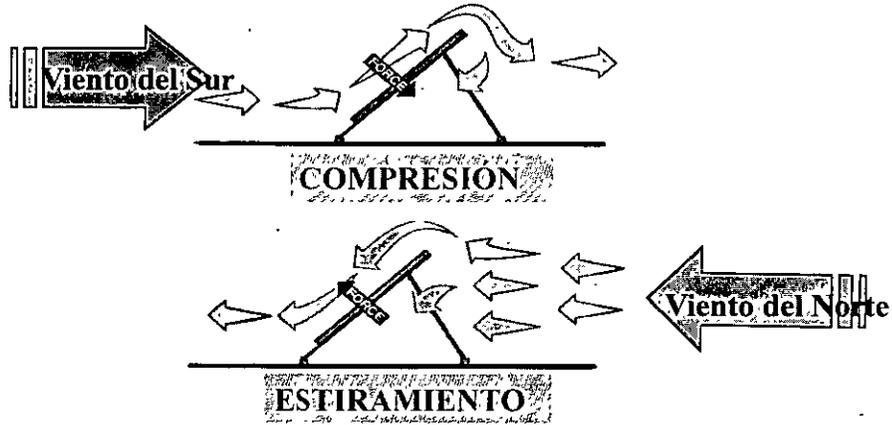
Además permiten la orientación correcta del arreglo FV que maximiza la generación de energía en el mes crítico.

El anclaje debe resistir las fuerzas que actuarán sobre la estructura y el arreglo FV a consecuencia de la presión del viento que se ejercerá sobre ella.

Los materiales de la estructura deben garantizar larga duración por lo que se seleccionarán de acuerdo al clima del sitio de instalación y serán resistentes al medio ambiente y a la corrosión.

Estructuras

Esfuerzos a que se somete una estructura por el viento



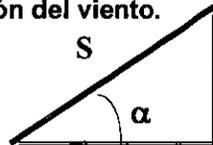
Estructuras

La presión p ejercida por una fuerza F sobre una superficie A está dada por:

$$p = F/A$$

actuando la fuerza F perpendicular al área A

Para el caso de la presión p que experimenta una superficie S inclinada debido a la fuerza F del viento, ésta deberá de calcularse sobre la superficie que es perpendicular a la dirección del viento.



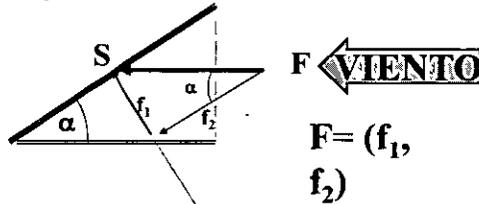
Proyección de la superficie S en el eje vertical: $S \text{ sen} \alpha$

Para una superficie inclinada, la fuerza que actúa sobre ésta debida a la presión del viento está dada por:

$$F = pS \text{ sen} \alpha$$

Estructuras

La fuerza F debido al viento que actúa sobre la proyección vertical de la superficie S se descompone en dos fuerzas: f_1 que actúa perpendicularmente a la superficie, y f_2 que lo hace paralelamente.



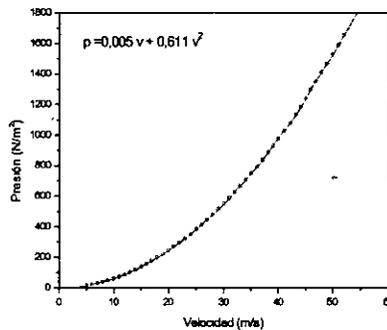
$f_1 = F \operatorname{sen} \alpha$ Intentará levantar la estructura actuando sobre el anclaje de $f_2 = F \operatorname{cos} \alpha$ Sus efectos se desvanecen en rozamientos y remolinos a lo largo de la superficie

Estructuras

Un arreglo FV está sometido a una fuerza debido a la presión frontal del viento dada por:

$$f_1 = p S (\operatorname{sen} \alpha)^2$$

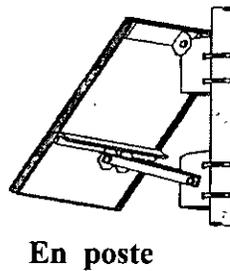
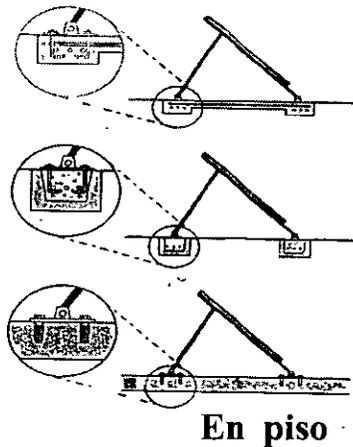
Presión frontal del viento en función de su velocidad



Velocidad (m/s)	Presión (N/m²)	Velocidad (m/s)	Presión (N/m²)	Velocidad (m/s)	Presión (N/m²)
5	15	21	270	37	837
6	22	22	296	38	893
7	30	23	323	39	950
8	39	24	351	40	978
9	50	25	382	41	1028
10	61	26	413	42	1078
11	74	27	446	43	1130
12	88	28	479	44	1184
13	103	29	514	45	1238
14	120	30	550	46	1294
15	138	31	588	47	1351
16	157	32	626	48	1409
17	177	33	666	49	1468
18	198	34	707	50	1528
19	221	35	749	51	1590
20	245	36	792	52	1653

Estructuras

Se recomienda el uso de muretes de concreto armado de 20x20 cm, ó dados de cimentación de 60 cm de profundidad.

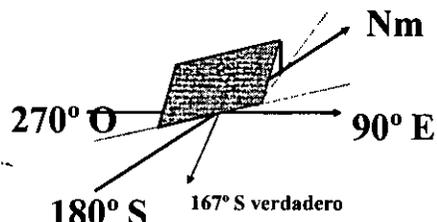
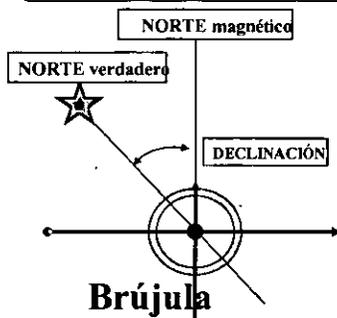


Estructuras

La estructura que soporta el arreglo FV debe orientarse hacia el sur geográfico.

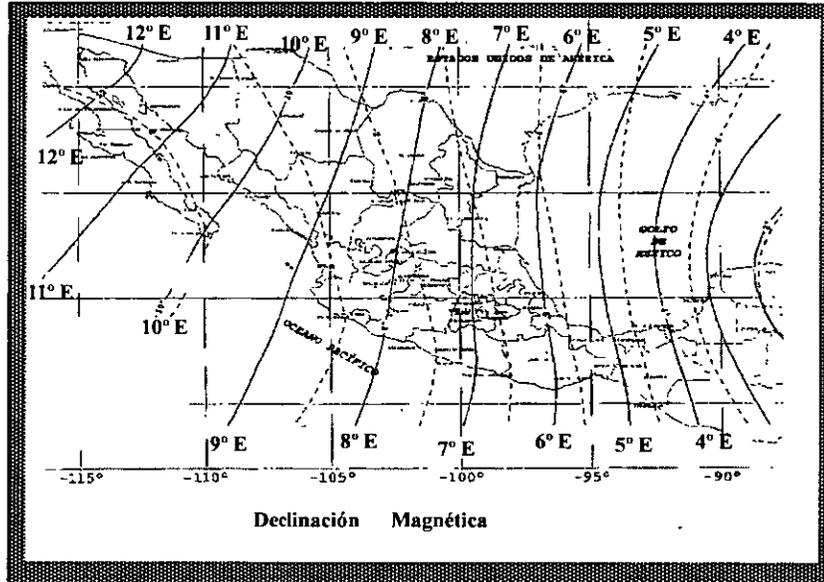
Recomendaciones:

- ♦ La cara de los módulos deben de estar hacia el SUR (NO MAGÉTICO)
- ♦ La Declinación Magnética es la desviación del Norte Verdadero y el Norte Magnético (detectado por una Brújula).
- ♦ La Declinación se expresa en Grados ESTE u OESTE desde el SUR MAGNÉTICO



Ejemplo: Declinación Mag. 13° E.
 El Sur Verdadero está a 13° E del Sur magnético.
 Si el captador se orienta con una brújula,
 el Sur verdadero estará a 167°.

Mapa Isogónico



Inclinación del Arreglo FV



MÁXIMA CAPTACIÓN: RAYOS PERPENDICULARES AL CAPTADOR.

ES NECESARIO SEGUIDOR SOLAR CON 2 MOVIMIENTOS

SE PUEDEN TENER: ARREGLOS FIJOS Y MÓVILES

Angulo de Inclinación igual al complemento del ángulo que define la altura solar.

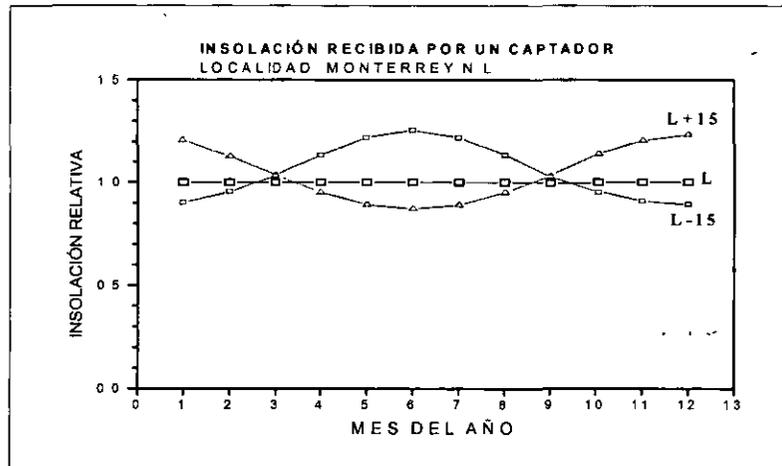
EN EL HEMISFERIO NORTE EL SOL SE DECLINA MAS TIEMPO HACIA EL SUR, DURANTE TODO EL AÑO; IMPLICANDO CAPTADORES INCLINADOS, RESPECTO A LA HORIZONTAL, VIENDO HACIA EL SUR.

ESTRUCTURA FIJA IMPLICA CRITERIO DE SELECCIÓN PARA ÁNGULO DE INCLINACION QUE GARANTICE MÁXIMA GENERACION.

REGLA DE MANO: CAPTACIÓN ANUAL MÁXIMA, INCLINACIÓN IGUAL A LA LATITUD DEL LUGAR.

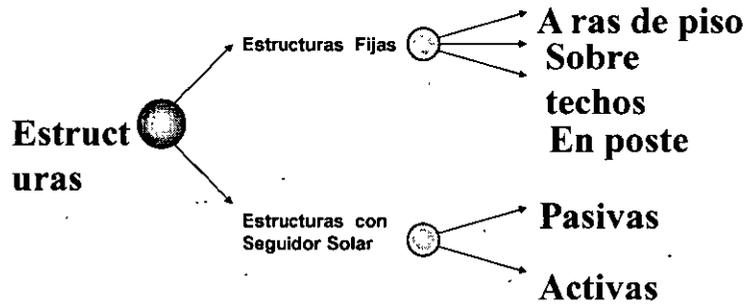
Estructuras

ENERGÍA RECIBIDA EN UN CAPTADOR CON DIFERENTE INCLINACIÓN

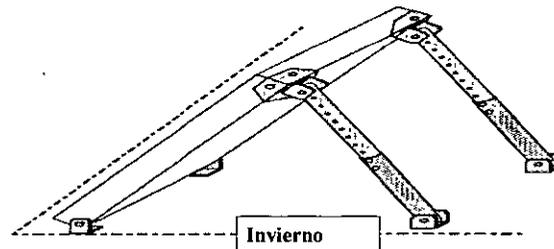
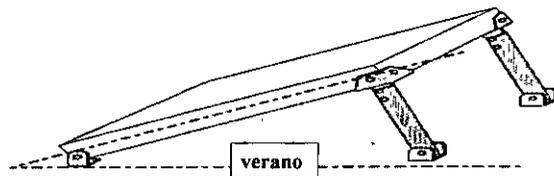


Estructuras

Las estructuras se clasifican :

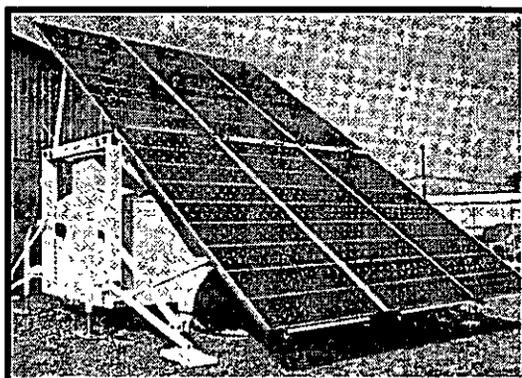


Estructuras



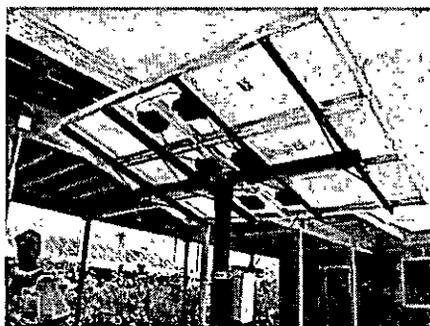
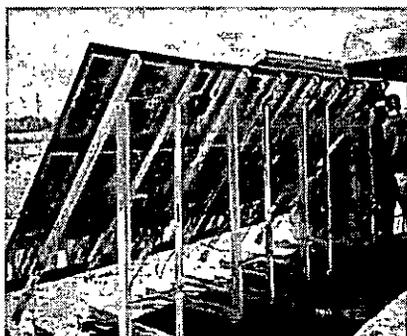
Estructuras con opción, para ajustar el ángulo de inclinación en verano y en invierno

Estructuras



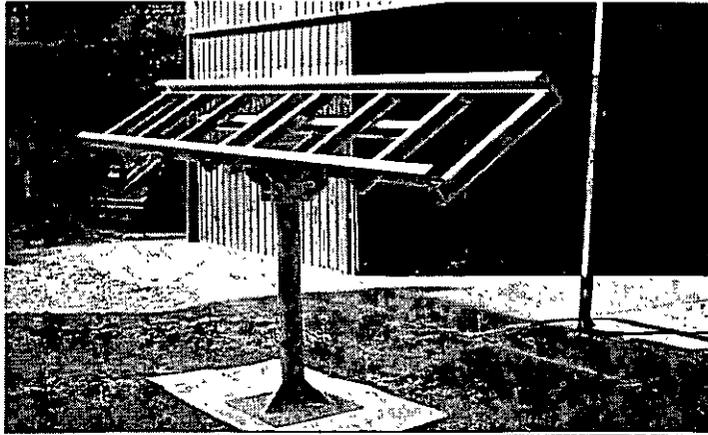
Estructura fija para Módulos Fotovoltaicos de una Central Portátil para generación de energía Eléctrica

Estructuras



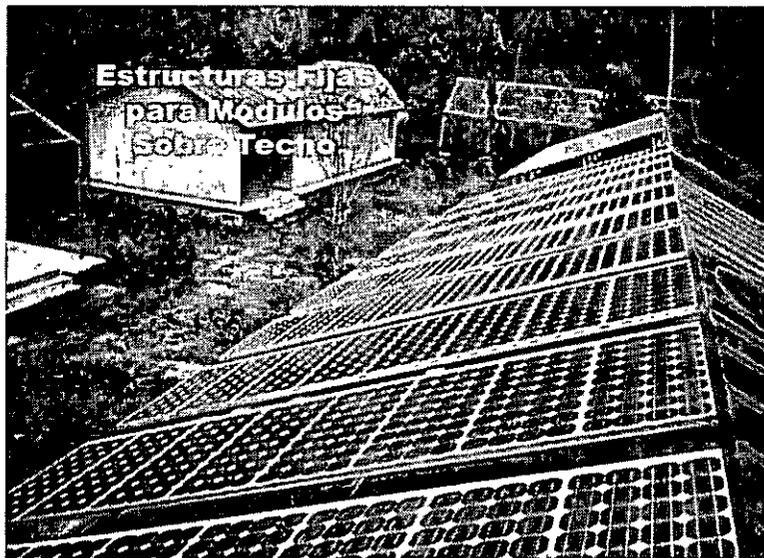
Sistemas Fotovoltaicos con estructuras fijas

Estructuras

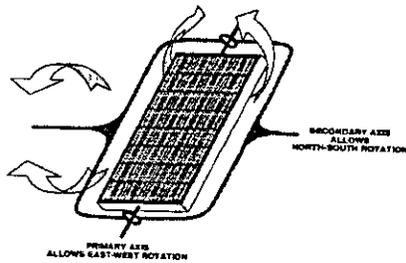
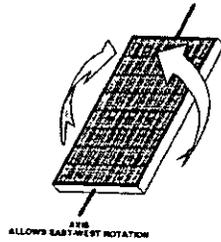


Estructura en poste para Módulos
FV

Estructuras



Seguidor solar en uno y dos ejes



Pasivas o Activas

Arreglos FV con seguidores

ÁNGULO POLAR VARIABLE:

-Esta estructura se recomienda para aumentar la captación de radiación directa.

-La estructura sigue el recorrido del Sol diariamente girando de Este a Oeste sobre el eje de giro Norte-Sur.

-Presenta algo de simplicidad y su ganancia relativa puede ser hasta del 30% de energía por día comparada con un captador fijo.

-Desventajas: Alto costo y el bajo rendimiento cuando los días están nublados.

Arreglos FV con seguidores

ÁNGULO POLAR Y AZIMUTAL VARIABLE:

-Los captadores se mueven en dos ejes de tal manera que obligan al captador a presentar su superficie siempre perpendicular a los rayos solares, en cualquier hora del día y cualquier época del año.

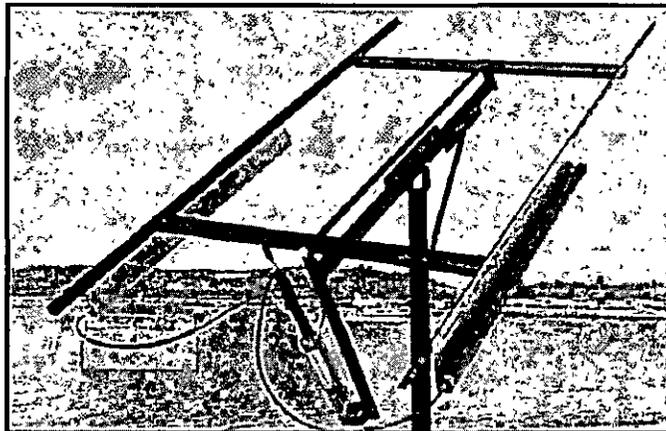
-La ganancia de captación es grande del orden del 60% más que un captador fijo.

-Desventajas: Alto costo y mayor complejidad del sistema.

Mantenimiento frecuente.

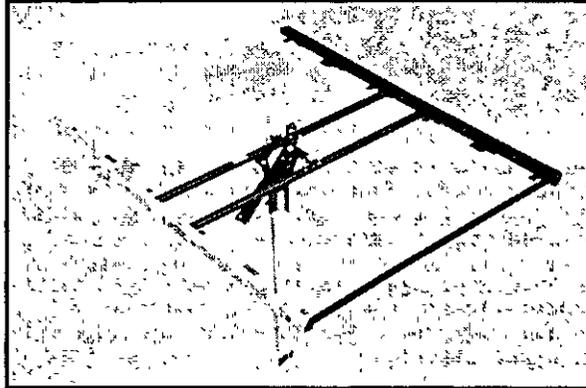
Bajo rendimiento en días nublados.

Estructuras pasivas



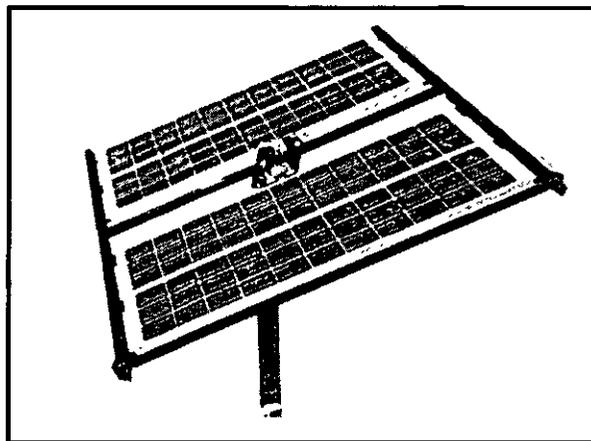
**Seguidor Pasivo Solar, sin Módulos,
Mca. SUN SEEKER**

Estructuras pasivas



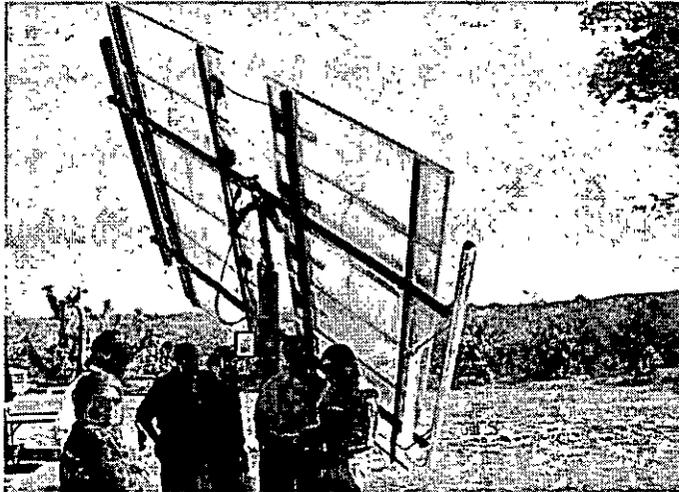
**Seguidor Pasivo Solar,
sin Módulos, Mca.
TRACK RACK**

Estructuras pasivas



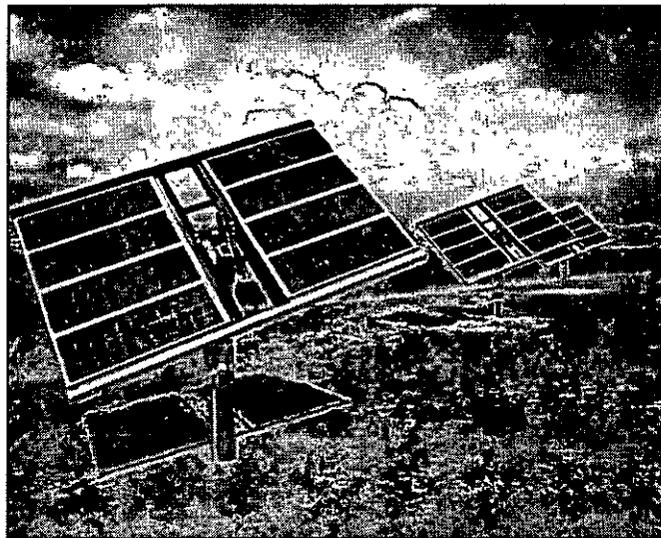
**Seguidor Pasivo Solar, con Módulos,
Mca. TRACK RACK**

Estructuras pasivas

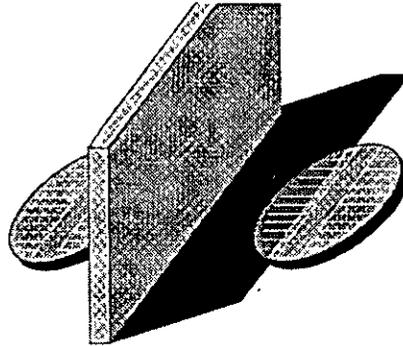


Estructuras con Seguidores solares Pasivos

Estructuras pasivas



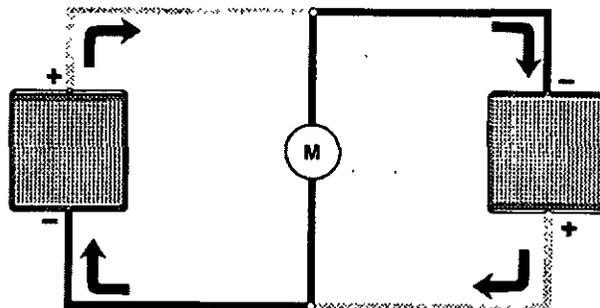
Estructuras activas



**Celdas Solares utilizadas
como sensor de
orientación Solar**

Estructuras activas

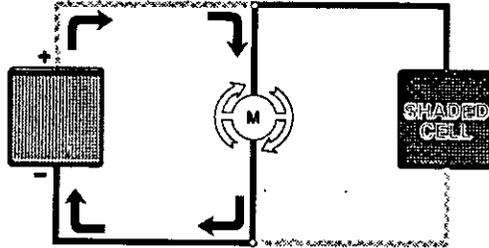
Estructuras con Seguidores solares Activos



**La Corriente fluye por ambos
módulos, cuando tienen la misma
Irradiancia**

Estructuras activas

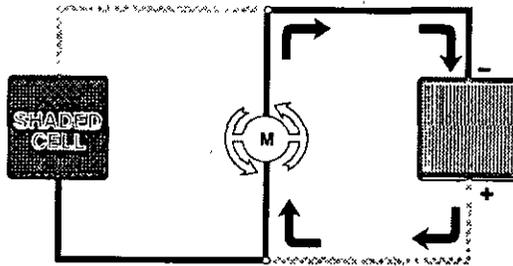
Estructuras con Seguidores solares Activos



**Cuando un módulo esta
sombreado: la Corriente
fluye a través del Motor,
dando el giro en una dirección**

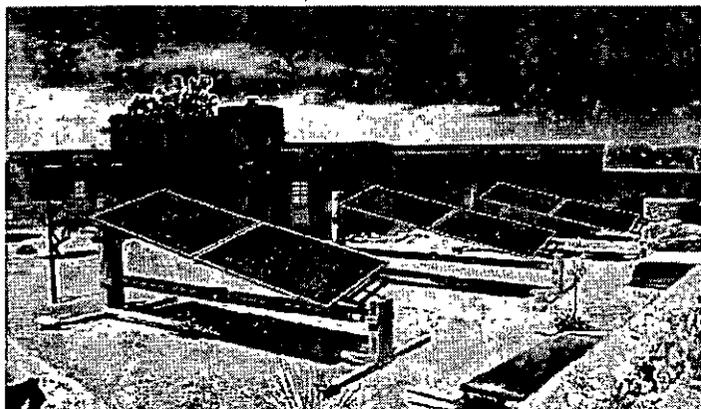
Estructuras activas

Estructuras con Seguidores solares Activos



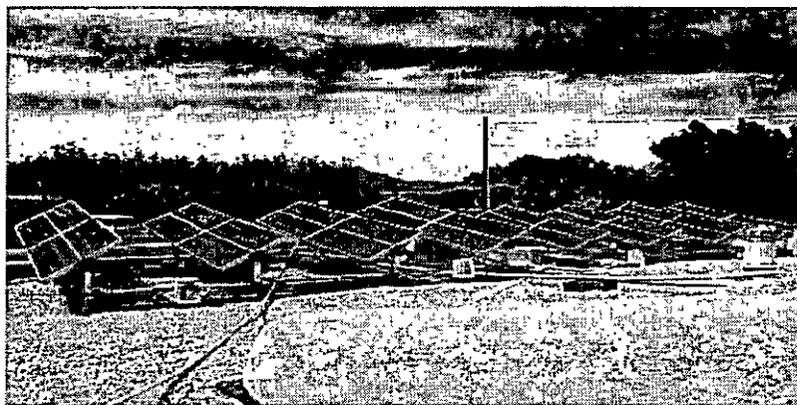
**Cuando el otro modulo esta
sombreado: la Corriente fluye
a través del Motor, dando el
giro en la otra dirección**

Estructuras activas



**Sistemas Fotovoltaicos
con seguidor solar Activo
Horizontal**

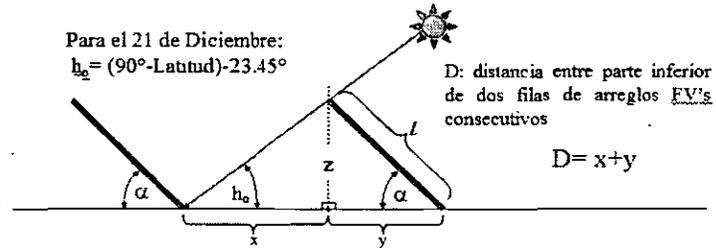
Estructuras



**Sistemas Fotovoltaicos
con seguidor solar Activo**

DISTANCIA ÓPTIMA ENTRE FILAS DE ARREGLOS

Esta se calcula al mediodía solar para el día cuya altura solar sea mínima; es decir para el 21 de Diciembre.



Si no se conoce la altura z , entonces $D = l \left(\frac{\text{sen } \alpha}{\text{tgh } h_o} + \text{cos } \alpha \right)$

Si se mide la altura z , entonces $x = z / \text{tgh } h_o$

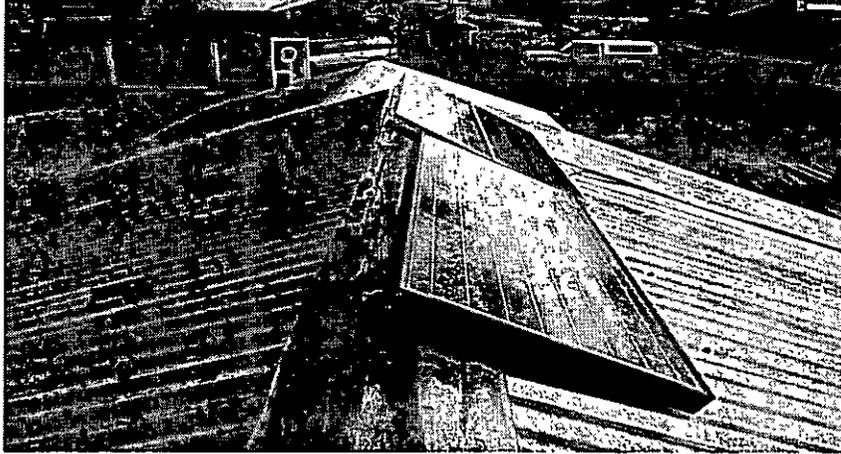
Estructuras



Estructuras

LA ENERGÍA SOLAR ES GRATIS, LA TRANSFORMACIÓN ES LO QUE CUESTA.

OBTENGA SEGURIDAD Y MÁXIMA GANANCIA CON ORIENTACIÓN Y ESTRUCTURAS APROPIADAS



Estructuras



Estructuras



Estructuras

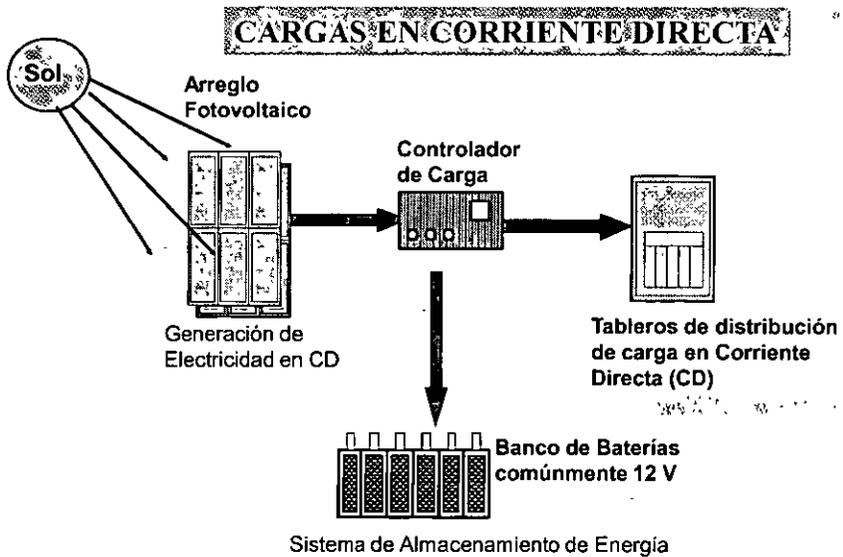
CONCLUSIONES

- ES EL MEDIO DE SUJECCIÓN DEL ARREGLO FV.
- DEBE SER ACORDE AL LUGAR DE INSTALACIÓN.
- DEBE SER ACORDE AL MONTO DE INVERSIÓN.
- DEBERÁ SER ATERRIZADO.
- DEBE ESTAR PROTEGIDO CONTRA CORROSIÓN.
- DEBE SOPORTAR VIENTOS DE HASTA 120 Km/h (~33m/s).
- PUEDEN SER FIJAS O CON SEGUIMIENTO.

Controladores de Carga



Uso de Controladores



Función

PROTEGER AL BANCO DE BATERÍAS DE SOBRECARGAS Y SOBREDESCARGAS

Su exclusión puede significar un decrecimiento en la capacidad y una disminución en el tiempo de vida de la batería.

Adminstran la energía tanto de la generación como la de los consumidores.

Se especifican por su voltaje y la corriente máxima de control.

Los controladores son la parte inteligente del sistema.

Un sistema bien balanceado "podría" llegar a evitar el uso de controladores de carga.

Son también el enlace entre el sistema y el usuario.

Estos equipos también consumen energía.

Protección de sobre carga

Para evitar la sobrecarga el controlador debe censar el momento en que las baterías están totalmente cargadas y parar o disminuir la cantidad de corriente que fluye del AFV a ellas.

La función de censado se hace con un comparador de voltaje que abre ó cierra un relevador.

La desconexión del arreglo FV ó disminución de la corriente se puede realizar mediante tres tipos de controladores, dependiendo en donde se coloque el relevador: Shunt-linear, serie simple, serie multipaso.

Protección sobre descarga

Para evitar un "abuso" en el consumo de energía, que traería como consecuencia que la batería se descargue, disminuyendo su vida, el controlador debe de desconectar las cargas del sistema.

Los controladores deben tener las siguientes funciones:

- Desconexión de cargas a un voltaje preestablecido, el que es proporcional al estado de carga.
- Encendido de LED's o buzzers para indicar un bajo voltaje.
- Encendiendo una fuente de generación de energía

FUNCIONES

Protección de sobre carga:

Parar

Disminuir

Protección de sobredescarga:

Desconexión de cargas

Encendido de Señales

Encendido de alarmas

Encendido de relevadores

Términos usados en controladores

VR: Voltaje de regulación de la batería (o banco)

HVD: Desconexión del AFV para alto voltaje

VRH: Voltaje de histéresis de regulación
Voltaje de desconexión y reconexión del AFV

LVD: Desconexión de cargas para bajo voltaje

VDH: Voltaje de Histéresis de desconexión de cargas
Reconexión y desconexión de cargas

VRR: Reconexión del voltaje de regulación

Valores típicos de control

	Voltaje del Sistema		
	12 V	24V	48V
Nivel de Igualación	15.0-15.5	30.0-31.0	60.0-62.0
Desconexión AFV	14.4-15.0	28.8-30.0	57.6-60.0
Voltaje de regulación	13.5-14.0	27.0-28.0	54.0-56.0
Reconexión del AFV	13.0-13.5	26.0-27.0	52.0-54.0
Reconexión de cargas	13.2-13.8	26.4-27.6	52.8-55.2
Desconexión de cargas	11.4-11.8	22.8-23.6	45.6-47.2

Características eléctricas para Controladores de Carga

- Voltajes típicos de Operación: 12, 24 y 48 Vcd.
- Voltajes especiales: hasta 220 Vcd
- Corrientes típicas: de 10 a 60 Amp.
- Corrientes especiales: hasta 200 Amp.
- Existen con medidores y sin ellos.

Usos Específicos para Controladores de Carga

- Para control en la carga de baterías (charge controller)
- Para control de "las cargas" (loads controller)
- Existen modelos para ambos tipos de control.
- Los de microprocesadores son los de "tecnología de punta".

Las funciones mínimas recomendadas:

- Control de carga de baterías
- Control de descarga de baterías
- Medidor de voltaje de baterías
- Fusible de protección del arreglo fotovoltaico.

Funciones especiales recomendadas:

- Protección contra polaridad inversa.
- Compensación de temperatura
- Alarmas por bajo voltaje
- Opción de puntos de ajuste en campo en función al tipo de baterías
- Capacidad de operación hasta 20% + de la corriente nominal (transitorios)

Puntos típicos de ajuste de los controladores de carga:

- Desconexión por bajo voltaje (LVD)
- Desconexión por alto voltaje (HVD)
- Reconexión en alto voltaje (HVR)
- Reconexión en bajo voltaje (LVR)
- Estos puntos de ajuste dependen del tipo de batería a ser empleada.

Controladores de Carga

Fabricante	Modelo	Corriente de carga	Voltaje Nominal (V)	Limites de Voltaje Ajustable	Costo (Dólares)
Trace	C30A	30	12 o 24	Si	85
SCI	ASC12-16	16	12	Operativo (\$6)	60*
SCI	Mark III/15	15	12	Operativo (\$42)	97*
SCI	SCI 1-12	30	12	Operativo (\$13)	136*
Robiet Electronics	M8	8	12	No	50
Robiet Electronics	NDR-30	30	12	No	90
Solartex	Solar State SSH2-12/8	8	12	No	56*
Heliotrope	CC20	20	12 o 24	Operativo (\$99)	188
Heliotrope	CC60	45	12 o 24	Operativo (\$13)	222
SCI	PPC-24P	50	24	Operativo (\$13)	291*
BOSS	PCU1 24-30	30	24	Si	375
Solartex	ACR-II	30	24	Operativo (\$42)	612
Sup Amp	FBRL 12-12LA	12	12	Si	123
Polar Products	SLC	12	12	Operativo (\$7)	200

Controlador de carga Fabricación nacional.

CARACTERÍSTICAS:

VOLTAJE DE OPERACIÓN: 12 VCD.

CORRIENTE DE MODULOS: 15 AMP

CORRIENTE A LAS CARGAS: 20 AMP.

CUENTA CON VOLTMETRO.

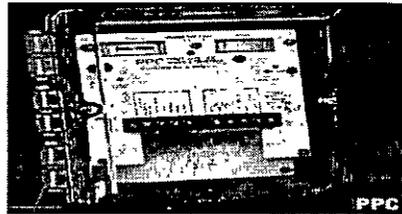
ES ECONÓMICO Y CONFIABLE.



- **Controlador CCX 12-15-20**
- Es económico; puede operar hasta 4 módulos solares de 75 Watts.
- No cuenta con compensación de temperatura.
- Para baterías plomo ácido tipo DELCO 2000 o equivalente.
- Tiempo de vida: 4 a 7 años.
- Tiene medidor de Voltaje integrado.
- Está diseñado para instalaciones domésticas.

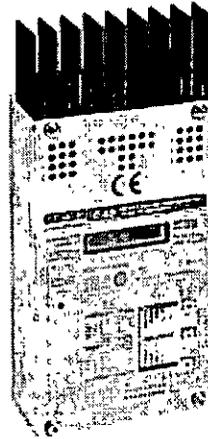
Controladores de Carga

- Control de carga de baterías o control de cargas.
- Cuenta con medidor de corriente y voltaje.
- Para aplicaciones comerciales.



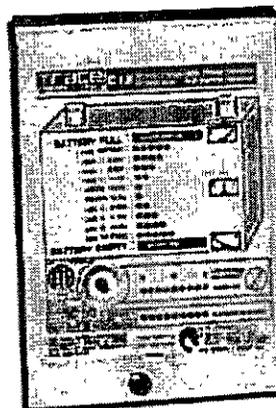
Controladores de Carga

- C40 de TRACE
- Es un controlador de carga o "cargas"
- Con compensación de temperatura
- Hasta 40 amp. Corriente de módulos, o cargas.
- Cuenta con medidor y ah acumulativo.
- Vop: 12, 24 y 48 Vcd
- Puntos de ajuste calibrables en campo.



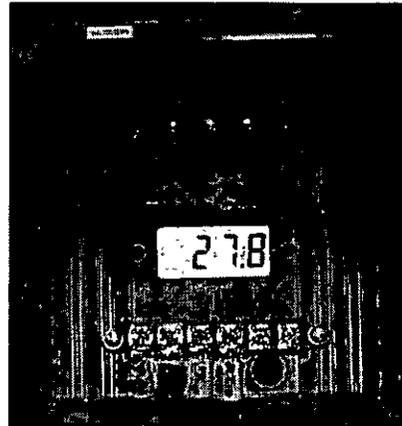
Controladores de Carga

- C12 de TRACE
- Es un controlador de carga o "cargas"
- Con compensación de temperatura
- Hasta 12 amp. Corriente de módulos, o cargas.
- Cuenta con medidor
- Vop: 12 ó 24 Vcd
- Puntos de ajuste calibrables en campo



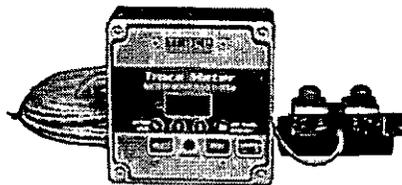
Controladores de Carga

- LYNCOM
- Vop: 12 y 24 Vcd
- Iop: 20 amp
- Con medidor de Voltaje
- Indicador de estado de la batería.
- Uso rudo.



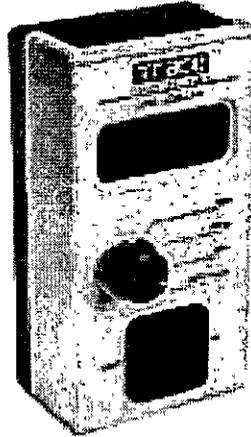
Medidores multifunciones

- Cuando los controladores de carga no cuentan con medidor se puede adquirir un medidor por separado.
- Generalmente cuentan con mas parámetros a medir.



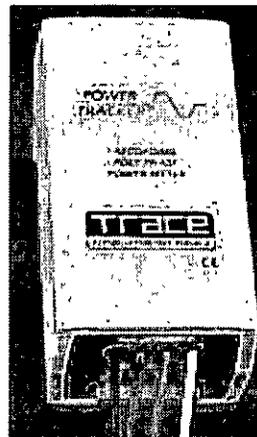
Sistemas supervisorios

- Line Longer TRACE
- Mide la potencia consumida instantánea y acumulada en kWh
- Útil cuando se requiere un control preciso de los consumos.



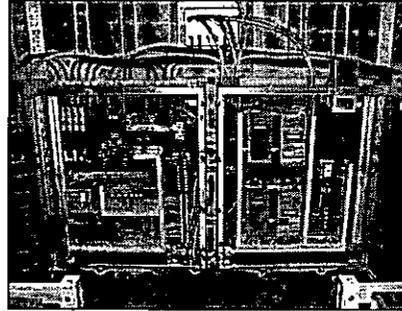
Sistemas supervisorios

- Power Trace
- Monitorea los consumos de energía
- Almacena la información
- Identifica fallas de los equipos.



Sistemas Alta Tecnología

- Control de carga
- Control de cargas
- Monitoreo remoto
- Convertidores CD-CD
- Compensación de temperatura
- Registro de variables.



Especificaciones para Controladores de Carga

Del tipo eléctrico

- Voltaje de operación
- Corriente del Arreglo FV
- Corriente para las cargas eléctricas

De operación

- Ajuste de los puntos de control
- Voltímetro integrado
- Opción de voltaje de igualación
- Compensación por temperatura
- Tipo de relevadores (estado sólido o electromagnéticos)
- Protección contra polaridad invertida; contra sobre-corriente; descargas atmosféricas

Instalación del Controlador de Carga

- Instalación
 - Algunos controladores requieren una secuencia específica de conexiones
- Calibres y longitudes del cable
 - Manténgase a un mínimo
 - Use el mayor cable posible
- Fusibles
 - Pequeños fusibles (In-line) pueden causar caídas de tensión significativas
 - Los fusibles de inserción (Clip-in) son típicamente de 10mv/A para un fusible de 20A
- Verificación del punto de fijación (Setpoint)
 - Varía con los controladores
- Medición de campo y detección de fallas
 - Requiere información del fabricante
- Seguridad
 - Cuando se trabaje con un controlador ya instalado, haga la última conexión/desconexión tan alejado de la batería como sea posible

Criterios de Selección del Controlador de Carga

- Confiabilidad a largo plazo
- Tipo de regulador; número de pasos de carga
 - Se determina por el costo y tipo de batería y capacidades de mantenimiento
- Máxima corriente del arreglo
- Ajustabilidad de los puntos de fijación e histéresis
 - Ajustes de fábrica
 - Ajustable en el campo
- Relevadores (relays) optativos para alarmas, arranque de sistemas de respaldo, etc.
- Consumo de parásito de potencia (durante la operación)
 - Use este en diseños balanceo del sistema como parte de la carga de trabajo durante periodos en que no se carga la batería

Inversores

Aarón Sánchez Juárez

Inversores

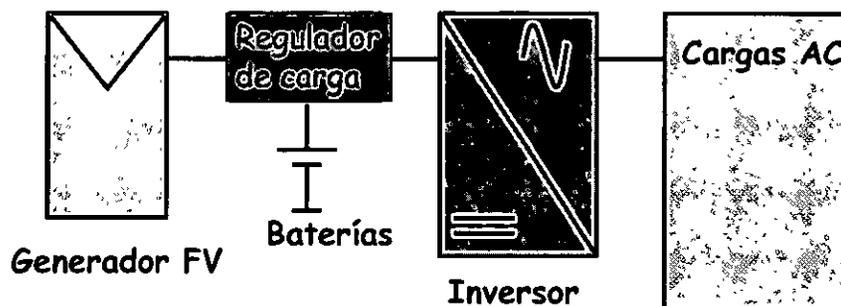
- **Introducción**
- **Definición**
- **Clasificación**
- **Aplicaciones**
- **Selección**
- **Instalación**
- **Operación y mantenimiento**
- **Costos**

Sistemas fotovoltaicos autónomos

Los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA) son un conjunto de elementos interconectados entre sí con el fin de proporcionar energía eléctrica a un conjunto de cargas, de forma despachable, entendiéndose como cargas los elementos de iluminación, equipos de telecomunicación, frigoríficos, bombas hidráulicas, etc.

Elementos de un sistema fotovoltaico autónomo (sfa).

* Inversores (convertidores DC-AC): Conectados a los SFA cuando se tienen cargas que requieran de corriente alterna.



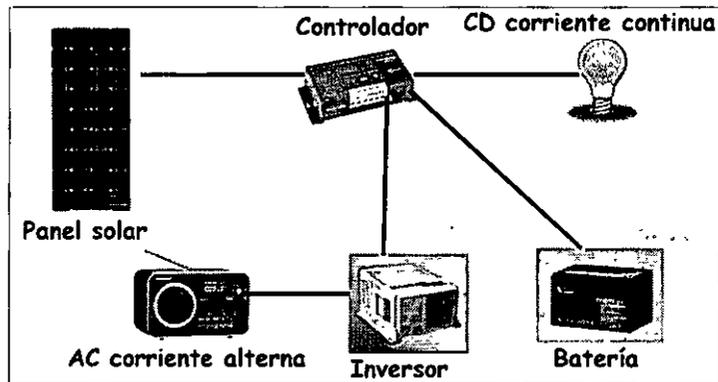
Principios comunes

- En todo el mundo se utiliza la energía en corriente alterna ya que es mas barato y más fácil distribuirla.
- Su limitante principal es que no es posible almacenarla.
- La mayoría de todos los aparatos electrodomésticos operan con corriente alterna.

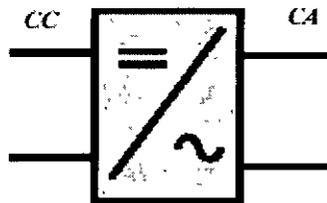
- Los sistemas de generación de energía eléctrica con Sistemas Fotovoltaicos producen electricidad en corriente directa o continua.
- La corriente continua es posible almacenarla, pero al transmitirla se pierde energía, por lo que se requiere de un cable de buen calibre.
- El uso de electrodomésticos en AC en los Sistemas Fotovoltaicos requieren de un acondicionador de energía que transforme la corriente directa en corriente alterna.

Inversores

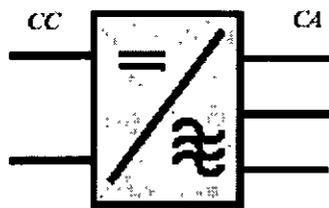
- Convierten la corriente continua en corriente alterna
- Deben regular la tensión de salida
- Deben proporcionar una onda lo más senoidal posible, sin armónicos



Símbolos para la representación de convertidores CC/CA (Inversores)



Inversor monofásico



Inversor Trifásico

Definición y clasificación de inversores

- **Definición:** Dispositivo electrónico que convierte la energía eléctrica CD a CA.
- **Clasificación:** Se clasifican básicamente por su potencia nominal de salida, sin embargo existen otros parámetros a considerar como son:
 - El tipo de onda: cuadrada, senoidal, senoidal modificada (cuasi - senoidal),
 - Voltaje para protecciones,
 - Opciones como la de inversor - cargador...

Características convertidoras

RETO: Convertir la corriente directa con voltaje nominal de 12 V (24, 36 ó 48 V) a una onda con frecuencia de 60 Hz (ó 50 Hz) y un voltaje de 120 V (ó 240 V).

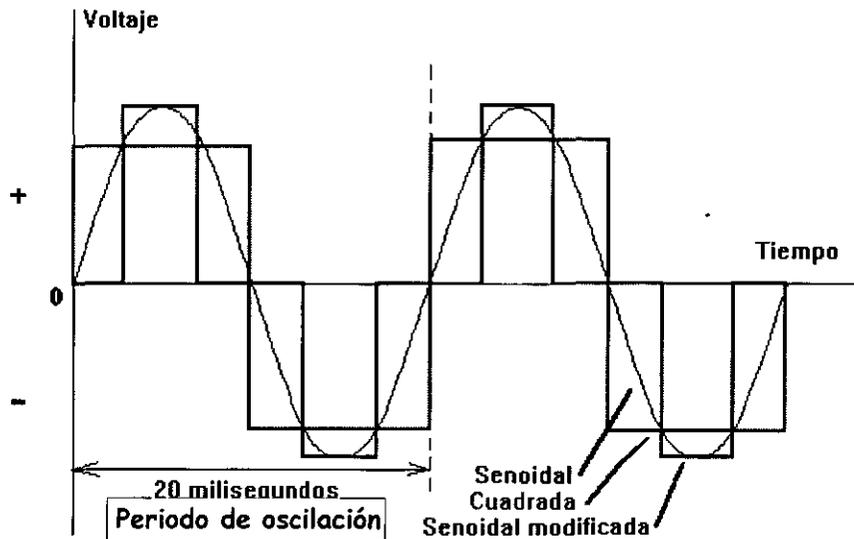
Los inversores se fabrican considerando dos etapas convertidoras:

una sintetizadora y otra filtradora.

La etapa sintetizadora produce una onda de impulsos a partir de una tensión DC.

La etapa filtradora se ocupa de eliminar los armónicos indeseados de la onda de impulsos para tener a la salida de esta etapa una señal totalmente senoidal.

Diferentes formas de onda en corriente alterna



Inversores de onda cuadrada:

FUNCIONAMIENTO:

- La corriente continua se hace pasar a través de un transformador, primero en una dirección y luego en la otra, mediante un sistema de conmutación.
- El dispositivo de conmutación que cambia la dirección de la corriente debe actuar con rapidez.
- A medida que la corriente pasa a través de la cara primaria del transformador, la polaridad cambia 120 veces cada segundo.
Como consecuencia,
- la corriente que sale del secundario del transformador va alternándose, con una frecuencia de 60 ciclos completos por segundo.

La dirección del flujo de corriente a través de la cara primaria del transformador se cambia muy bruscamente, de manera que la forma de onda del secundario es "cuadrada", representada en la figura mediante color morado.

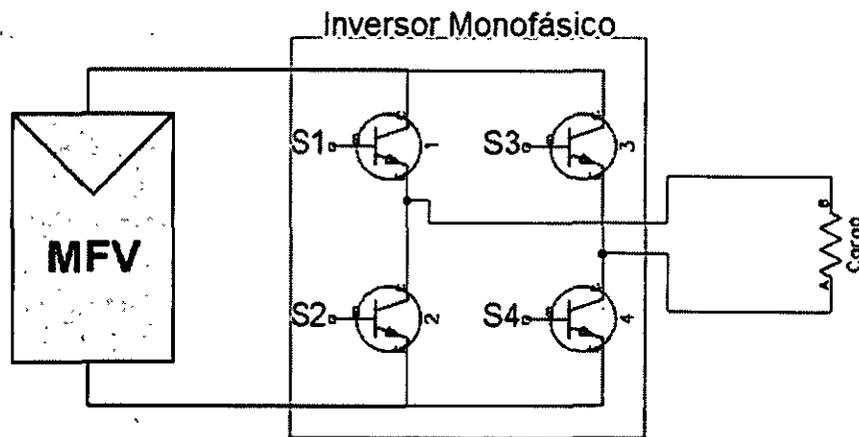
Características:

Económicos.

Baja eficiencia

Producen demasiados armónicos que generan interferencias (ruidos).

Circuito inversor onda cuadrada



Inversores de onda senoidal modificada

Son más sofisticados y caros.

Utilizan técnicas de modulación de ancho de impulso.

El ancho de la onda es modificada para acercarla lo más posible a una onda senoidal.

La salida no es todavía una auténtica onda senoidal, pero está bastante próxima.

El contenido de armónicos es menor que en la onda cuadrada.

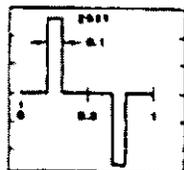
En el gráfico se representa en color azul.

Son los que mejor relación calidad/precio ofrecen para la conexión de iluminación, televisión o variadores de frecuencia.

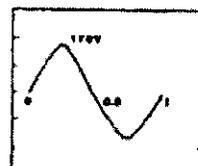
Inversores de onda senoidal:

- Con una electrónica más elaborada se puede conseguir una onda senoidal pura.
- Las eficiencias típicas son de más del 90%.
- La incorporación de microprocesadores permiten funciones de: telecontrol, medición de energía consumida, selección de batería.
- El costo es mayor que el de los inversores de onda cuadrada o cuasi-senoidal.
- Sólo algunos motores de inducción y aparatos de control ó equipo médico requieren una forma de onda senoidal pura.
- Para otro tipo de carga es preferible utilizar inversores menos caros pero eficientes.

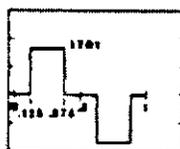
Comparación de Perfiles de Onda 120V (Raíz Media Cuadrada)



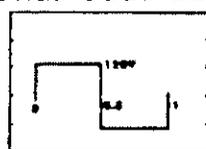
=



Onda Cuadrada



=



Onda Sinusoidal Modificada Onda Cuadrada

Aplicaciones

- Para el caso concreto de los sistemas fotovoltaicos, los inversores tienen su principal aplicación en instalaciones donde la demanda de energía es en corriente alterna.
- Cuando la potencia producida es grande que no conviene distribuirla en corriente directa.

Selección



- La suma de las potencias de los equipos a operar simultáneamente deberá ser cuando mucho el 80% de la potencia nominal del inversor.
- Si el inversor opera continuamente las 24 horas se deberá seleccionar uno que al menos tenga 90% de eficiencia.
- Si por el contrario el uso será esporádico, se podrá optar por uno de baja eficiencia que será mucho más económico.

Selección -(CONT.)

- El voltaje del inversor se especifica tanto por el voltaje de entrada en CD (12, 24, 48, etc.) como el voltaje de salida en AC (127 ó 220)
 - "calidad de energía" requerida por la carga que define el tipo de onda producida por el inversor: cuadrada, senoidal o cuasi-senoidal.
- Por ejemplo:
- Un taladro podrá operar perfectamente con cualquier tipo de onda.
 - Un televisor a color, PC, etc. requiere por lo menos que la onda sea cuasi-senoidal.
 - Un timer operara mejor si el tipo de onda es senoidal.

Selección -(CONT.)

- El siguiente punto a considerar en la selección son las protecciones como:
 - Protección por alto y bajo voltaje.
 - Protección contra inversión de polaridad.
 - Protección contra descargas atmosféricas.
 - Microprocesador, etc.,

- Se deberá de considerar que entre más cualidades tenga el aparato, más costoso será.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EXIGIDAS

- Potencia Pico: Capacidad de resistir potencias pico producidas por cargas inductivas que se generan, al inicio de operación de las cargas durante breves instantes, sin que se colapse el inversor (arranque de motores, arranque de lámparas fluorescentes, etc.).
- En un inversor senoidal se exige Alta Eficiencia:
 - $\eta \geq 70\%$ trabajando a una potencia igual al 20% de la nominal.
 - $\eta \geq 85\%$ cuando trabaje a una potencia superior al 40% de la nominal.

- Estabilidad del voltaje.
- Baja distorsión armónica.
- Posibilidad de poder ser combinado en paralelo. Esto permite un posible futuro crecimiento de la instalación y de la potencia de consumo.
- Arranque automático.
- Buen comportamiento frente a la variación de temperatura.

Instalación

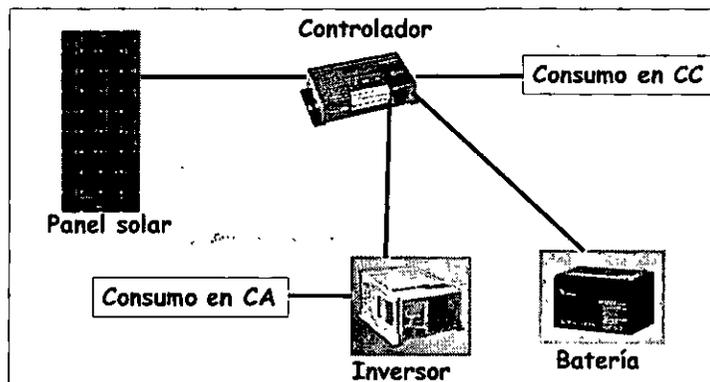
- Tome en cuenta éstas recomendaciones antes de instalar:

Estos equipos deberán estar en un lugar seco, protegido del agua, polvo, y del medio ambiente exterior.

Evite instalar su equipo en un lugar donde existan gases, humos, y cerca del banco de baterías.

¿En que sitio del diagrama eléctrico en el sistema FV se conecta el Inversor?

Dado que se espera una demanda grande de corriente, el inversor debe conectarse entre el controlador y las baterías.



¿Cómo se dimensiona un inversor?

Los inversores deben dimensionarse de dos formas. La primera es considerando los Watts de potencia eléctrica que el inversor puede suministrar durante su funcionamiento normal de forma continua.

Los inversores son menos eficientes cuando se utilizan a un porcentaje bajo de su capacidad. Por esta razón no es conveniente sobredimensionarlos, deben ser elegidos con una potencia lo más cercana posible a la de la carga de consumo.

¿Cómo se dimensiona un inversor?

La segunda forma de dimensionar el inversor es mediante la potencia de arranque. Algunos inversores pueden suministrar más de su capacidad nominal durante períodos cortos de tiempo. Esta capacidad es importante cuando se utilizan motores u otras cargas que requieren de 2 a 7 veces más potencia para arrancar que para permanecer en marcha una vez que han arrancado (motores de inducción, lámparas de gran potencia).

Inversores de corriente

La misión de los inversores de corriente, es convertir la corriente continua de 12, 24 48 etc., Volt almacenada por la batería, en corriente alterna de 127-220 Volt.

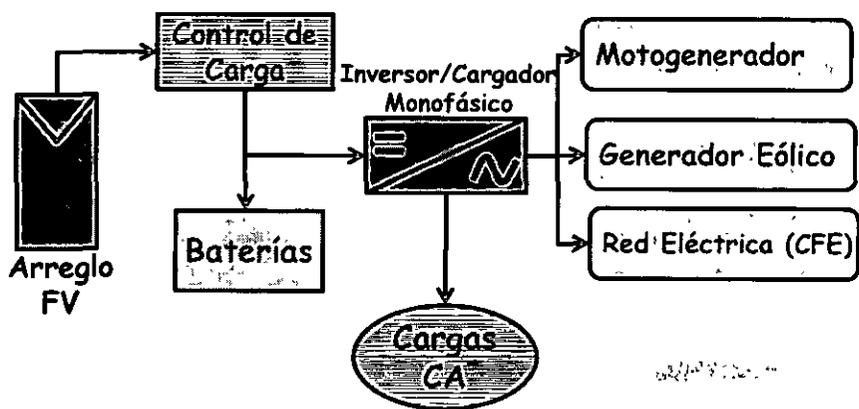
Existen también inversores y equipos preparados para ser conectados a una red pública de suministro de energía eléctrica, que nos permiten inyectar en dicha red la energía fotovoltaica que nos sobre y poder de esta forma cobrar los kWh sobrantes que nosotros hemos generado a razón de 60 pts el kWh (Real Decreto 2818/1998. BOE del 30-12-98)

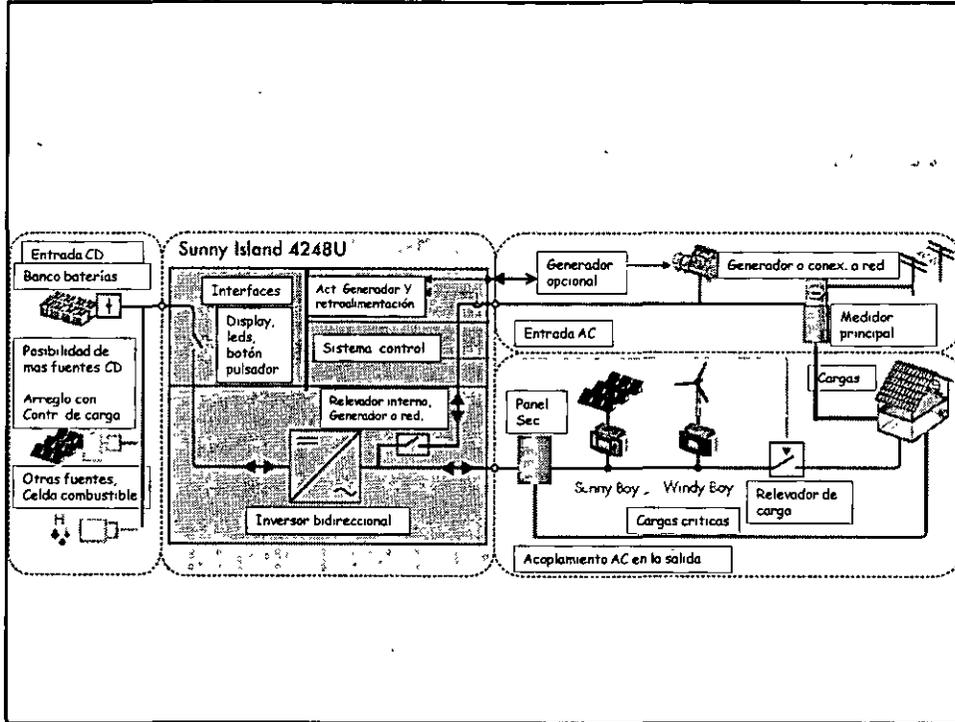
¿Qué es un Inversor/Cargador?

Un inversor/cargador es un dispositivo que además de convierte la corriente continua (CC) a corriente alterna (CA), a su vez tiene la función inversa, transformar la CA en CD y tener la capacidad de recargar el banco de baterías.

Cuando la energía Fotovoltaica no se encuentra disponible, el inversor es capaz de proveer energía a las cargas, mediante el banco de baterías, y por medio de un generador de electricidad, llevar a cabo el proceso de carga de baterías.

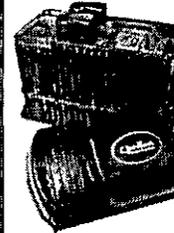
Diagrama



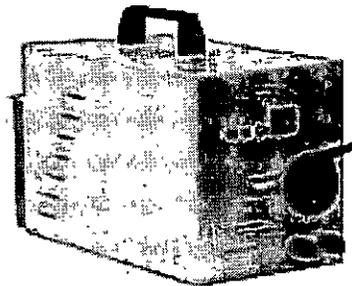


Características de un inversor/cargador

Datos Técnicos	OutBack Serie FX		
	FX2012T	FX2524T	FX3048T
Datos de Entrada			
Vnominal DC	12 VDC	24 VDC	48 VDC
Rango de Voltaje CD	10.5-17.5	21.0-34.0	42.0-68.0
Datos de Salida			
Potencia nominal de Salida AC	2000 VA	2500 VA	3000 VA
imax. De salida AC			
Pico	56 A	70 A	70 A
RMS	40 A	50 A	50 A
Rango de Voltaje nominal AC	80-150 V		
Rango de Frecuencia AC	54-66 Hz		
Capacidad de Sobrecarga AC			
Instantes	4800 VA	6000 VA	6000 VA
5 segundos	4000 VA	4800 VA	4800 VA
30 minutos	2500 VA	3200 VA	3200 VA
Distorsión Armonica Total (THD)	Típica 2%, Maximo 5%		
Salida para la carga de baterías	80 A DC	55 A DC	35 A DC
Interruptor DC mínimo Recomendado	OBDC-250	OBDC-175	OBDC-100
Eficiencia	90%	92%	93%



Inversores comerciales



Serie NTH-CS

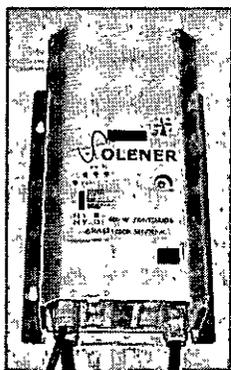


SM-250

S1500

Inversores senoidales S-500 a S-3500

Descripción:



S-500/S-600

Se trata de un inversor senoidal diseñado específicamente para energía solar, controlado por microprocesador. Utiliza modulación PWM con puente completo. Cumple las especificaciones vigentes sobre contenido de armónicos y compatibilidad EMI y RFI. Está protegido contra cortocircuito, sobrecarga, calentamiento excesivo, sobretensión, transitorios e inversión de polaridad. La inversión de polaridad no produce destrucción de fusibles como en equipos de otros fabricantes.

<http://www.solener.com/s1200.html>

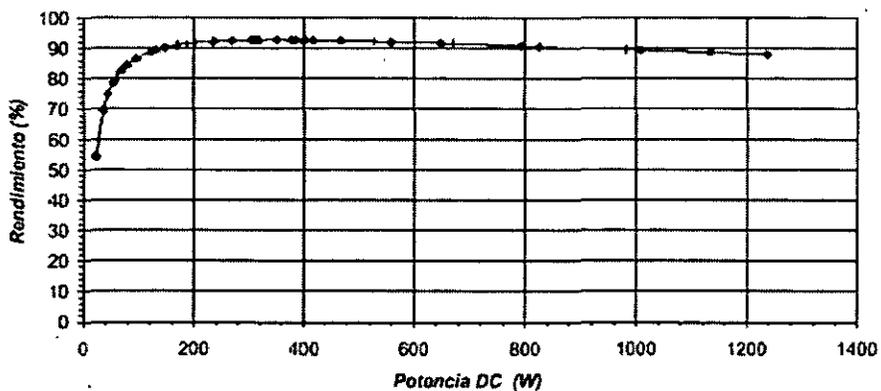
Especificaciones (modelo S-1500, 24V):

- Rango de funcionamiento: 20 a 32 Voltios
- Consignas de tensión: según acumulador (configurable por el usuario)
- Frecuencia de salida: 50Hz +/- 0,05% (cuarzo) (opcionalmente 60Hz)
- Tensión de salida: 230Vca +/- 1% (opcionalmente 120Vca)
- Potencia nominal: 1500VA @ 25°C, nivel del mar.
- Potencia pico: > 2800VA, 3φ
- THD: 0.78% en tensión a la potencia nominal con carga resistiva
- Rendimiento: 86% a 100W, 93% a 400W, 90% a 900W (ver gráfico).
- Consumo medio en búsqueda: 70mA @ 24,00V (1.7W)
- Ventilación: por convección o forzada, según temperatura interna.
- Indicadores: 7 LEDs, alarma acústica y pantalla LCD 2X16 en 5 idiomas (español, francés, inglés, alemán y portugués).
- Ruido acústico: < 72 dBA @ 1 metro

<http://www.solener.com/s1200.html>

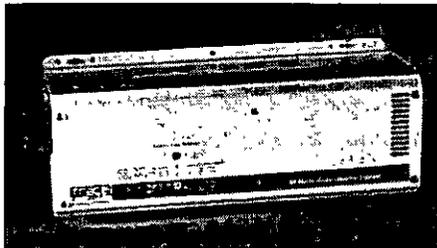
Rendimiento (con carga resistiva) medido por el Laboratorio de Energías Renovables del Ciemat

Rendimiento Inversor S-1200/24V



<http://www.solener.com/s1200.html>

La Serie DR de Xantrex



Simple, Potente,
Confiable y Eficiente

Los Inversores Xantrex Serie DR establecen un Nuevo estándar para inversores.

Convierte potencia desde 12 o 24 volt Corriente Directa, a Corriente Alterna limpia, los DR1512/1524, DR2412/2424 y DR3624 pueden operar muchos de los aparatos y herramientas mas comunes, incluyendo micro-ondas, refrigeradores, herramientas de mano, televisores y computadores.

La Serie DR de Xantrex inductor/cargador

Especificaciones	DR1512	DR2412	DR1524	DR2424	DR3624
Potencia Continua @ 25 grados C	1500 watts	2400 watts	1500 watts	2400 watts	3600 watts
Corriente Pico Maxima AC	28 amps	52 amps	40 amps	72 amps	100 amps
Eficiencia Pico	94%	94%	94%	95%	95%
Voltage Entrada DC	12 volts	12 volts	24 volts	24 volts	24 volts
Rango de Voltage Entrada	10.8 to 15.5 volts	10.8 to 15.5 volts	21.6 to 31.0 volts	21.6 to 31.0 volts	21.6 to 31.0 volts
Potencia en Amperios	165 amps	280 amps	80 amps	140 amps	210 amps
Forma de Onda	Seno modificado	Seno modificado	Seno modificado	Seno modificado	modified sine wave
Senso Automatico de Carga	5 a 100 watts	5 to 100 watts			
Voltage Salida	120 vac / 60Hz	120 vac / 60Hz			
Operacion Serie 120/240 vac	Si, usando 2 unidades	Yes, using 2 units			
Relé de Transferencia Automatica	30 amps	30 amps	30 amps	30 amps	30 amps
Rango de Carga Ajustable	0 a 70 amps	0 a 120 amps	0 a 35 amps	0 a 70 amps	0 to 70 amps
Peso	35 lbs (16 kg)	45 lbs (21 kg)	35 lbs (16 kg)	40 lbs (19 kg)	45 lbs (21kg)
Dimensiones -pulgadas	8.5" x 7.25" x 21"	8.5" x 7.25" x 21"			

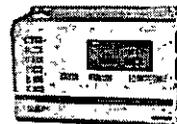
*Todas las especificaciones de potencia están basadas en ambientes de 25°C y cargas resistivas.

La Serie DR de Xantrex (Precio)

Modelo	Descripcion	Lista de Precios
DR1512	1.5 kva 12vdc entrada 120vac 60Hz salida con cargador de 70 amp y rele de transferencia de 30 amp AC.	\$1096.50
DR1524	1.5 kva 24vdc entrada 120vac 60Hz salida con cargador de 35 amp y rele de transferencia de 30 amp AC.	\$1096.50
DR2412	2.4 kva 12vdc entrada 120vac 60Hz salida con cargador de 120 amp y rele de transferencia de 30 amp AC.	\$1486.51
DR2424	2.4 kva 24vdc entrada 120vac 60Hz salida con cargador de 70 amp y rele de transferencia de 30 amp AC.	\$1486.51
DR3624	3.6 kva 24vdc entrada 120vac 60Hz salida con cargador de 70 amp y rele de transferencia de 30 amp AC.	\$1699.63

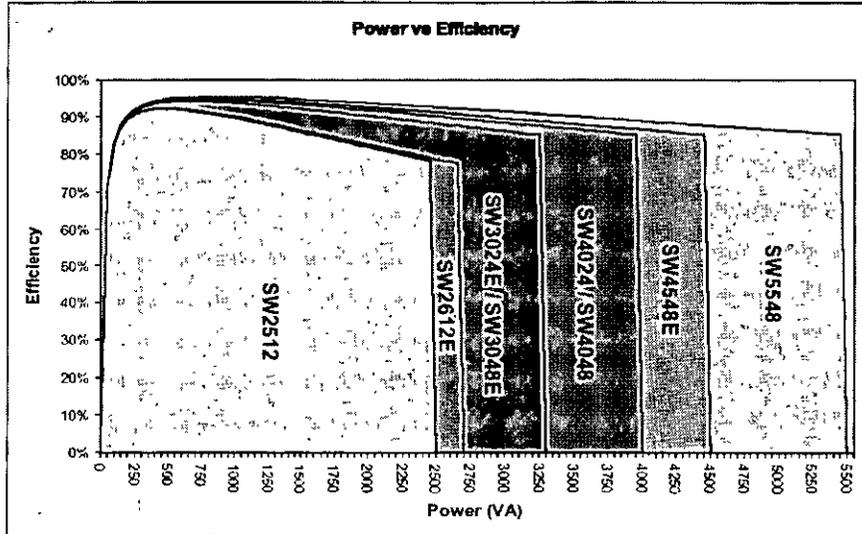
La Serie SW de Xantrex (Senoidal)

Especificaciones de la Serie SW de TRACE



	SW4024	SW4040	SW5540
AC Input Voltage	120 VAC	120 VAC	120 VAC
All modes except self mode	80-149 VAC	80-149 VAC	80-149 VAC
Self Mode	106-132 VAC	106-132 VAC	106-132 VAC
AC Input Current	60 amps AC pass thru / 30 amps AC charging	60 amps AC pass thru / 30 amps AC charging	60 amps AC pass thru / 35 amps AC charging
Continuous Power (@ 25° C)	4000 VA	4000 VA	5500 VA
Efficiency (peak)	94%	95%	95%
Output Voltage (RMS)	120 VAC	120 VAC	120 VAC
Output Voltage Regulation	± 5%	± 5%	± 5%
Frequency (Nominal ± 0.04% Crystal Controlled)	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Continuous Output (@ 25° C)	33 amps AC	33 amps AC	46 amps AC
5 Sec Rating (resistive)	8000 watts	8000 watts	9500 watts
1 mSec	110 amps AC	110 amps AC	110 amps AC
100 mSec	78 amps AC	78 amps AC	78 amps AC
Automatic Transfer Relay	60 amps	60 amps	60 amps
DC Input Voltage (Nominal)	24 VDC	48 VDC	48 VDC

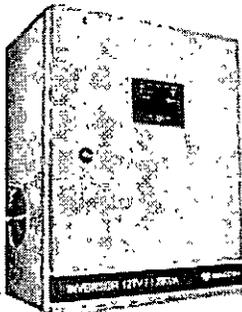
Curvas de eficiencia de La Serie SW de Xantrex



Serie Centurión

INVERSORES CC/CA

Esta unidad utiliza elementos de potencia de alta confiabilidad (mosfets).



Aplicaciones:

Energía solar
Centrales de telefonía fija
y móvil
Sistemas no-break
Subestaciones de
distribución de energía
Alimentación de máquinas y
computadores

Características técnicas

Forma de onda: Senoidal
Tensión de Entrada: 24 a 48Vcc
Potencia de Salida: 500 a 3000VA $\cos \varnothing 0,92$
Tensión de Salida: 127 Vca a 220 Vca
Frecuencia de Salida: 60 Hz $\pm 0,1\%$
Regulación estática da salida: $\pm 1\%$ (carga lineal)
Distorsión de salida: $< 3\%$
Rendimiento: $> 85\%$
Sobrecorriente: 150% en 15 segundos

Inversores STUDER

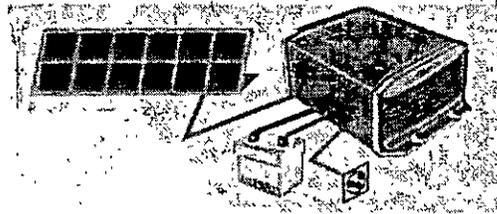
Albasolar presenta en el mercado fotovoltaico un nuevo modelo de inversores de onda sinusoidal de la casa suiza STUDER: el Joker.

Se trata de un inversor de pequeña potencia (200, 400 y 800 W) pero lo suficientemente potente como para operar sin dificultades en instalaciones con televisión, ordenador o frigorífico, ya que ha sido desarrollado usando una avanzada tecnología como el control digital con un microcontrolador. El transformador toroidal y la etapa de potencia MOS le dota de la mejor eficiencia.

Además presenta la opción de incluir regulador de carga para baterías.

Esto hace el sistema solar mucho más simplificando y compacto.

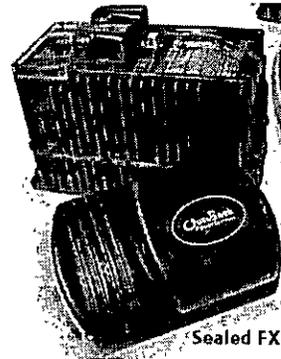




Tensión salida	Senoidal 230 V ± 5 %
Frecuencia	50 Hz ± 0.05%
Ventilación forzada	desde 45° C
Protección sobrecalentamiento	SI
Protección sobrecarga	SI
Protección cortocircuito	SI
Índice de protección	IP 30
Alarma acústica antes de parada	SI
Salida Aislada	SI

Tecnología Comercial Inversor/Cargador OutBack

	FX2012T	FX2524T	FX3048T
Nominal DC Input Voltage	12VDC	24VDC	48VDC
Continuous Power Rating at 25°C (77°F)	2000 VA	2500 VA	3000 VA
AC Voltage/Frequency	120 VAC 60 Hz	120 VAC 60 Hz	120 VAC 60 Hz
Continuous AC RMS Output at 25°C (77°F)	17.0 amps AC	20.8 amps AC	25.0 amps AC
Idle Power	Full ~ 20 Watts	~ 20 Watts	~ 23 Watts
	Standby ~ 6 Watts	~ 6 Watts	~ 6 Watts
Typical Efficiency	90%	92%	93%
Total Harmonic Distortion	Typical ~ 2%	~ 2%	~ 2%
	Maximum ~ 5%	~ 5%	~ 5%
Output Voltage Regulation	± 2%	± 2%	± 2%
Maximum Output Current	Peak 56 amps AC	70 amps AC	70 amps AC
	RMS 40 amps AC	50 amps AC	50 amps AC
AC Input Current Maximum	60 amps AC	60 amps AC	60 amps AC
AC Input Voltage Range (MAIE Adjustable)	80 to 150 VAC	80 to 150 VAC	80 to 150 VAC
AC Input Frequency Range	54 to 66 Hz	54 to 66 Hz	54 to 66 Hz
DC Input Voltage Range	10.5 to 17.5 VDC	21.0 to 34.0 VDC	42.0 to 68.0 VDC
Continuous Battery Charge Output	80 amps DC	55 amps DC	35 amps DC

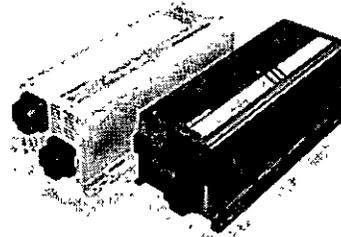


	VFX2812	VFX3524	VFX3648
Normal DC Input Voltage	12VDC	24VDC	48VDC
Continuous Power Rating at 25°C (77°F)	2800 VA	3500 VA	3600 VA
AC Voltage/Frequency	120VAC 60 Hz	120VAC 60 Hz	120VAC 60 Hz
Continuous AC RMS Output at 25°C (77°F)	23.3 amps AC	29.2 amps AC	30.0 amps AC
Idle Power	Full	20 Watts	23 Watts
	Standby	6 Watts	6 Watts
Typical Efficiency	90%	92%	93%
Total Harmonic Distortion	Typical	2%	2%
	Maximum	5%	5%
Output Voltage Regulation	± 2%	± 2%	± 2%
	Line	± 2%	± 2%
Maximum Output Current	Peak	56 amps AC	70 amps AC
	RMS	40 amps AC	50 amps AC
AC Input Current Maximum	60 amps AC	60 amps AC	60 amps AC
AC Input Voltage Range (MATE Adjustable)	80 to 150VAC	80 to 150VAC	80 to 150VAC
AC Input Frequency Range	54 to 66 Hz	54 to 66 Hz	54 to 66 Hz
DC Input Voltage Range	10.5 to 17.0 VDC	21.0 to 34.0 VDC	42.0 to 68.0 VDC
Continuous Battery Charge Output	125 amps DC	85 amps DC	45 amps DC



Vented VFX

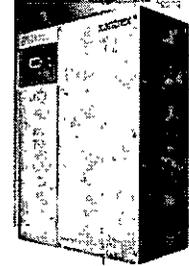
Inversor-cargador Conermex



Características eléctricas

	SM 1524	SM 2424	SM 3624
Potencia de Salida (corriente continua)	1500W	2400W	3600W
Eficiencia	90%	90%	90%
Voltaje Nominal de Salida	24 Vdc	24 Vdc	24 vdc
Voltaje de Entrada	20.0-30Vdc	20.0-30Vdc	20.0-30Vdc
Protección Automática de Batería Baja	120 Vdc	20 vdc	20 Vdc
Regulación de Voltaje de Salida	+/-10%	+/-10%	+/-10%
Frecuencia de Salida	+/-1 HZ	+/-1 HZ	+/-1 HZ
Corriente de Entrada	82.5 A	132 A	198 A
Corriente de Entrada de Corto Circuito	225 A	360 A	540 A

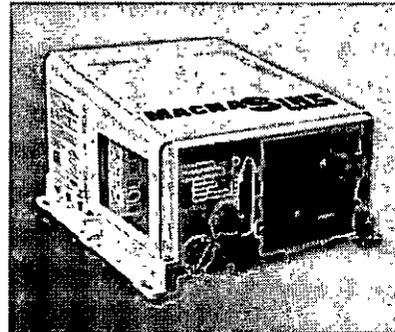
Xantrex™ XW Hybrid Inverter/Charger



Single phase grid-tie and off-grid inverter/charger

Model	XW6048-120/240-60	XW4548-120/240-60	XW4024-120/240-60
Continuous output power	6,000 W	4500 W	4000 W
Surge rating (10 seconds)	12,000 W	9000 W	8000 W
Waveform	True sine wave	True sine wave	True sine wave
Low-load efficiency	95%	95%	94%
AC voltage	120/240 Vac split-phase	120/240 Vac split-phase	120/240 Vac split-phase
AC input voltage range (bypass/charge mode)	L-N: 80 - 150 Vac (120 V nominal); L-L: 160 - 270 Vac (240 V nominal)		
AC input frequency range (bypass/charge mode)	55 to 65 Hz (default); 44 to 70 Hz (allowable)		
AC output voltage	L-N: 120 Vac +/- 3%; L-L: 240 Vac +/- 3%		
AC output frequency	60.0 +/- 0.1 Hz		
DC current at rated power	130 A	96 A	178 A
DC input voltage (nominal)	50.4 Vdc	50.4 Vdc	25.2 Vdc
DC input voltage range	44 to 64 Vdc	44 to 64 Vdc	22 to 32 Vdc
Maximum continuous charge rate	100 A	85 A	150 A
Efficiency at maximum charge rate	89.40%	90.20%	85.80%

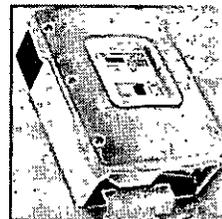
MAGNUM ENERGY Inversor - Cargador



Specifications

	MS4024AE	MS4448AE
Inverter Specifications		
Input battery voltage range	18.0 - 33.6 VDC	36.0 - 67.6 VDC
Nominal AC output voltage	120/240 VAC split phase	120/240 VAC split phase
Output frequency and accuracy	60 Hz ± 0.04%	60 Hz ± 0.04%
Total Harmonic Distortion (THD)	< 5%	< 5%
Continuous power output at 25° C	4000 VA	4400 VA
Rated input battery current	105 ADC	105 ADC
Inverter efficiency (peak)	93%	94%

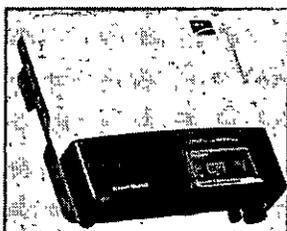
SUNNY ISLAND 5048U Inversor - Cargador



SI 5048U

Output data	
Nominal AC voltage (adjustable)	120 V (105 V - 132 V)
Grid frequency adjustable	55 Hz - 65 Hz
Continuous AC output at 25 °C / 45 °C	5000 W / 4000 W
Continuous AC output at 25 °C for 30 / 5 / 1 min	6500 W / 7200 W / 8400 W
Nominal AC current	41.7 A
Max. current	150 A (for 100 ms)
Output voltage harmonic distortion factor	< 3 %
Power factor	-1 to +1
Input data	
Input voltage (range)	120 V (80 V - 150 V)
Input frequency	54 Hz - 66 Hz
Max. AC input current (adjustable)	56 A (2 A - 56 A)
Max. input power	6.7 kW
Battery data	
Battery voltage (range)	48 V (41 V - 63 V)
Max. battery charging current	120 A
Continuous charging current	100 A
Battery capacity	100 - 10 000 Ah
Charge control	100% with automatic full and equalization charge
Efficiency/power consumption	
Max. efficiency (typical)	95 %

SUNNY ISLAND 2012/2224 Inversor - Cargador



SI 2012*

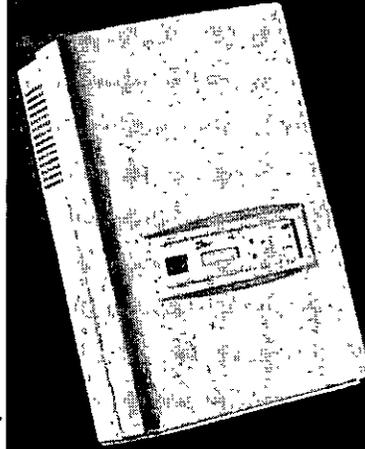
SI 2224

	SI 2012*	SI 2224
Valores de salida		
Tensión nominal CA (ajustable)	230 V (202 V - 253 V)	230 V (202 V - 253 V)
Frecuencia de red (configurable)	50 Hz / 60 Hz (45 Hz - 65 Hz)	50 Hz / 60 Hz (45 Hz - 65 Hz)
Potencia constante de CA a 25 °C / 45 °C	2000 W / 1400 W	2200 W / 1600 W
Potencia constante de CA a 25 °C durante 30 / 5 / 1 min	2700 W / 3600 W / 3600 W	2900 W / 3800 W / 3800 W
Corriente nominal CA	8,7 A	9,6 A
Corriente máx. (valor punta)	25 A eff (3 s)	25 A eff (3 s)
Coefficiente de distorsión no lineal de la tensión de salida	< 4 %	< 4 %
Factor de potencia	-1 a +1	-1 a +1
Valores de entrada		
Tensión de entrada (margen)	230 V (172,5 V - 250 V)	230 V (172,5 V - 250 V)
Frecuencia de entrada	50 Hz (40 Hz - 70 Hz)	50 Hz (40 Hz - 70 Hz)
Corriente de entrada máx. (ajustable)	25 A	25 A
Potencia máx. de entrada	5,75 kW	5,75 kW

Sunny Island 4248U

Características eléctricas

Nom. Battery Voltage	$V_{DC,nom}$	48 V
Battery Voltage Range	V_{DC}	41 - 63 V
Nom. AC Voltage	$V_{AC,nom}$	120 V
AC Voltage Range	V_{AC}	105 - 132 V
Nom. AC Frequency	$f_{AC,nom}$	60 Hz
AC Input Charge Current	$I_{AC,chg}$	40A @ 25°C 28A @ 45°C
Max. AC pass through current (transfer relay)		60 A
Consumption (no load operation)		<22 W
Consumption (standby)		<4 W
Total harmonic distortion		<3 %



power output of 4200 watts

Inversor/Cargador ASP TC NL 13/12

- Potencia nominal: 1000 VA.
- Tensión nominal entrada: 12 V. 10.5-16V.
- Tensión nominal de salida: 230 VAC
- Peso: 17 Kg.
- Garantía: 2 años.



INVERSOR/CARGADOR TRACE SW2612 7800 Wp 12/220 V 2600 W

- Potencia nominal: 2600 VA.
- Eficiencia máxima: 92 %.
- Tensión nominal entrada: 12 V. 11.8 - 16.5V.
- Tensión nominal de salida: 220 V.
- Rango de temperatura: -40/+60 °C.
- Corriente máxima del cargador: 150 A.

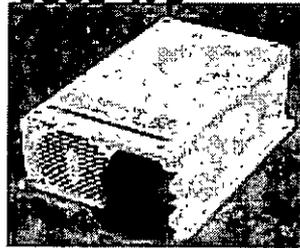


Marca	Modelo	Potencia W	Voltaje de entrada	Voltaje de salida	Tipo de onda	Conexion a la red si o no	Costo Dóls	Dóls/W	País
Xantrex	XW6048-120/240-60	6 000	50.4 Vdc	120/240 Vac split-phase	Senoidal verdadera	Ambas opciones	\$3 803.00	0.633	USA
Xantrex	XW4548-120/240-60	4500	50.4 Vdc	120/240 Vac split-phase	Senoidal verdadera	Ambas opciones	\$2 996.35	\$0.67	USA
Xantrex	XW4024-120/240-60	4000	25.2 Vdc	120/240 Vac split-phase	Senoidal verdadera	Ambas opciones	\$2 913.13	\$0.73	USA
Outback	VFX3524	3500	24 Vdc	120 VAC 60 Hz	Senoidal	No	\$2 034.00	\$0.58	USA
Outback	VFX3648	3600	48 Vdc	120 VAC 60 Hz	Senoidal	No	\$ 2 034.00	0.565	USA
Outback	VFX2812	2800	12 Vdc	120 VAC 60 Hz	Senoidal	No	\$ 2 034.00	0.726	USA
Outback	FX2012T	2000	12	12 VAC 60 Hz	Senoidal	No	\$1 875.00	\$0.94	USA
Outback	FX2324T	2300	24	120 VAC 60 Hz	Senoidal	No	\$1 875.00	\$0.75	USA
Outback	FX3048T	3000	48	120 VAC 60 Hz	Senoidal	No	\$1 875.00	\$0.63	USA
Sunny Island	4248U	4200	48 Vdc	120 VAC 60 Hz	Senoidal perfecta	No	\$ 4 472.00	1.06	USA
Sunny Island	5048U	5000	120 V (80V-130V)	120 V, 50Hz-60Hz	Senoidal perfecta	No	\$3 664.00	\$1.13	USA
Sunny Island	SI2012*	2000	230 V (172.5 - 230 V)	230 V, 50Hz-60Hz		No			USA
Sunny Island	SI2224	2200	230 V (172.5 - 230 V)	230 V, 50Hz-60Hz		No			USA
Magnum Energy	M54024AE	4000	18-33.6 VDC	120/240 Vac split-phase	Senoidal pura	No	\$2 159.00	\$0.54	USA
Magnum Energy	M54448AE	4400	36-67.6 VDC	120/240 Vac split-phase	Senoidal pura	No	\$2 159.00	\$0.49	USA
Magnum Energy	M52000	2000	9-17 VDC	120/240 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$1 919.00	\$0.76	USA
Magnum Energy	M52012	2000	9-17 VDC	120/240 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$ 1 999.00	0.8	USA
Magnum Energy	M52812	2800	9-17 VDC	120/240 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$1 839.00	\$0.66	USA
Magnum Energy	M54024	4000	18-34 VDC	120/240 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$2 079.00	\$0.52	USA
Magnum Energy	RD2212	2200	9-16 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$1 168.00	\$0.53	USA
Magnum Energy	RD1824	1800	18-32 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$1 032.00	\$0.87	USA
Magnum Energy	RD2824	2800	18-32 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$1 344.00	\$0.48	USA
Magnum Energy	RD3924	3900	18-32 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$ 1 584.00	0.426	USA
Magnum Energy	MA1612AE	1600	18-32 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$ 479.00	0.8	USA
Magnum Energy	MA1212AE	1200	18-32 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$719.00	\$0.60	USA
Magnum Energy	MA1324AE	1300	18-32 VDC	120 VAC 60 Hz	Senoidal pura	No	\$ 781.00	0.5	USA

http://www.sflongate-solar.com/wholesale_inverters_of_grid_tier
<http://www.smp.net/trenda/c165.html>

Marca	Modelo	Potencia W	Voltaje de entrada	Voltaje de salida	Tipo de onda	Conexion a la red si o no	Euros	Euros/W	País
ASPTC	NL 22/24	1000	12 V, 10.5 - 16 VDC	230 VAC 50 Hz	Senoidal	No	2594.35	2.6	
ASPTC	NL 22/224	2000	24 VDC	230VAC 50 Hz	Senoidal	No	2079	1.98	
TRACE	SW2512 7800	2400	12 V 11.6 - 16.5 VDC	230 VAC 50 Hz	Senoidal	No	883.75	2.543	USA
TRACE	SW4548 13500	4500	48V 44 - 66 VDC	240 VAC 50 Hz	Senoidal	No	784.29	1.574	USA

Inversor/Cargador UX512 ESB 1000 Wp 12/220V 500 W



CÓDIGO 2260512

- Potencia Nominal: 500 W.
- Eficiencia Máxima: 92 %.
- Tensión Nominal de Entrada: 12 V.
- Rango de Tensión de Entrada: 10,8-16 V.
- Consumo en Modo Stand-by: 400 mA.
- Consumo en Modo Sleep: 22 mA
- Rango de Temperatura: 0/+40 °C.
- Dimensiones: 267x394x152 mm.
- Peso: 11,4 Kg.
- Cargador de baterías: SI.
- Corriente Máxima del Cargador: 25 A.

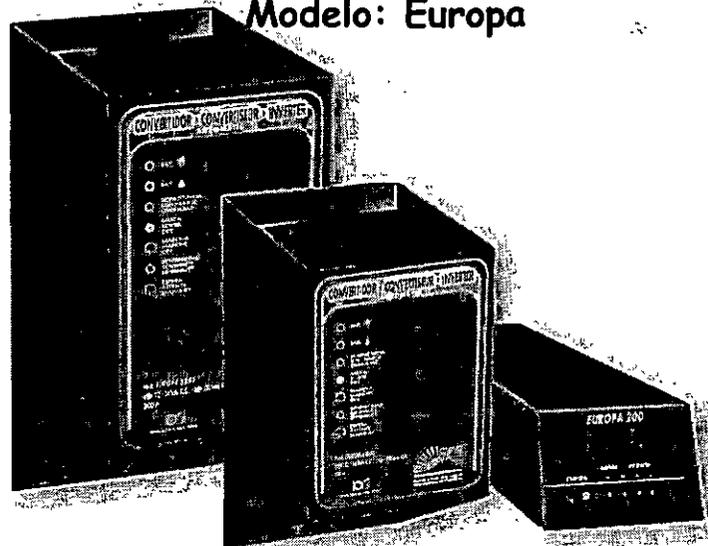
Convertidores SES - EUROPA

Convertidores de alto rendimiento de onda cuasi-senoidal y bajo consumo en stand-by. Aplicables a cualquier equipo eléctrico habitual del mercado (lámparas, electrodomésticos, ordenadores, bombas de agua, motores, centralitas telefónicas, frigoríficos, etc...). Tensión de salida estabilizada apropiada para equipos electrónicos sensibles.

Todos los modelos incluyen:

- modo espera (stand-by) automático
- ajuste de sensibilidad en espera
- protección por sobrecarga
- protección por sobretensión en batería
- desconexión por batería baja
- desconexión por temperatura excesiva
- Selección de modo espera/servicio
- Activación remota

ONDULADORES~ SES 12-24V c.c. / 220V c.a. Modelo: Europa

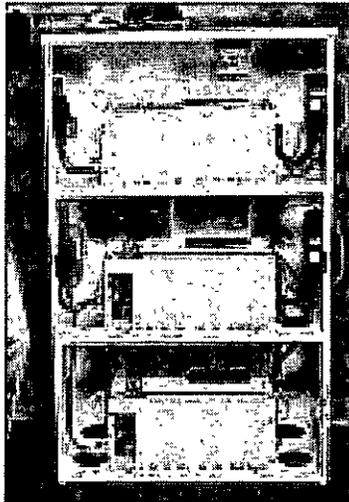


Características técnicas

Modelo	Peso (Kg)	Dimensiones (L x A x P) en mm	Tensión de entrada (Vcc)	Tensión de salida (Vca)	Frecuencia (Hz)	Consumo stand-by/servicio (W)	Forma de Onda/Tipo Pulso	Potencia nominal (Watt)	Potencia pico (Watt)
Europa 200	3,2	200x122x80mm	12/24	125/220	50/60	<1 / <5	PseudoSin/PWM	200	620
Europa 300 (*)	2,9	montaje interior	12/24	125/220	50/60	<1 / <5	PseudoSin/PWM	300	750
Europa 600	5,5	250x164x140mm	12/24	125/230	50/60	<1 / <5	PseudoSin/PWM	600	1800
Europa 1000	8	250x164x190mm	12/24	125/230	50/60	<1,2 / <7	PseudoSin/PWM	1.000	3.000
Europa 2000 (**)	17,2	420x240x205mm	24/48	125/230	50/60	<2 / <12	PseudoSin/PWM	2.000	9.000
Europa 2500 (**)	18	420x240x205mm	24/48	125/230	50/60	<2 / <14	PseudoSin/PWM	2.500	10.000

(*) sólo disponible para minicentrales SENIOR/JUNIOR
 (**) Los equipos Europa 2000 y 2500 incorporan los siguientes mecanismos adicionales de protección:
 Control electrónico de temperatura en 3 niveles:
 funcionamiento sin ventilador, con ventilador, bloqueo por sobretemperatura.

Product ID: 45787 Category: Inverters DC/AC



Xantrex PM-SW4048/3PH
 Description: 120 Y 208 VAC
 60Hz 12 kVA (4.0 kVA per
 phase),

Floor Mount: 57" high (143
 cm) x 34" wide (85 cm) x 19"
 deep (48 cm)

Unit weight: 527 or 560 lb
 (240 or 255 kg), depending on
 model

Price: \$13,365.00

\$2,092.00

Sale

Savings: