



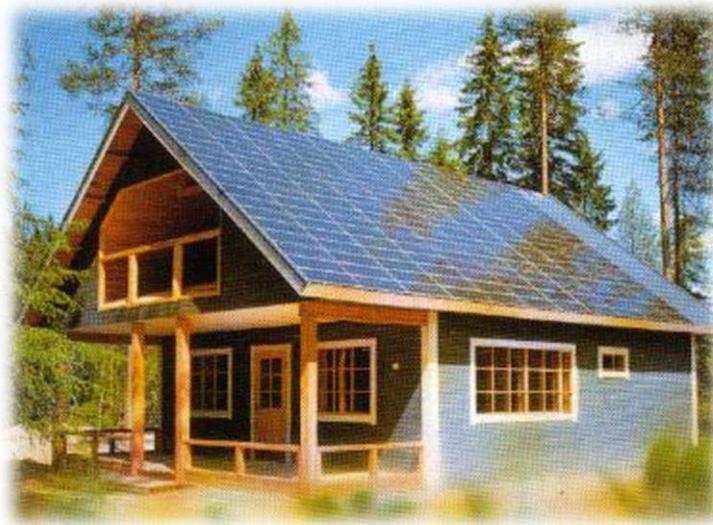
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Electromecánica
Diciembre, 2012



**FACULTAD DE
INGENIERÍA**

**“Diseño, dimensionamiento y análisis económico
de un sistema de generación fotovoltaico
autónomo para una vivienda familiar”**



Autor:

Sr. Alan Pablo Martuccio.

Carrera:

Ingeniería Electromecánica.

Matricula:

11693.

Director:

Ing. Claudio Dimenna.

Comisión Evaluadora:

Mg. Susana Jacob.

Mg. Pedro Prado.

Ing. Eduardo Garín.



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



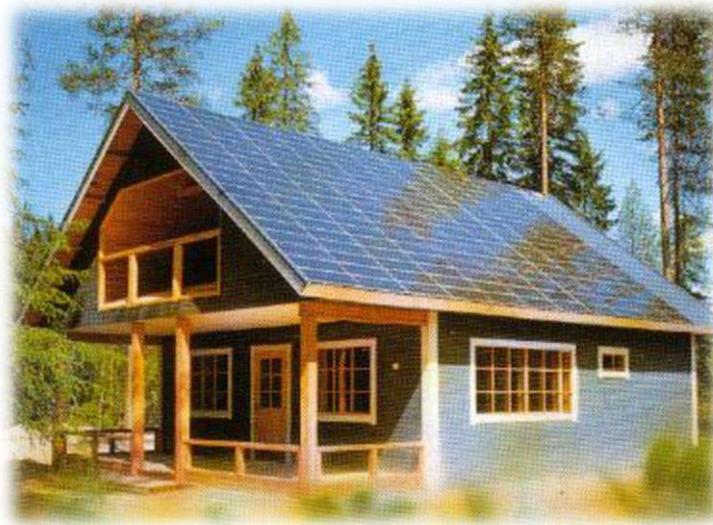
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Electromecánica
Diciembre, 2012



**FACULTAD DE
INGENIERÍA**

**“Diseño, dimensionamiento y análisis económico
de un sistema de generación fotovoltaico
autónomo para una vivienda familiar”**



Autor:

Sr. Alan Pablo Martuccio.

Carrera:

Ingeniería Electromecánica.

Matricula:

11693.

Director:

Ing. Claudio Dimenna.

Comisión Evaluadora:

Mg. Susana Jacob.

Mg. Pedro Prado.

Ing. Eduardo Garín.

Índice

Introducción.....	2
Principio de funcionamiento de la célula solar.....	3
La instalación solar fotovoltaica.....	5
El panel solar fotovoltaico	6
La Batería	10
El Regulador de Carga.....	15
El Inversor.....	19
Procedimiento para el diseño y dimensionamiento de un Sistema Solar Fotovoltaico Autónomo	23
Estimación del consumo:	26
Datos del lugar donde se realizará la instalación:	32
Dimensionado del generador fotovoltaico:	40
Dimensionado del sistema de acumulación:	46
Dimensionado del regulador:	49
Dimensionado del inversor:.....	50
Ejemplos de cálculo de instalaciones fotovoltaicas	53
EJEMPLO 1:	53
EJEMPLO 2:	68
Análisis económico.....	80
Análisis de Impacto Ambiental	81
Conclusiones.....	85
Bibliografía	86
ANEXO DE CATÁLOGOS.....	87

Introducción

La actual crisis energética que sufre actualmente nuestro país y el mundo fue la principal fuente de motivación del presente trabajo. El sistema eléctrico nacional está al borde del colapso y la demanda de energía eléctrica aumenta año tras año, por este motivo es necesario tomar conciencia de la importancia del desarrollo de las energías alternativas.

La nueva conciencia global en cuestiones de medio ambiente en general, y en particular en cuanto a la necesidad de potenciar, a todos los niveles, el uso de energías limpias o renovables, hacen prever importantes cambios tecnológicos para las primeras décadas del milenio. La electricidad de origen fotovoltaico se presenta, a escala mundial, como una de las alternativas más claras para satisfacer las necesidades energéticas en aquellos casos en los que se requiere disponer de energía de calidad, limpia, segura y compatible con un desarrollo sostenible.

El presente trabajo pretende ofrecer una visión general sobre en qué consiste una instalación solar fotovoltaica autónoma y cuáles son los elementos que forman parte de ella, ofrecer una herramienta útil para el diseño de cualquier instalación y realizar el análisis económico y de impacto ambiental de una instalación en particular.

Principio de funcionamiento de la célula solar

Las actuales células solares se constituyen, en su mayoría, de silicio como material base, que mediante una dopación con boro o fósforo subdividido en dos capas (capa 'p' ó 'n') con distintas características eléctricas, se convierte de esta manera en diodo. A diferencia de los diodos semiconductores normales, como ocurre en los circuitos y rectificadores electrónicos, la célula solar está optimizada para el aprovechamiento de la luz solar incidente. Para este objetivo ella se fabrica con la mayor superficie posible. La así llamada unión p-n se encuentra aquí sólo escasamente debajo de la superficie expuesta a la radiación solar.

En la unión p-n se forma un campo eléctrico, que ejerce un efecto aspirador sobre portadores de carga libres (movibles en el material). Los fotones (paquetes de energía-luz) de la luz solar incidente penetran en el material de la célula y producen ahora en el entorno de la unión p-n estos portadores de carga libres (electrones y huecos) que son llevados, separados del campo interior, a los contactos de conexión eléctrica sobre la parte inferior y a la superficie de la célula. Ver Fig.1.

Allí se encuentran a disposición para la utilización en un circuito eléctrico exterior. Por célula se produce una tensión utilizable de 0,5 hasta 0,6 Voltios, que mediante la conexión en serie de varias células puede ser aumentada a los valores deseados. En los paneles solares las células son conectadas en parte en serie y en paralelo, para lograr óptimas tensiones de servicio utilizables.

La tasa de producción de los portadores de carga libres crece proporcional a la intensidad de la radiación solar. La energía de fotones que se transforma en energía eléctrica es aproximadamente un 15 %, según sea la eficiencia de la célula. El resto calienta la célula solar y mediante procesos de transporte térmico este calor es entregado al entorno. Bajo condiciones de test estándar (STC: 1.000 W/m², temperatura 25°C, masa de aire espectral 1,5) por dm² de superficie de célula, se puede esperar hasta 2,5 amperios de corriente de energía solar y con ello aprox. 1,5 W en un rendimiento eléctrico máximo.

A causa de su alto rendimiento energético y de material y, por lo tanto, de sus bajos costos las tecnologías de capas finas ofrecen a largo plazo el mayor potencial. De momento existen en el mercado tres tecnologías diferentes: la técnica amorfo/microcristalina de silicio, la técnica basada en cadmio-telurio (CdTe) y la técnica de cobre indio-seleniuro (o técnica de azufre), mejor conocida como CIS. Estas tecnologías se encuentran aún en sus comienzos, pero los productores están trabajando con el mayor ahínco en su desarrollo.

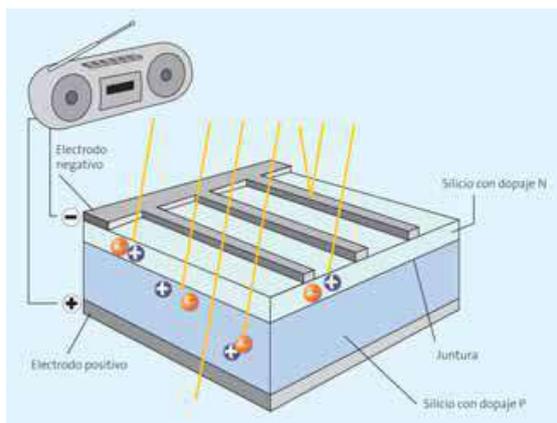


Figura 1. Célula Solar

Las células fotovoltaicas de silicio se elaboran utilizando planchas (wafers) monocristalinas, planchas policristalinas o láminas delgadas. Las planchas monocristalinas (de aproximadamente 1/3 a 1/2 milímetro espesor) se cortan de un gran lingote monocristalino que se ha desarrollado a aproximadamente 1400°C, este es un proceso muy costoso. El silicio debe ser de una pureza muy elevada y tener una estructura cristalina casi

perfecta.

Las planchas policristalinas son realizadas por un proceso de moldeo en el cual el silicio fundido es vertido en un molde y se lo deja asentar. Entonces se rebana en planchas. Como las planchas policristalinas son hechas por moldeo son apreciablemente más baratas de producir, pero no tan eficiente como las celdas monocristalinas. El rendimiento más bajo es debido a las imperfecciones en la estructura cristalina, resultado del proceso de moldeo. Se podría explicar como una agrupación de muchos cristales de silicio que dan un aspecto no uniforme a la superficie.

En los dos procesos anteriormente mencionados, casi la mitad del silicio se pierde como polvo durante el cortado.

El silicio amorfo (una de las tecnologías de lámina delgada mencionadas anteriormente) es creado depositando silicio sobre un substrato de vidrio de un gas reactivo tal como silano (SiH_4). El silicio amorfo es un de grupo de tecnologías de lámina delgada. Este tipo de célula solar se puede aplicar como película a substratos del bajo costo tales como cristal o plástico. Otras tecnologías de lámina delgada incluyen lámina delgada de silicio multicristalino, las celdas de seleniuro de cobre e indio/sulfuro de cadmio, las celdas de telurio de cadmio/sulfuro del cadmio y las celdas del arseniuro de galio.

Las celdas de lámina delgada tienen muchas ventajas incluyendo una deposición y un ensamblado más fácil, la capacidad de ser depositadas en substratos o materiales de construcción baratos, la facilidad de la producción en masa, y la gran conveniencia para aplicaciones grandes.

En la producción de células fotovoltaicas al silicio se le introducen átomos de impurezas

(dopado) para crear una región tipo p y una región tipo n de modo de producir una unión p-n. El dopado se puede hacer por difusión a alta temperatura, donde las planchas se colocan en un horno con el dopante introducido en forma de vapor. Hay muchos otros métodos de dopar el silicio. En la fabricación de algunos dispositivos de lámina delgada la introducción de dopantes puede ocurrir durante la deposición de las láminas o de las capas.

La instalación solar fotovoltaica

Una instalación solar fotovoltaica permite, a partir de la radiación solar, producir energía eléctrica en condiciones de ser aprovechada por el hombre. El sistema consta de los siguientes elementos:

- a) Un panel o generador solar, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la radiación luminosa del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).
- b) Una batería, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o en días nublados.
- c) Un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas a la batería, que le produciría daños irreversibles.
- d) Un inversor, que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 220 V.

Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador existen dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación y utilizar lámparas y elementos de consumo de 12 ó 24 V o bien transformar la corriente continua en alterna de 220 V a través de un inversor.

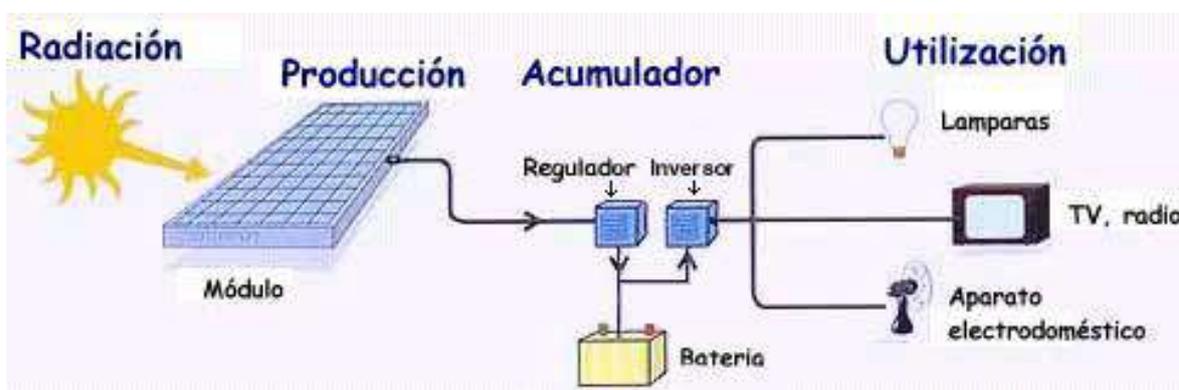


Fig.2. Instalación Solar

El panel solar fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos utilizan células cuadradas de silicio monocristalino ó policristalino de alta eficiencia para transformar la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica.

El circuito de células se lámina utilizando acetato de etilen-vinilo (EVA) como encapsulante en un conjunto formado por un vidrio templado en su cara frontal y un polímero plástico (Tedlar) en su cara posterior que proporciona resistencia a los agentes ambientales y aislamiento eléctrico.

El laminado se encaja en una estructura de aluminio anodizado, las cajas de terminales con protección están hechas a partir de plásticos resistentes a temperaturas elevadas y contienen los terminales, los bornes de conexión y los diodos de protección. El marco dispone de varios agujeros para la fijación del módulo a la estructura soporte y su puesta a tierra en caso de ser necesario.

☐ Corte transversal de un panel fotovoltaico

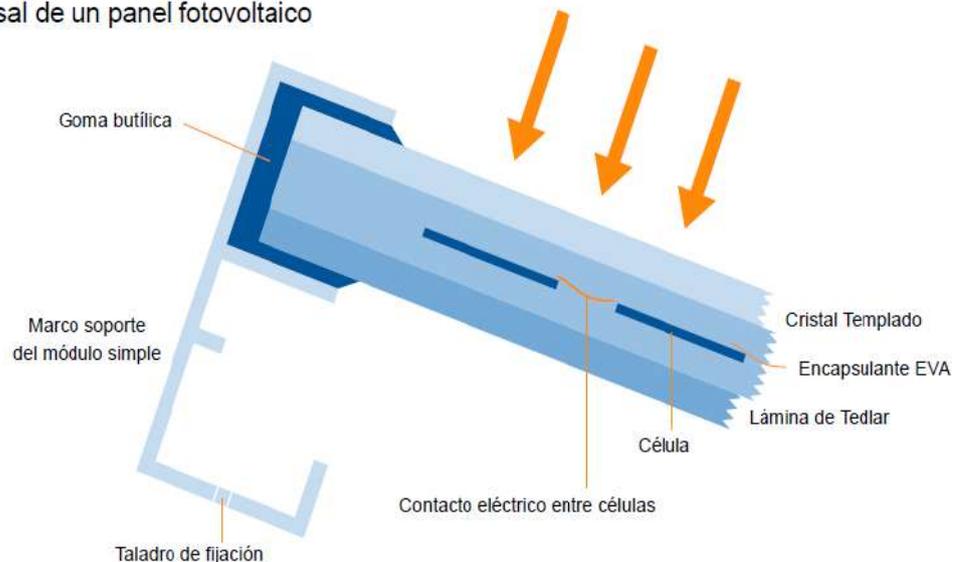


Fig.3. Panel Solar

Silicio monocristalino: Es el material más utilizado actualmente para la fabricación de células solares. Su fabricación es laboriosa y compleja, se intenta sustituir para abaratar los costos. El silicio se purifica, se funde y se cristaliza en lingotes redondos. Una vez redondeado se corta en finas obleas, para conseguir células individuales cortando los extremos redondeados para aprovechar la superficie. Las células tienen un color uniforme, generalmente es azul o negro. Las células monocristalinas consiguen un rendimiento del 19,1% en laboratorio y entre un 10 y un 13% en producción.

Silicio policristalino: Las células policristalinas de silicio están fabricadas con silicio de menor pureza y por tanto de un costo más bajo que las anteriores. Esto da lugar generalmente a un rendimiento levemente más bajo, pero los fabricantes de las células policristalinas afirman que las ventajas del coste compensan las pérdidas de la eficacia.

La superficie de células policristalinas se diferencia de las monocristalinas en que tiene zonas de colores diferentes en vez del color uniforme de las células monocristalinas.

Las células policristalinas consiguen un rendimiento del 18% en laboratorio y entre un 10 y un 12% en producción.

A la hora de elegir un panel se deben tener en cuenta dos características básicas:

- Características constructivas. Determinan la durabilidad y la posibilidad de integración arquitectónica.
- Características energéticas. Determinan la rentabilidad económica.

En algunos aspectos ambas cualidades se interrelacionan.

Un buen panel solar es aquél que posee ambas cualidades bien equilibradas.

De nada sirve un panel solar con un aporte energético extraordinario si fallan sus cualidades constructivas, degradándose con rapidez, y provocando la inutilización del mismo en un corto plazo.

De nada sirve un panel solar con unas cualidades constructivas extraordinarias si fallan sus cualidades energéticas, ya que, simplemente, no está cumpliendo con su cometido principal.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los paneles solares suelen tener los siguientes componentes:

- vidrio templado. Puede variar el espesor y el tratamiento del vidrio.
 - Espesor: 3 ó 4 mm
 - Tratamiento: sin tratamiento, texturizado o anti reflexivo.
- Carcasa. Puede variar el material y la forma.
 - Material: puede ser de acero inoxidable o aluminio anodizado.
 - Forma: puede ser una simple caja, o con una geometría estudiada para admitir otros materiales periféricos destinados a conseguir integraciones arquitectónicas.
- Aislamiento. Puede variar el material y el espesor.
- Unión de vidrio a carcasa: puede ser con junta de goma, silicona o incluso tornillería.

En cuanto a los vidrios, el de 4 mm es preferible por su mayor resistencia. Éste suele ser vidrio de seguridad. El tratamiento del vidrio, como mínimo, texturizado. Si posee un tratamiento anti reflexivo, éste mejora muy notablemente el rendimiento del panel solar.

En cuanto a la carcasa, si es de acero inoxidable no posee perfil definido, por lo que no tiene en cuenta de ninguna manera la integración.

Normalmente la carcasa es de aluminio anodizado ya que presenta muchas ventajas: su comportamiento a la intemperie es igual o mejor que los aceros inoxidables empleados; el fabricante modela el perfil en función del nivel de desarrollo que haya alcanzado con la integración; se puede anodizar en color, mejorando notablemente la integración.

En cuanto al aislamiento, puede variar de 10 a 60 mm, según el rendimiento energético del panel solar; en cualquier caso, cuanto más cercano a 60 mm, mejor, no sólo por rendimiento, sino por cuestiones relacionadas con la integración.

En cuanto a la unión del vidrio a la carcasa, hay que desechar el empleo de tornillería o siliconas. Debe ser de junta de goma, aunque el resultado final variará enormemente en función del procedimiento de fabricación.

En síntesis:

Un mal panel solar estaría formado por: un vidrio templado de 3 mm, posiblemente sin ningún tratamiento; una carcasa de acero inoxidable, o de aluminio anodizado pero sin desarrollo del perfil; un aislamiento de unos 20 mm; una unión de vidrio a carcasa con tornillería.

Un buen panel solar estaría formado por: un vidrio templado de 4 mm anti reflexivo; una carcasa de aluminio anodizado en color con un perfil muy desarrollado para una multitud de periféricos destinados a la integración; un aislamiento de 60 mm; una unión de vidrio a carcasa con junta de goma sellada al vacío.

Entre ambos extremos podremos encontrar multitud de variantes.

CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS

Los módulos fotovoltaicos quedan caracterizados por una serie de parámetros eléctricos referidos a unas condiciones climáticas estándar (STC) que vienen determinadas por los siguientes valores:

Temperatura de célula: 25 °C

Radiación solar: 1000 W/m²

Masa de aire: 1.5 AM

Radiación solar: Es la energía emitida por el sol en forma de radiación electromagnética que llega a la atmósfera.

Irradiancia: Es la magnitud que describe la radiación o intensidad de iluminación solar que llega hasta nosotros medida como una potencia instantánea por unidad de superficie, W/m² o unidades equivalentes.

Para tener en cuenta los efectos de la atmósfera, se ha definido la masa de aire AM (Air Mass One), que representa el espesor estándar de la atmósfera atravesado perpendicularmente a la superficie terrestre, y medido a nivel del mar. Así tenemos entonces con un ángulo de elevación solar HS igual a 90°, AM =1 y con HS igual a 42°, AM = 1,5.

El hecho de referenciar los parámetros eléctricos del módulo a unas condiciones determinadas de medida tiene como consecuencia principal que un módulo de una determinada potencia pico, por ejemplo 150 W únicamente generará dicha potencia en las condiciones de referencia antes mencionadas. Como las condiciones de temperatura y radiación ambiente casi siempre son distintas a las condiciones STC,

el módulo fotovoltaico va a generar en la mayoría de los casos una potencia inferior a la del catálogo.

Solamente en días de temperatura ambiente baja y con muy buen nivel de radiación solar nos aproximaremos a las condiciones STC y por lo tanto, la potencia generada por el módulo se aproximará a la potencia proporcionada por el fabricante.

Para hacernos una idea de las condiciones reales de operación de un módulo fotovoltaico, la radiación solar puede oscilar entre valores de 500 a 800 W/m² mientras que la temperatura de la célula entre 15 y 20 °C por encima de la temperatura ambiente.

Dentro de los parámetros eléctricos del módulo fotovoltaico que proporciona el fabricante, los más representativos son los siguientes:

- Potencia Pico: Potencia máxima que puede proporcionar un módulo fotovoltaico. Corresponde al punto de la curva característica donde el producto $V \times I$ es máximo.
- Tensión de máxima potencia (V_{pmp}): Es la tensión correspondiente al punto de máxima potencia de la curva característica del módulo fotovoltaico. Es la tensión de trabajo del módulo y la que se utiliza para diseñar los sistemas fotovoltaicos.
- Intensidad de máxima potencia (I_{pmp}): Es la corriente correspondiente al punto de máxima potencia de la curva característica del módulo fotovoltaico. Es la corriente de trabajo del módulo y la que se utiliza para diseñar los sistemas fotovoltaicos.
- Tensión de circuito abierto (V_{oc}): Es la máxima tensión que puede proporcionar el módulo fotovoltaico si se dejan sus terminales en circuito abierto (módulo generando sin estar conectado a ningún tipo de carga).
- Intensidad de cortocircuito (I_{cc}): Máxima corriente que va a ser capaz de proporcionar el módulo fotovoltaico si se cortocircuitan sus terminales.

La Batería

La disponibilidad de energía solar para producir la electricidad raras veces coincide con el momento en el que lo necesitamos. Balancear la energía entre la producción y el uso es imprescindible. Aunque hay muchas formas de almacenar la energía, la más usada es a través de baterías (acumuladores).

Las baterías pueden ser consideradas el talón de Aquiles de los sistemas autónomos (sistemas que no son conectados a la red). Las baterías representan gran parte de la inversión pero tienen frecuentemente la vida más corta de toda la instalación.

Todas las baterías funcionan bien al inicio, las diferencias se muestran en su expectativa de vida. Hay baterías que pueden durar más de diez años y otras, bajo las mismas condiciones, duran menos de dos. Hay que preguntarse entonces ¿de qué sirve una batería que cuesta la mitad pero dura solamente una quinta parte? Además, las baterías provocan riesgos importantes para la salud y el medio ambiente: reducir la frecuencia de cambiarlas contribuye a disminuir estos peligros.

Tipos de Baterías

Hay diferentes tipos de baterías con muy buenas características, pero para las aplicaciones en sistemas fotovoltaicos y eólicos se usa, en su gran mayoría, baterías de plomo por su buena relación precio/energía disponible. Este tipo de baterías fue inventado en 1859 por el francés Gastón Planté.

La Fig.4 muestra las diferentes tecnologías de baterías comparando sus capacidades en relación a su peso (eje vertical) y su volumen (eje horizontal). Las baterías de litio como las usadas en celulares y computadoras son las superiores. Estos tipos existen también para aplicaciones fotovoltaicas y eólicas, pero lamentablemente a precios muy altos.

Actualmente se investiga fuertemente en mejorarlas y en el desarrollo de alternativas, principalmente para solucionar los requerimientos de energía de vehículos eléctricos. Aunque hay investigaciones muy prometedoras, hasta el momento no hay alternativas económicamente viables a las baterías de plomo. Esperamos tener baterías con más vida a un mejor precio en un futuro no muy lejano.

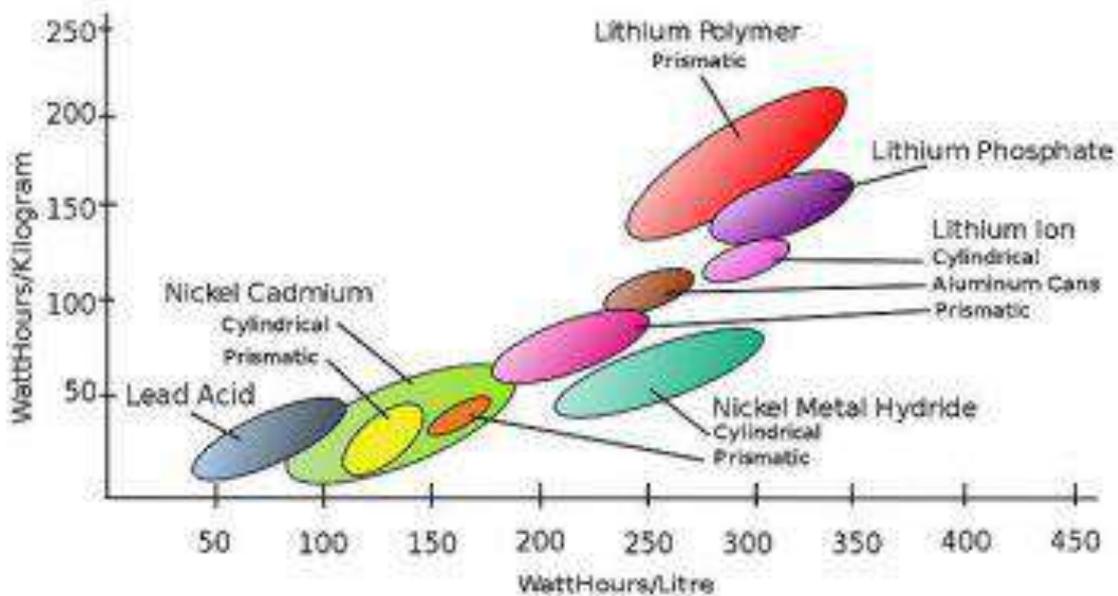


Fig.4. Capacidades de Baterías según volumen

Las baterías de plomo usadas en sistemas solares y eólicos son similares a las que se usan en autos y camiones, pero son optimizadas para una aplicación diferente. Lo importante en los autos es la disponibilidad de mucha energía durante un tiempo muy corto principalmente para arrancar el motor. Este alto flujo de amperes necesario se logra con capas de plomo delgadas. En sistemas solares y eólicos las baterías tienen que dar la energía sobre un tiempo considerablemente más largo y frecuentemente se descargan a niveles más bajos. Estas baterías de tipo ciclo profundo tienen capas de plomo más gruesas que además brindan la ventaja de prolongar su vida significativamente.

Estas baterías son relativamente grandes y pesadas por el plomo. Son compuestas de celdas de 2 voltios nominales que se juntan en serie para lograr baterías de 6, 12, 24 o más voltios.

Aparte del agresivo ácido sulfúrico y los gases explosivos que pueden producirse en ciertas condiciones, el plomo es cancerígeno. Se acumula en los huesos y con el tiempo causa graves daños de salud. Por esto se prohibió el uso de plomo en los combustibles y pinturas. Es importante tenerlas entonces en lugares ventilados y asegurados debido a que una de las principales causas de accidente en acumuladores de plomo es la liberación de hidrógeno gaseoso en el proceso de carga de los mismos. Este problema es reducido pero no eliminado por modelos sellados de gel o tipo AGM. Por su contenido tóxico y agresivo, las baterías necesitan ser recicladas para no dañar la salud y el medio ambiente.

Vida útil de Baterías Solares

La vida de estas baterías depende, además de la calidad de la fabricación, de su correcto uso.

Las baterías a base de plomo necesitan (quizás como los humanos) una buena alimentación (carga). Baterías de calidad, siempre llenas, sin sobrecargarlas, pueden vivir 10 años o más. Si se descargan frecuentemente en forma profunda (aunque el término 'ciclo profundo' sugiere diferente), mueren más rápido. La ilustración a la derecha muestra la profundidad de descarga versus el número de ciclos. Mantenerlos sin alimento sobre un tiempo prolongado es su fin.

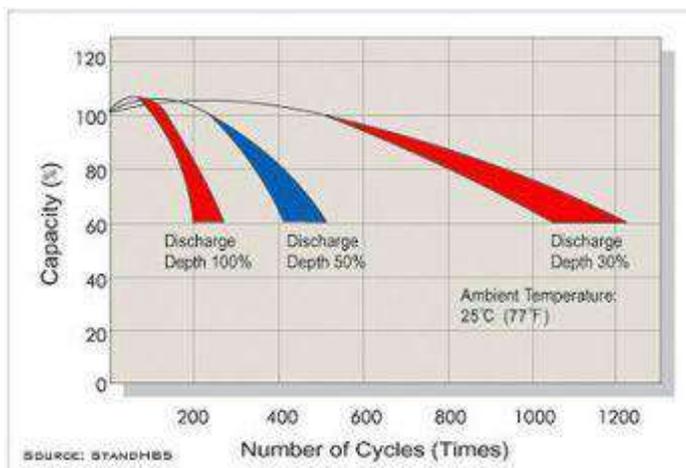


Fig.5. Capacidad vs Número de ciclos

En la práctica esto significa instalar suficiente capacidad para descargar las baterías a no menos de 50% de su valor nominal. (Nota: también se necesita suficiente capacidad de los paneles solares). Tener suficiente capacidad instalada además tiene el importante beneficio de aumentar las reservas por ejemplo para los días con poco sol y para situaciones de emergencia cuando de repente se necesita más luz. Entonces, dependiendo de la necesidad de electricidad, es importante calcular un balance óptimo para la capacidad instalada.

Lamentablemente mucha gente prefiere ahorrar en baterías con la sorpresa más adelante de baterías muertas en poco tiempo.

La temperatura tiene gran influencia sobre la batería. No quieren el frío, ni el calor: una temperatura entre 20 y 25°C es lo óptimo para una batería en uso.

Temperatura y vida: A más alta temperatura, la vida es más corta. Una temperatura 10 grados arriba del óptimo puede cortar la vida por la mitad. Por otro lado hay que tomar en cuenta que la capacidad de almacenar energía disminuye en temperaturas bajas. Entonces para una batería sin uso, es preferible mantenerla a una temperatura más baja.

La temperatura también influye en como cargar una batería. Con el aumento de la temperatura hay que disminuir el voltaje para evitar una gasificación, pero todavía asegurando una carga por completo. Recordamos que una gasificación en baterías selladas (libre de mantenimiento) no es recuperable: el líquido se pierde por las válvulas sin tener la posibilidad de rellenarlas. Por eso, todos los controladores buenos tienen una compensación de temperatura incorporada.

Eficiencia de Baterías Solares

La eficiencia de las baterías varía según tipo, temperatura, vejez, el estado de descarga y su calidad de construcción. También hay que considerar que los productores miden la capacidad de sus baterías sobre diferente tiempo, lo que dificulta compararlas. Una batería descargada con una corriente alta en poco tiempo tiene menos capacidad que la misma descargada con una corriente pequeña sobre un tiempo prolongado. Normalmente se indican la capacidad de la batería descargada sobre 24 horas (a 25°C), pero algunos fabricantes miden la capacidad hasta 100 horas y así indican un valor comparativo más alto de la competencia.

Más importante es la diferencia entre la cantidad de energía que entra en la batería (cargando) y la que es disponible en la batería (descargando). Esta **eficiencia de Coulomb** (también llamada eficiencia de Faraday) es en baterías normales de plomo entre 70 y 85%. Significa por ejemplo que de 100Ah producidos para cargar la batería, solamente entre 70 y 85Ah son disponibles, el resto de la energía se pierde principalmente en calor. Las baterías de buena calidad, sobre todo las de tipo AGM pueden tener una eficiencia hasta 95%.

Tipos de Baterías de Plomo para Aplicaciones Solares

Hay tres diferentes tipos de baterías de plomo:

Baterías Líquidas: Son las más antiguas y su simple producción permite precios favorables. Existen en forma abierta con tapas que dejan sustituir el agua o en forma 'libre de mantenimiento' que son cerradas pero con válvulas para que posibles gases puedan escapar durante cargas excesivas (en realidad no son libre de mantenimiento, son de bajo mantenimiento). Sus ventajas aparte de los precios es que son menos problemáticas si se sobrecargan. Las desventajas son el peligro de perder el muy agresivo ácido, un control del nivel del agua es necesario (en las de 'libre mantenimiento' no se puede sustituir el agua), y su corta vida típica de aproximadamente 400 ciclos de carga y descarga. Temperaturas muy bajas pueden destruirlas rápidamente.

Baterías de Gel: En estas baterías selladas, el ácido tiene la forma de gel. Su gran ventaja es que ya no hay un líquido que se puede perder, son selladas y funcionan en cualquier posición. La corrosión es reducida y son más resistentes a bajas temperaturas. Su vida es mayor que la vida de las baterías líquidas y comparado con las otras, es la menor afectada en casos de descargas profundas. Las desventajas son una resistencia interna poco más alta que reduce el flujo máximo de la corriente, son algo más delicadas para cargar y llevan un precio mayor.

Baterías tipo AGM: En estas baterías modernas desarrolladas inicialmente para la aviación, el ácido está fijado en fibras de vidrio. Cada vez más se usan en sistemas solares y eólicos. Sus ventajas adicionalmente a las de las baterías de gel, son una buena vida útil, una mayor resistencia en climas fríos y su auto descarga en el tiempo es mínima. Tienen una baja resistencia interna que permite corrientes altas. La desventaja, aparte del precio más elevado, es su vulnerabilidad algo más alta a descargas profundas.



Fig.6. Batería AGM

No existe la mejor batería. Hay que encontrar la batería óptima para cada solución.

Hay una clara tendencia a usar cada vez más los de tipo AGM por su buena relación de vida/precio y su manejo fácil con poco peligro. Son las únicas del tipo plomo que se permite transportar en aviones.

Existen baterías líquidas tradicionales aptas para aplicaciones solares y eólicas de muy alta calidad con una vida extrema (a precios extremos) que se usan frecuentemente en operaciones militares (por ejemplo las de Solar-One con una garantía de 10 años, vea imagen a la derecha).

En mercados con una oferta reducida, baterías de ciclo profundo que se usan en la minería o para carretillas elevadoras (montacargas) pueden ser una opción viable, donde el mejor precio puede justificar una vida algo menor.

Para alguien que siempre pueda asegurar la atención necesaria, una batería líquida tradicional puede ser la mejor opción sobre todo considerando el precio.



Fig.7. Batería líquida

Como sea, no se puede recomendar ahorrar en baterías. Las baterías son el 'Talón de Aquiles' de cualquier sistema independiente de la red.

El Regulador de Carga

El regulador de carga (o regulador de tensión) es el dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y descargas profundas.

El regulador de carga controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso hay algunos que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.

Etapas en la regulación de la intensidad de carga de las baterías: igualación, carga profunda, flotación.

Igualación: Esta respuesta del regulador permite la realización automática de cargas de igualación de las baterías tras un período de tiempo en el que el estado de carga ha sido bajo, reduciendo al máximo el gaseo en caso contrario.

Carga profunda: Tras la igualación, el sistema de regulación permite la entrada de corriente de carga a las baterías sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Alcanzado dicho punto el sistema de regulación interrumpe la carga y el sistema de control pasa a la segunda fase, la flotación.

Cuando se alcanza la tensión final de carga, la batería ha alcanzado un nivel de carga próximo al 90% de su capacidad, en la siguiente fase se completará la carga.

Carga final y flotación: La carga final del acumulador se realiza estableciendo una zona de actuación del sistema de regulación dentro de lo que denominamos “Banda de Flotación Dinámica”. La BFD es un rango de tensión cuyo valor máximo y mínimo se fija entre la tensión final de carga y la tensión nominal + 10% aproximadamente.

Una vez alcanzado el valor de voltaje de plena carga de la batería, el regulador inyecta una corriente pequeña para mantenerla a plena carga, esto es, inyecta la corriente de flotación. Esta corriente se encarga por tanto de mantener la batería a plena carga y cuando no se consume energía se emplea en compensar la autodescarga de las baterías.

Indicadores de estado: Desconexión del consumo por baja tensión de baterías, alarmas de señalización.

Desconexión del consumo por baja tensión de batería: La desconexión de la salida de consumo por baja tensión de batería indica una situación de descarga del acumulador próxima al 70% de su capacidad nominal.

Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de tensión de maniobra de desconexión de consumo durante más de un tiempo establecido, se desconecta el consumo.

Tensión de desconexión del consumo: tensión de la batería a partir de la cual se desconectan las cargas de consumo.

Alarma por baja tensión de batería: La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas desde el punto de vista de la descarga y del mantenimiento de la tensión de salida frente a intensidades elevadas.

Esta alarma está en función del valor de la tensión de desconexión de consumo.

En el regulador DSD, Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante más de 10 segundos aprox. se desconecta el consumo. El regulador entra entonces en la fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga. Además, incluye una señal acústica para señalar la batería baja.

Protecciones típicas:

Contra sobrecarga temporizada en consumo.

Contra sobretensiones en paneles, baterías y consumo.

Contra desconexión de batería.

Indicadores de estado/señalizadores habituales:

Indicadores de tensión en batería.

Indicadores de fase de carga.

Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito.

Parámetros importantes que determinan su operación

Intensidad Máxima de Carga o de generación: Máxima intensidad de corriente procedente del campo de paneles que el regulador es capaz de admitir.

Intensidad máxima de consumo: Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo.

Voltaje final de carga: Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o se reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico (si existe un sistema electrónico que controle la corriente de carga fijándola en un valor de corriente de mantenimiento, para cualquier tensión por encima de la tensión tope). Vale aproximadamente 14.1 V para una batería de plomo ácido de tensión nominal 12V.

El seguimiento del punto de máxima potencia y su funcionamiento.

El seguimiento del punto de máxima potencia, conocido normalmente como MPPT (Maximum Power Point Tracking) es un sistema electrónico que gestiona los módulos fotovoltaicos de tal manera que permite extraer la máxima potencia de éstos. El MPPT no es un seguidor solar, es un sistema totalmente electrónico que varía el punto eléctrico de operación de los paneles y así permitir que el panel entregue la máxima potencia extraíble. La potencia adicional extraída se convierte en un incremento de la intensidad de carga de la batería.

Para entender el funcionamiento de un MPPT, vamos a considerar primero el funcionamiento de un regulador de carga tradicional. Cuando un regulador de carga tradicional está cargando una batería descargada, lo que hace es simplemente cerrar un circuito que permite conectar los paneles con la batería. Esto, “fuerza” a los paneles a trabajar a la tensión de operación de la batería, lo que normalmente no coincide con la tensión de máxima potencia ideal del panel. La curva de Potencia/Tensión/Intensidad para un panel tipo de 75 W en condiciones STC 25°C y 1000W/m2 de radiación, es la que se ve en el gráfico inferior.

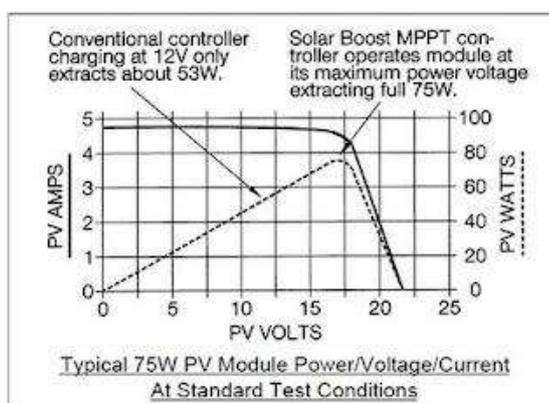


Fig.8. Potencia del módulo (eje “y” derecho) vs Tensión de trabajo (curva punteada) Corriente del módulo (eje “y” izquierdo) vs. Tensión de trabajo (curva llena)

En la figura 8, el regulador de carga tradicional conecta la batería con el módulo, y por tanto fuerza al módulo a trabajar a 12 V. Este hecho de hacer que el módulo de 75 W trabaje a 12 V, provoca que el módulo simplemente entregue unos 53 W. Los reguladores de carga que incorporan MPPT, calculan en todo momento la tensión a la cual el módulo produce la máxima potencia para las condiciones del momento.

En la figura anterior la tensión de máxima potencia (V_{mp}) es 17 V, y lo que el regulador de carga con MPPT hace es independizar la tensión de las baterías de la del módulo, dejando que el módulo fotovoltaico opere a 17 V independientemente de la tensión de la batería, consiguiendo un aumento de la intensidad de carga de la batería. Esto lo realiza, de forma genérica, con un convertidor DC/DC de alta eficiencia que convierte los 17 V a la entrada del regulador, en los aproximadamente 12 V a los que trabaja la batería en la salida de este. Si suponemos que no hubiese pérdidas y que la eficiencia fuese del 100% entre la salida del módulo y la entrada de la batería, en el caso anterior tendríamos que la intensidad de carga de la batería sería:

$$V_{mp}/V_{bat} \times I_{mod} = 17V/12V \times 4,45A = 6,3A$$

Esto se traduce en un incremento de 1.85A lo que significa un 41,5% más, cifra bastante considerable.

El Inversor

Su función es convertir la corriente continua que proviene de las baterías de la instalación fotovoltaica en corriente alterna para la alimentación de las cargas que trabajan con CA.

Estos dispositivos electrónicos convierten la corriente continua en alterna y permiten por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas fotovoltaicos (FV) a la red de distribución eléctrica.

Se puede distinguir entre:

Inversores de conmutación natural: También son conocidos como inversores conmutados por la red, por ser esta la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Su aplicación es para sistemas FV conectados a la red. Actualmente están siendo desplazados por los inversores de conmutación forzada tipo PWM (modulación por anchura de pulsos), conforme se desarrollan los transistores de tipo IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) para mayores niveles de tensión y corriente.

Inversores de conmutación forzada o autoconmutados: Son para sistemas FV aislados. Permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control. Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con los que se pueden conseguir salidas prácticamente senoidales y por tanto con poco contenido de armónicos.

Con los inversores tipo PWM se consiguen rendimientos por encima del 90%, incluso con bajos niveles de carga.

Principio de funcionamiento: Se basan en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad.

Dimensionamiento: Las principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del sistema, la potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próxima al 85%.

La eficiencia de un inversor no es constante y depende del régimen de carga al que esté sometido. Para regímenes de carga próximos a la potencia nominal, la eficiencia es mayor que para regímenes de carga bajos.

Inversor onda cuadrada:

Circuito básico para la conversión DC-AC. A partir de una entrada de continua se obtiene una salida de alterna cerrando y abriendo interruptores en una determinada secuencia.

Las posibilidades de conexión son:

- S1 y S2: $V_o = V_d$
- S1 y S3: $V_o = 0$
- S3 y S4: $V_o = -V_d$
- S4 y S2: $V_o = 0$

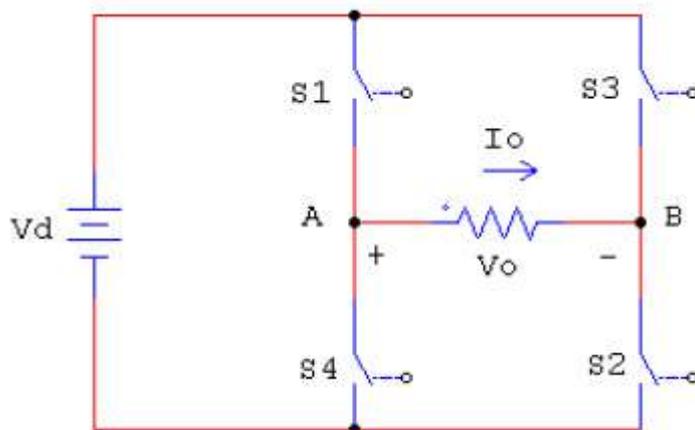


Fig.9. Esquema del inversor

Es el esquema de conmutación más sencillo donde se genera una tensión de salida cuadrada. La conmutación de los interruptores será S1&S2 y S3&S4.

Aunque la salida no es sinusoidal, esta señal alterna es válida para muchas aplicaciones de baja potencia (Iluminación, electrodomésticos).

Esta señal no es útil para aplicaciones de alta potencia.

Modulación por anchura de pulsos PWM:

En este tipo de inversores, en lugar de mantener la anchura de los pulsos constante, se puede variar dicha anchura en proporción a la amplitud de una onda senoidal, reduciendo el factor de distorsión y los armónicos de bajo orden.

Las señales de disparo son generadas, tal como se muestra a continuación:

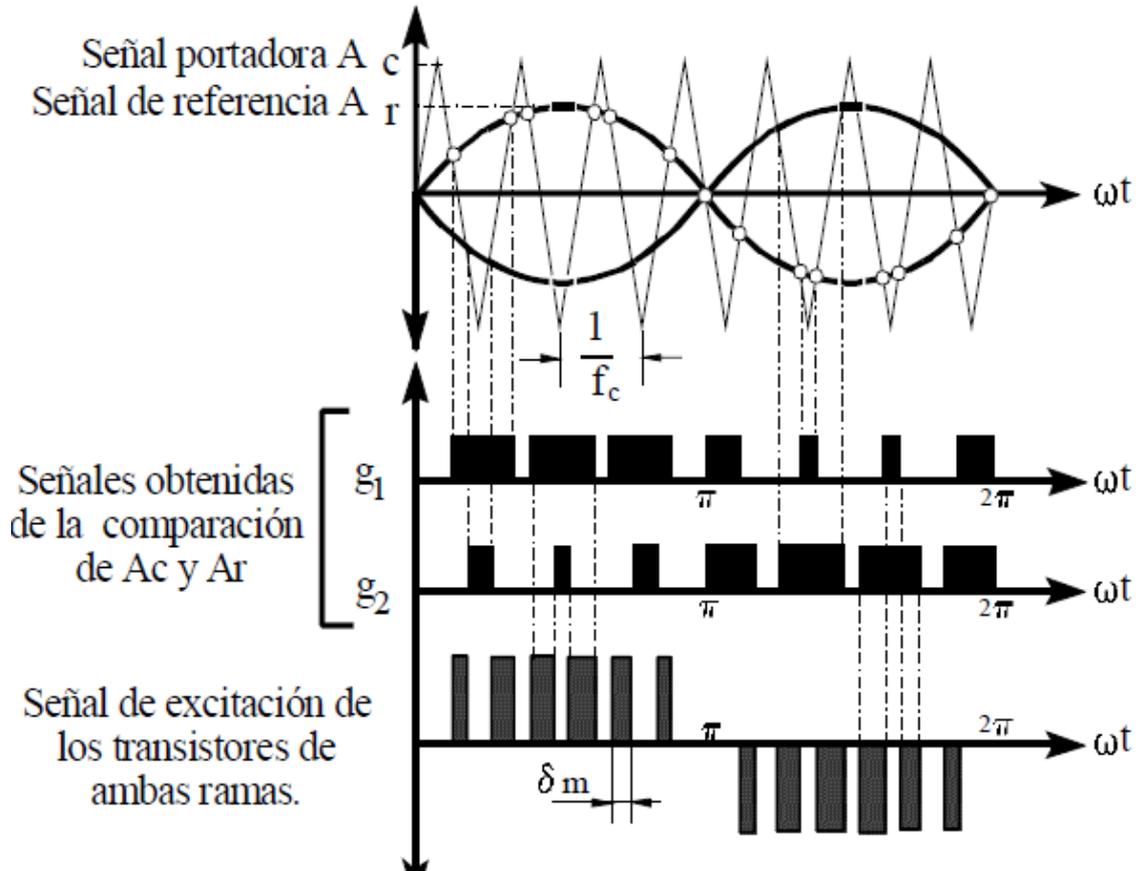


Fig.10

La frecuencia de la señal de referencia determina la frecuencia de salida del inversor, y su amplitud (A_r) controla el índice de modulación M , y por tanto la tensión eficaz de salida.

El número de pulsos por semiciclo depende de la frecuencia de la portadora. Las mismas señales de disparo se pueden obtener con una onda unidireccional triangular, tal como muestra la parte (b) de la figura.

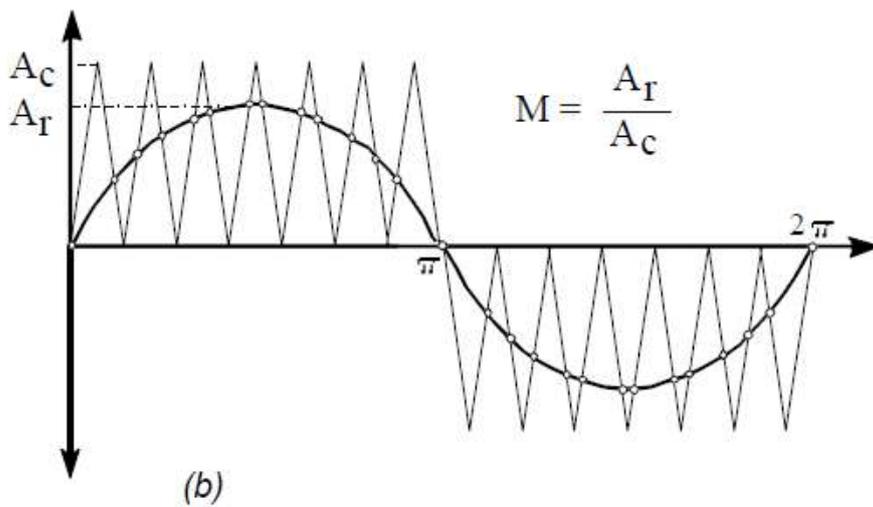


Fig.11

En este tipo de modulación denominada **Unipolar**, cada rama del inversor es controlada de manera independiente comparando la onda triangular con $V_{control}$ y con $-V_{control}$.

También se puede obtener un sistema de modulación por impulsos tal que en cada semiperíodo. Sea positivo o negativo, se tenga alternativamente voltajes positivos o negativos, denominándose entonces modulación Bipolar.

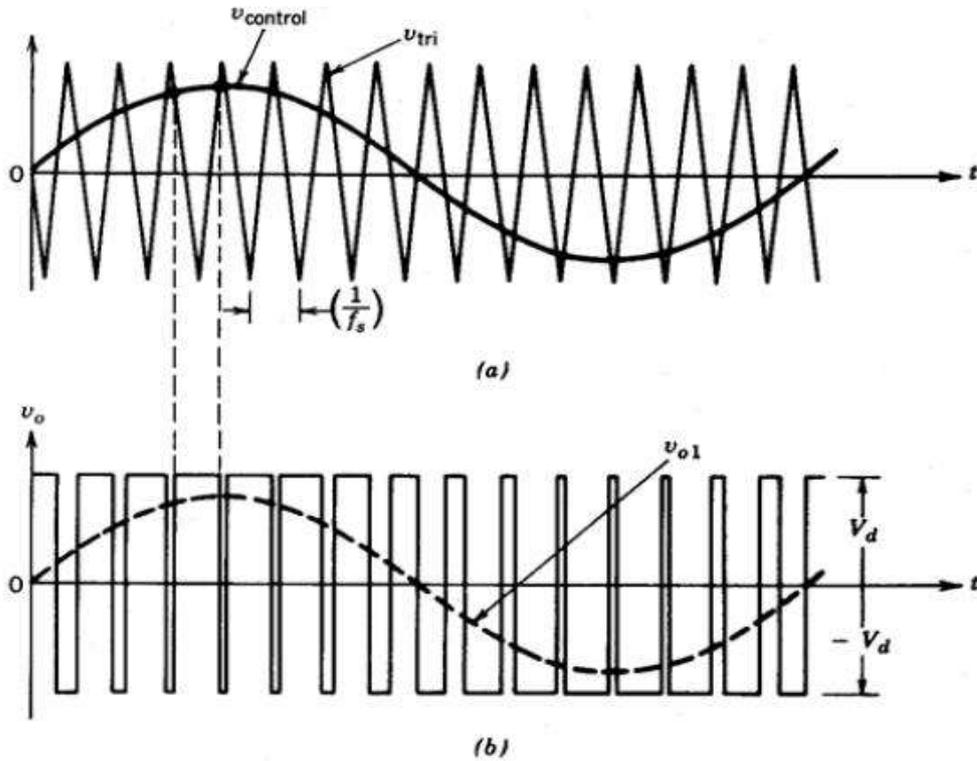


Fig.12

Procedimiento para el diseño y dimensionamiento de un Sistema Solar Fotovoltaico Autónomo

Por diseño de un sistema fotovoltaico autónomo se entiende un concepto muy amplio que abarcaría a todas las tareas y especificaciones que se han de realizar y de tener en cuenta para que un sistema fotovoltaico funcione satisfactoriamente, con la mayor fiabilidad y al menor coste posible. En este sentido existirán una gran cantidad de factores que afectarán a este diseño como son entre otros el consumo o perfil de consumo de las cargas que vaya a alimentar la instalación fotovoltaica y la radiación solar del lugar donde se ubicará la instalación, principalmente.

El concepto de dimensionamiento sería un concepto menos amplio y estaría incluido entre las tareas del diseño. Se entiende por dimensionamiento de un sistema fotovoltaico el cálculo del tamaño óptimo de la instalación. La tarea fundamental del dimensionamiento consistirá principalmente en la determinación del tamaño óptimo tanto del generador fotovoltaico como de la batería o conjunto de baterías que formen el sistema. Puesto que estos dos elementos son los más importantes del sistema fotovoltaico autónomo se deberá prestar especial atención a su dimensionado. En una fase posterior, y sin restarle importancia, habrá que dimensionar también los otros elementos que también participan de la instalación como son el inversor, el regulador de carga y el cableado.

-Métodos de dimensionado:

Existen gran variedad de métodos de dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. Esta diversidad abarca desde métodos muy complicados y, que necesitan de un programa informático para ejecutarse hasta métodos mucho más simples, que con prácticamente una calculadora de mano permiten realizar el dimensionado.

La filosofía de dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo es bastante diferente de la de un sistema fotovoltaico conectado a la red. En éste último, el criterio que se suele emplear para el diseño y dimensionado es el de conseguir que a lo largo de un año el rendimiento del sistema sea lo más elevado posible o que el aporte energético anual al sistema sea máximo. Puesto que está conectado a la red eléctrica, los posibles fallos del sistema no son tan cruciales como en un sistema fotovoltaico autónomo. Por el contrario, el criterio que se sigue en el dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo no es tanto el producir la máxima energía sino que aparece el concepto de fiabilidad. El dimensionado en este caso se hace atendiendo más a la fiabilidad del sistema, entendiendo por fiabilidad el asegurar el buen funcionamiento del mismo procurando que los fallos en el sistema sean mínimos. En este caso, el sistema deberá diseñarse y dimensionarse de forma que la probabilidad de fallo sea lo más baja posible, asegurando al usuario el suministro de energía eléctrica los 365 días del año.

Un aspecto importante que incidirá en el proceso de diseño del SFA (sistema fotovoltaico autónomo), y en particular del dimensionado del GFV (generador fotovoltaico) será la utilización de un regulador de carga con o sin seguidor del punto de máxima potencia (MPPT, Maximum Power Point Tracker).

Este dispositivo permite el aprovechamiento de una mayor fracción de la energía solar disponible a la salida del GFV, lo que se traduce en un aumento del rendimiento total del sistema. (Ver principio de funcionamiento en *El seguimiento del punto de máxima potencia y su funcionamiento.*)

Para garantizar la máxima transferencia de potencia, el MPPT se debe colocar entre el generador y la batería, por lo que se puede integrar en el propio regulador de carga.

No obstante, los seguidores del punto de máxima potencia, si bien son utilizados en la práctica totalidad de los inversores conectados a red, sólo se encuentran en algunos reguladores de carga, normalmente en grandes SFA, así como en sistemas híbridos.

Un seguidor del punto de máxima potencia es bastante efectivo en las siguientes condiciones:

- a) Sistemas en los que la batería sufre regularmente descargas profundas. El MPPT permite operar al GFV en su punto de máxima potencia y suministrar una mayor cantidad de energía.
- b) En climas fríos, ya que las bajas temperaturas incrementan el valor de la tensión del punto de máxima potencia, bastante por encima de la tensión normal de operación de la batería.
- c) Condiciones climáticas malas (invierno, nubes,...)

Los MPPT presentan las siguientes ventajas:

- Se obtiene en todo momento la máxima potencia del generador fotovoltaico (excepto obviamente durante la regulación en un sistema con baterías)
- El acoplo entre el generador/batería (o generador/carga) no es un parámetro crítico ya que el MPPT ajusta automáticamente la potencia de salida con muy pocas pérdidas por rendimiento.

Como desventajas se puede considerar que la complejidad añadida de estos dispositivos hace que sean más caros.

Pasos a seguir para dimensionar el Sistema Fotovoltaico Autónomo

- 1- Estimación del consumo:** Aquí siempre es fundamental los datos aportados por el consumidor, y deben ser siempre lo más realistas posibles para evitar desviaciones en el dimensionamiento.
- 2- Datos del lugar donde se realizará la instalación:** Para saber la cantidad de energía de la que dispondremos.
- 3- Dimensionado del generador fotovoltaico:** Cálculo del número de paneles necesarios para satisfacer la demanda de energía basándonos en el recurso solar disponible.
- 4- Dimensionado del sistema de acumulación:** Cálculo del número de baterías necesarias. Es muy importante tener en cuenta los días de autonomía que se van a otorgar a la instalación, para proyectos domésticos se suelen tomar entre 3 y 5 días de autonomía, 6 o 7 días en caso de tratarse de zonas con baja radiación donde pueden producirse periodos de varios días en condiciones de poca luz. Para sistemas remotos suelen tomarse 7 y 10 días de autonomía.
- 5- Dimensionado del regulador:** Elección del regulador de tensión que se encuentre disponible en el mercado y que mejor se adapte a las necesidades de la instalación.
- 6- Dimensionado del inversor:** Elección del tipo de regulador a utilizar, en base a las necesidades de las cargas, que satisfaga las necesidades de potencia demandada.

Estimación del consumo:

En esta etapa se calculará la demanda de energía eléctrica por día, teniendo en cuenta la potencia y las horas de uso de todos los elementos de la instalación.

Para lograr una correcta estimación del consumo debe tenerse en cuenta la variabilidad de la demanda de energía eléctrica en las distintas épocas del año, es de esperarse que en el invierno (cuando hay menor cantidad de horas de sol) se consuma más energía que en verano y por lo tanto, se optará por tomar un criterio conservativo y dimensionalizar la instalación suponiendo una época invernal en caso de tratarse de una vivienda que se habite todo el año, si se trata de viviendas que se utilizan para vacacionar o algún otro caso particular se deberán tener las consideraciones correspondientes en cuanto a que valores de radiación solar utilizar y como estimar la demanda, siempre buscando asegurar el suministro de energía eléctrica sin sobredimensionar la instalación.

Con el fin de obtener un método rápido y aplicable a cualquier instalación se realizó una personalización del software Auto CAD en combinación con el Excel que permite al usuario estimar su consumo eléctrico de una forma rápida y sencilla, sin necesidad de poseer grandes conocimientos previos en el uso del software mencionado.

La personalización mencionada permite insertar bloques con las típicas cargas que se presentan en una instalación eléctrica domiciliaria. Al ingresar dichos bloques el programa nos pedirá ingresar por teclado la cantidad de horas de uso promedio por día que se le dará a la carga en cuestión (suponiendo una época invernal o de pocas horas de sol) y la potencia nominal de dicha carga, si esta potencia no es conocida el programa sugerirá un valor estándar.

Las cargas que se pueden ingresar desde el menú desplegable son las siguientes:

- Luminarias:

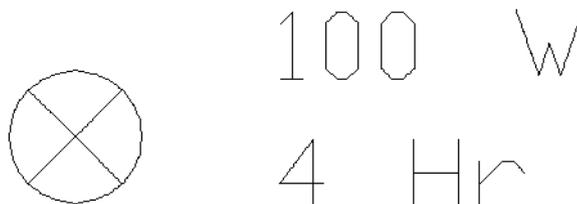


Fig.13

- Apliques:

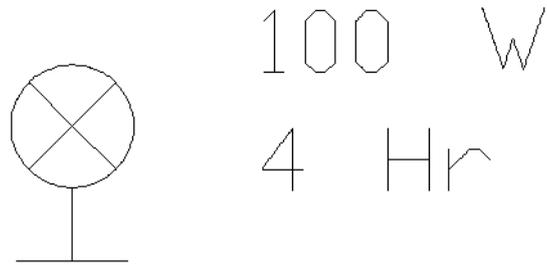


Fig.14

- Toma corrientes o cargas varias:

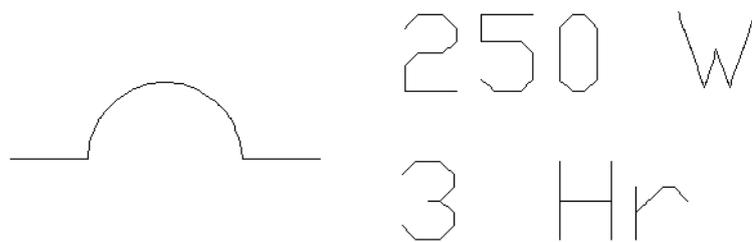


Fig.15

- Heladera:

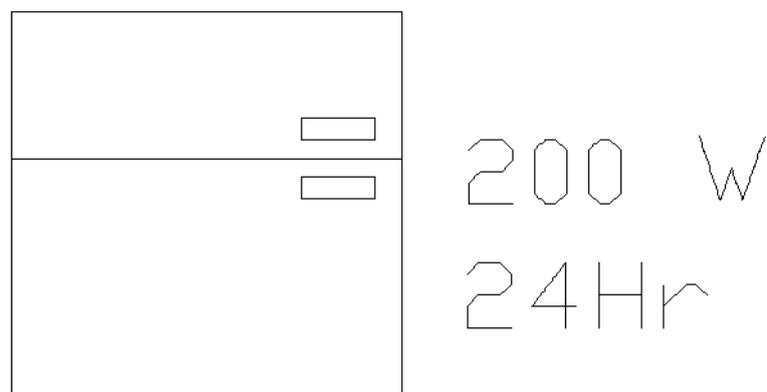


Fig.16

- Televisión:

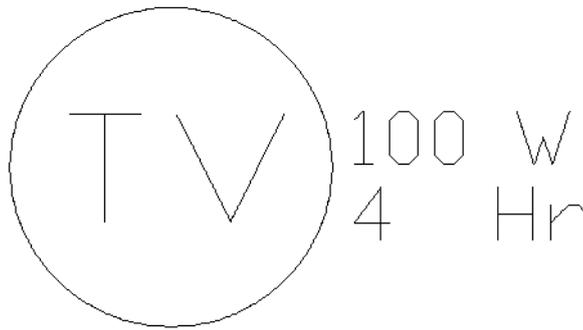


Fig.17

Todas las cargas anteriormente mencionadas pueden ingresarse al diseño a través del menú desplegable que se muestra a continuación:

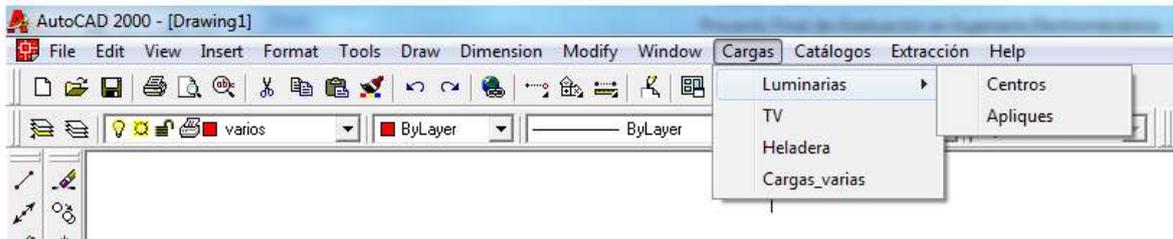


Fig.18

Luego de ingresadas todas las cargas a la instalación tendríamos un plano como el que se muestra a continuación:

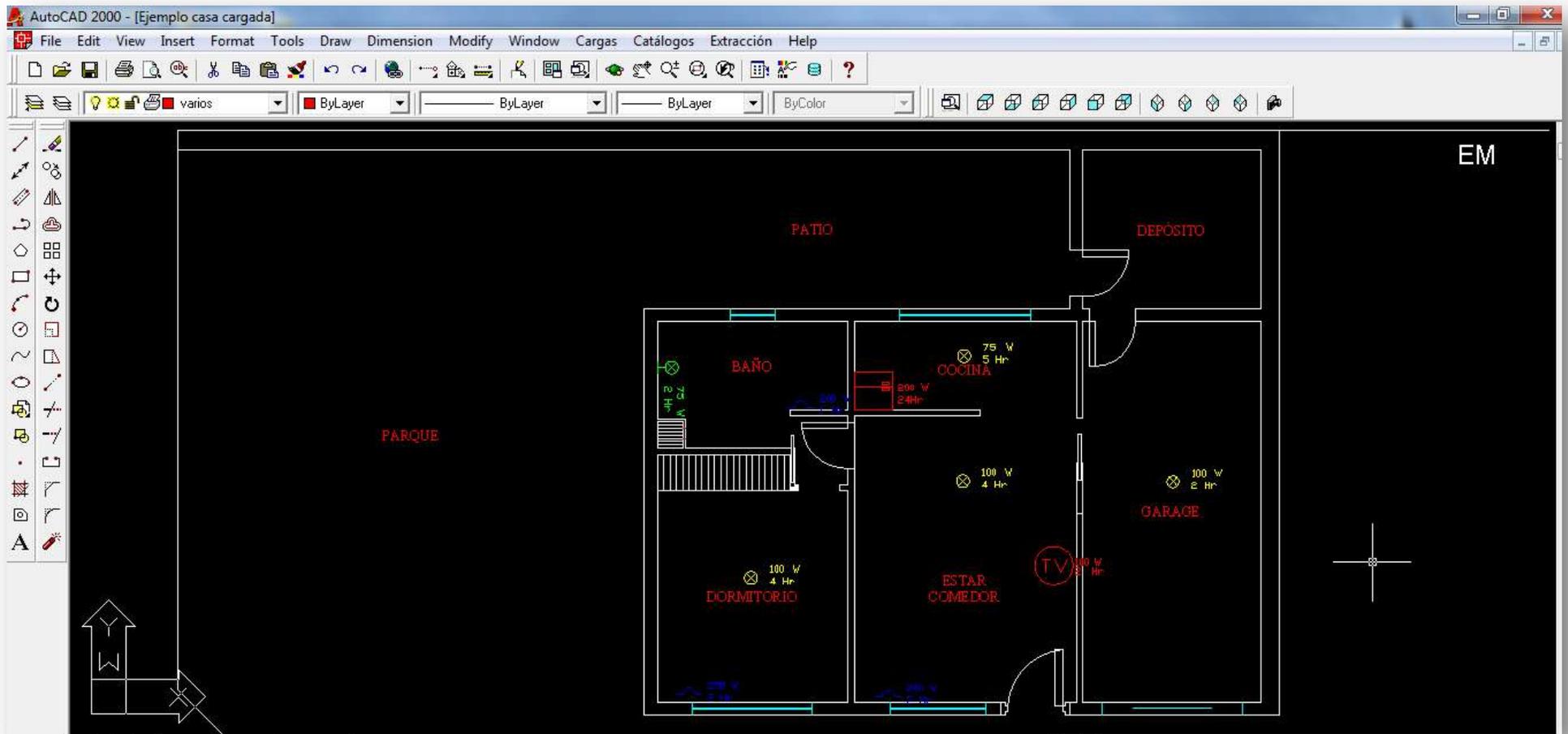


Fig.19.Instalación típica

Una vez finalizada la inserción de las cargas a la instalación se debe realizar el cálculo de la demanda total por día, recordando que esta demanda es la demanda de un día del año de alta demanda, ya que se optó por utilizar un criterio conservativo. Si se desea se puede dimensionar con la demanda de un día de verano, si se tratara de una casa para vacacionar por ejemplo.

Queda a criterio del usuario analizar cada caso en particular y tomar la correcta decisión a la hora de calcular la demanda.

Por otra parte, el software brinda la posibilidad de consultar automáticamente catálogos y hojas de datos de todos los elementos necesarios para dimensionar la instalación fotovoltaica (Paneles solares, baterías, reguladores, inversores, etc.), ofreciendo una herramienta útil, rápida y eficiente que permite al usuario consultar diferentes fabricantes y seleccionar los elementos que más se adecuen a sus necesidades.



Fig.20.Menú catálogos.

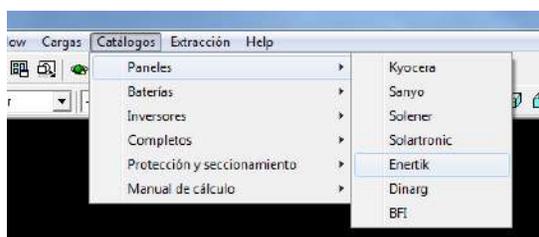


Fig.21.Menú paneles.

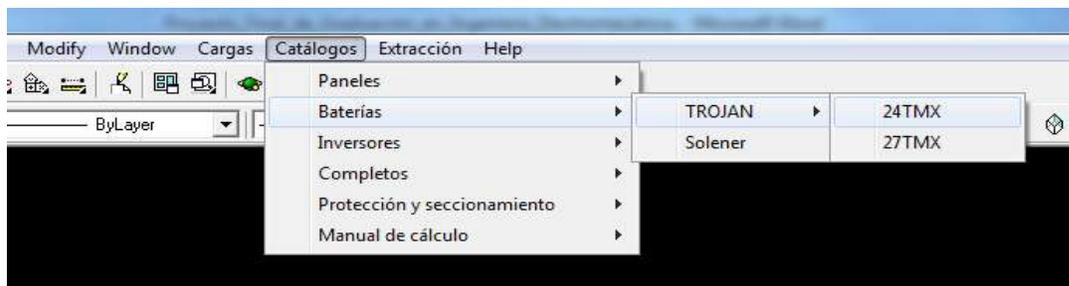


Fig.22.Menú baterías.

Luego de finalizar la inserción hay que exportar los datos al Excel utilizando el acceso que se encuentra en la barra de herramientas:

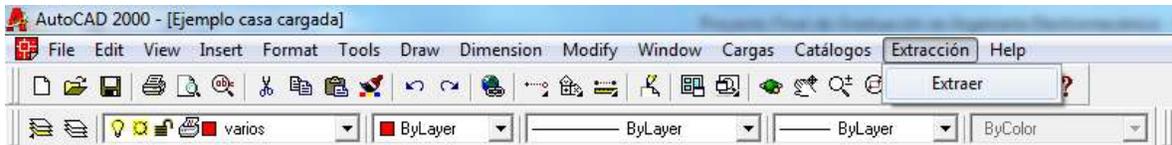


Fig.23.Menú Extracción.

Haciendo click en la opción “Extraer” automáticamente se abrirá una planilla de cálculo como la siguiente:

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'calculos - Microsoft Excel'. The spreadsheet has a table with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Carga	Potencia	Horas de uso	Energía					
2	luminaria	100	4	400					
3	luminaria	100	4	400					
4	luminaria	75	5	375					
5	luminaria	100	2	200			Energía total diaria:		
6	heladera	200	24	4800			7625 Wh		
7	Toma	250	2	500					
8	aplique	75	2	150					
9	Toma	200	1	200					
10	Toma	200	2	400					
11	TV	100	2	200					
12				0					
13				0					

Fig.24.Hoja de cálculo.

Donde luego de ejecutar el macro “Cálculo”, se realizarán los cálculos correspondientes para obtener la demanda diaria total.

Datos del lugar donde se realizará la instalación:

En primer lugar se debe introducir un concepto fundamental, el de las “Horas de Sol Pico” o HPS [horas]. Se puede definir como el número de horas en que disponemos de una hipotética radiación solar constante de 1000 W/m^2 . Es decir, una hora solar pico “HPS” equivale a 1 kWh/m^2 o, lo que es lo mismo, 3.6 MJ/m^2 . Dicho en otras palabras, es un modo de contabilizar la energía recibida del sol agrupándola en paquetes, siendo cada “paquete” de 1 hora recibiendo 1000 watts/m^2 .

Para calcular entonces el valor de HPS se debe dividir el valor de la radiación incidente entre el valor de la potencia de radiación en condiciones estándar de medida (STC), pues es en esas condiciones donde se cumplen las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos. Ese valor de radiación en condiciones estándar de medida es de 1000 watts/m^2 . Es decir, si se dispone de los datos de radiación solar de un determinado día y se divide entre 1000, se obtienen las HSP. Por ejemplo, si tenemos una radiación de 3.800 Wh/m^2 , para pasarla a HSP, se divide entre 1.000 W/m^2 , con lo que obtenemos 3.8 HPS.

La atmosfera terrestre atenúa la radiación solar debido a los fenómenos de reflexión, absorción y difusión que los componentes atmosféricos (moléculas de aire, ozono, vapor de agua, CO_2 , etc.) producen sobre esta.

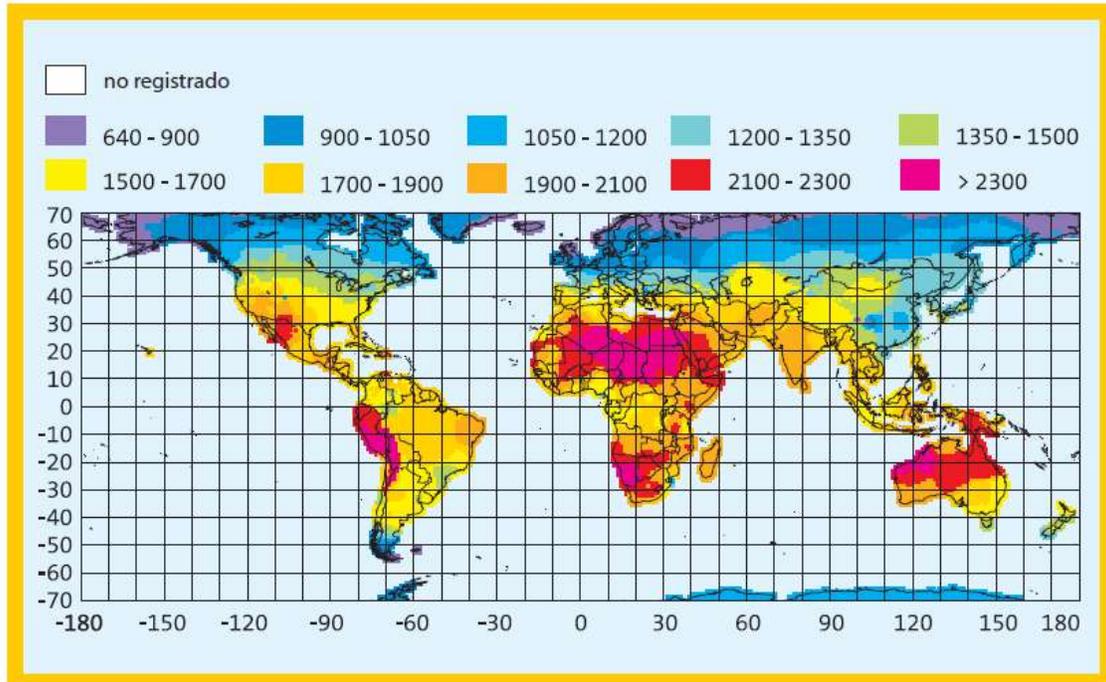
La difusión que se produce debida a la presencia de polvo y a la contaminación del aire depende, en gran medida, del lugar donde se mida, siendo mayor en los lugares industriales y en los lugares más poblados. Los efectos meteorológicos locales tales como nubosidad, lluvia o nieve afectan también a la radiación solar sobre un determinado lugar.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros, la radiación que incide en un plano horizontal de la superficie terrestre un día claro al mediodía alcanza un valor máximo de 1000 W/m^2 aproximadamente. Este valor depende del lugar y, sobre todo, de la nubosidad.

Si se suma toda la radiación global que incide sobre un lugar determinado en un periodo de tiempo definido se obtiene la energía en KWh/m^2 . Este valor es diferente según la región a la que hagamos referencia.

Para conocer la cantidad de energía que disponemos para nuestra instalación solar fotovoltaica necesitamos conocer los datos históricos de radiación solar en la zona donde se va a construir dicha instalación.

A continuación se muestra un mapa mundial con una estimación de la radiación en cada parte del mundo.



Distribución mundial de la irradiación solar por año en kWh/m²

© meteonorm

Fig.25

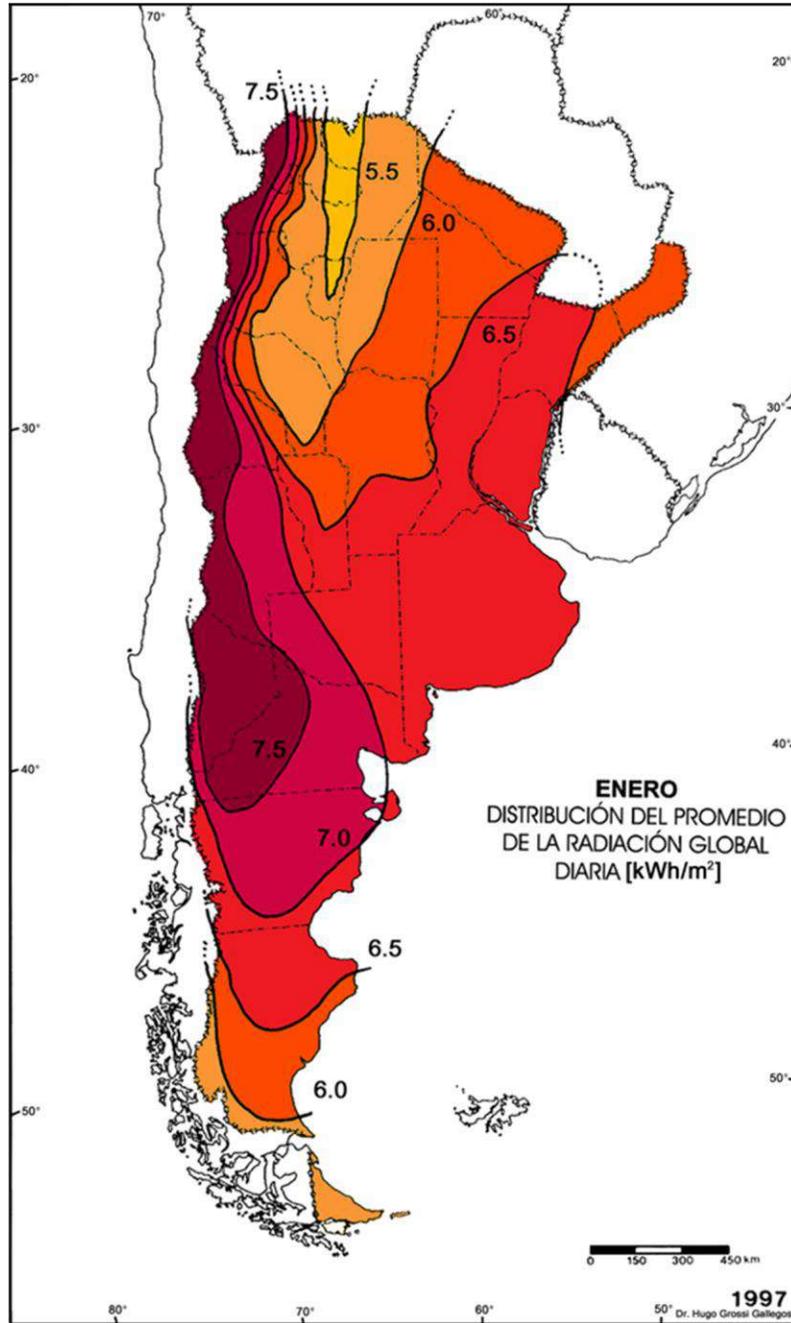
Para realizar este proyecto se contactó al INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), a través del señor Sebastián Cambareri, el cual tuvo la amabilidad de brindar los datos meteorológicos históricos de la estación meteorológica ubicada en Balcarce.

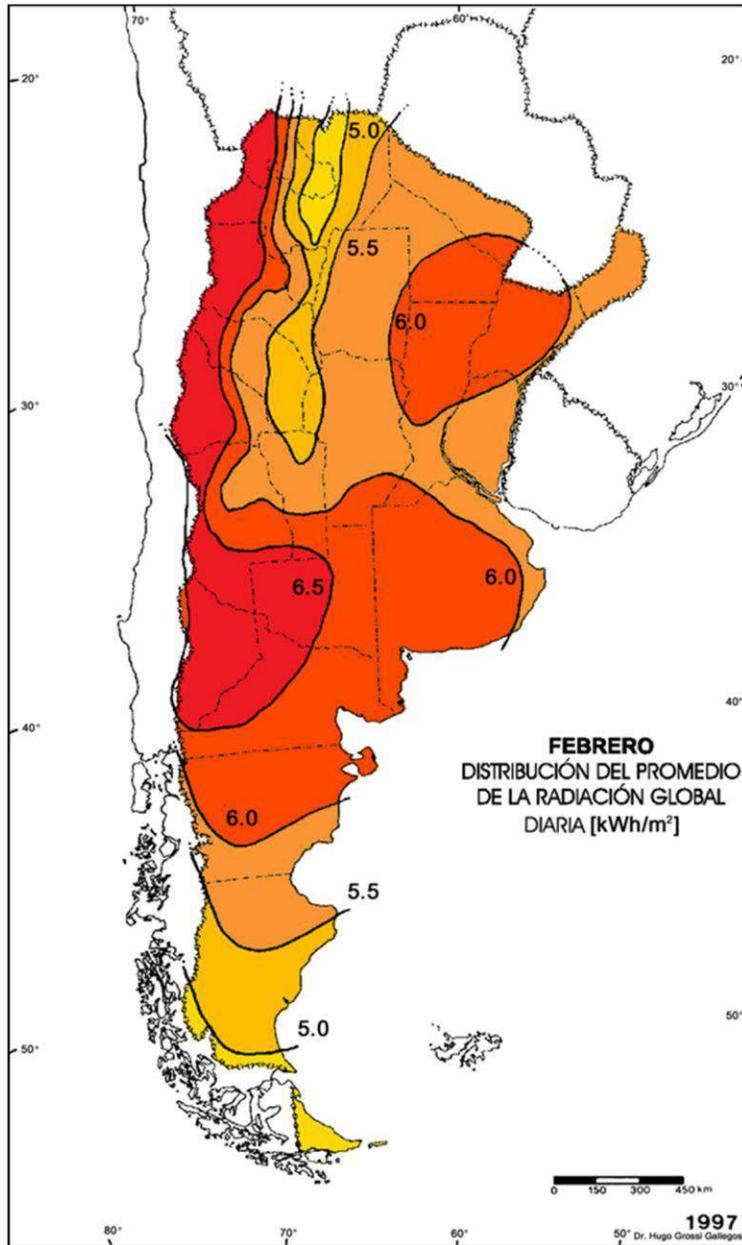
Dichos datos cuentan con registros de radiación solar desde el año 2000 a la fecha, los cuales son más que suficientes para realizar una estimación sobre qué valor adoptar para dimensionar la instalación que deseamos diseñar.

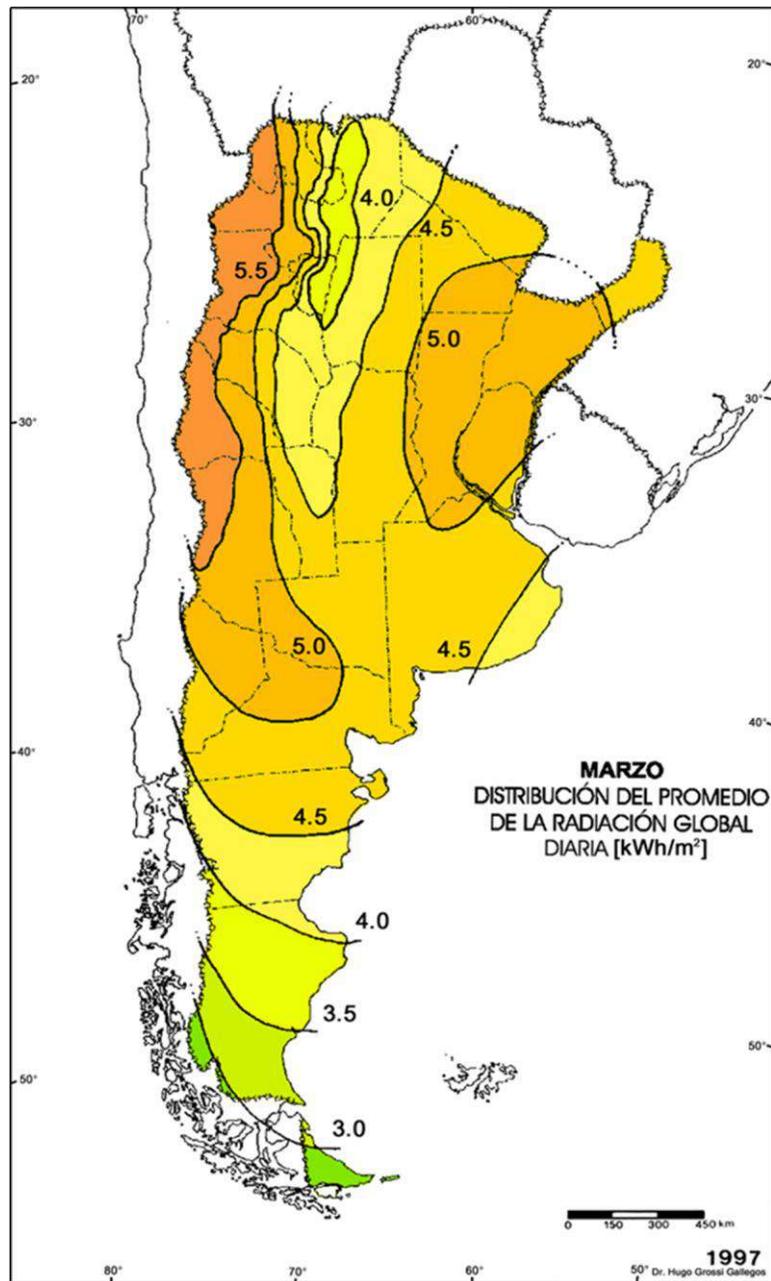
Además de los datos puntuales antes mencionados, existen mapas de distribución de la radiación solar global en la República Argentina, creados en 1997 por Grossi Gallegos, quién estudió las condiciones de la variabilidad espacial de la radiación global.

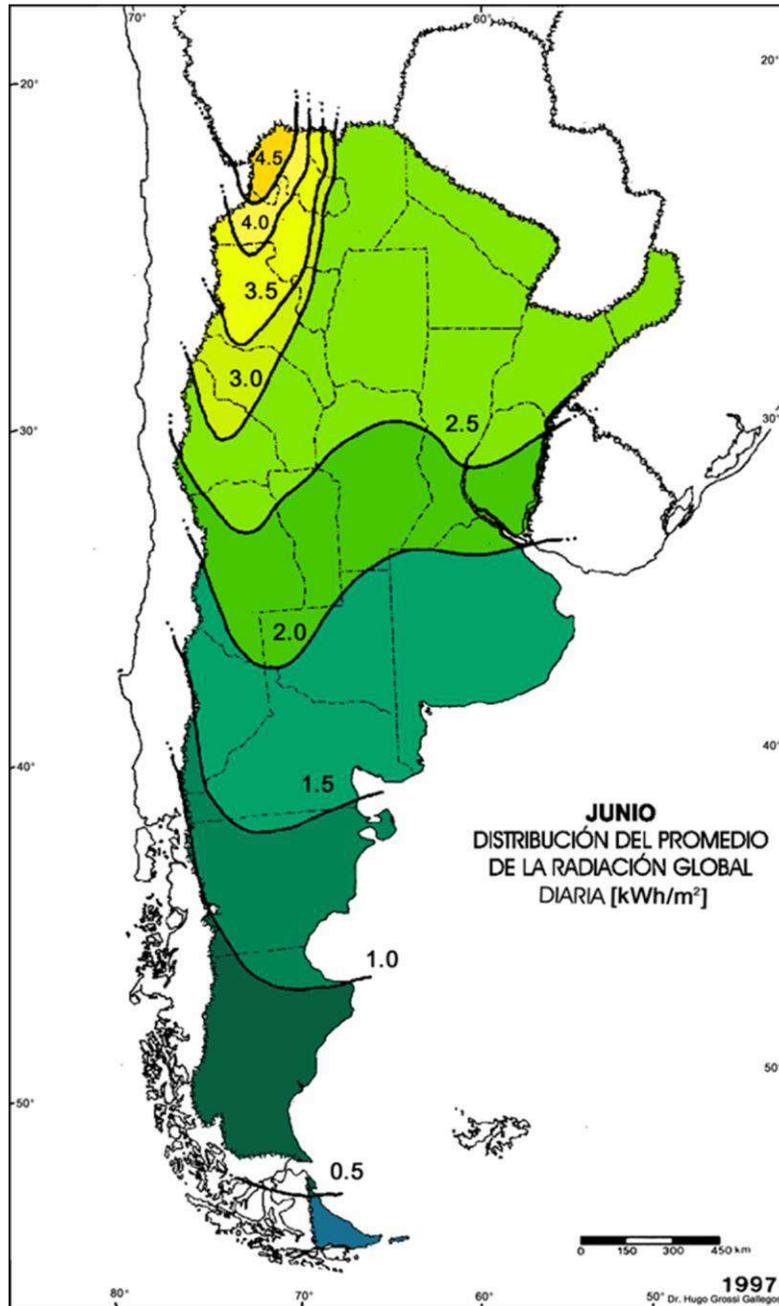
Los promedios de la irradiación solar global diaria se expresan en kWh/m²-día y se estableció como espaciado adecuado entre isolíneas sucesivas el valor 0.5 kWh/m² para que no se produjera superposición de las cotas de error en los meses de máxima radiación.

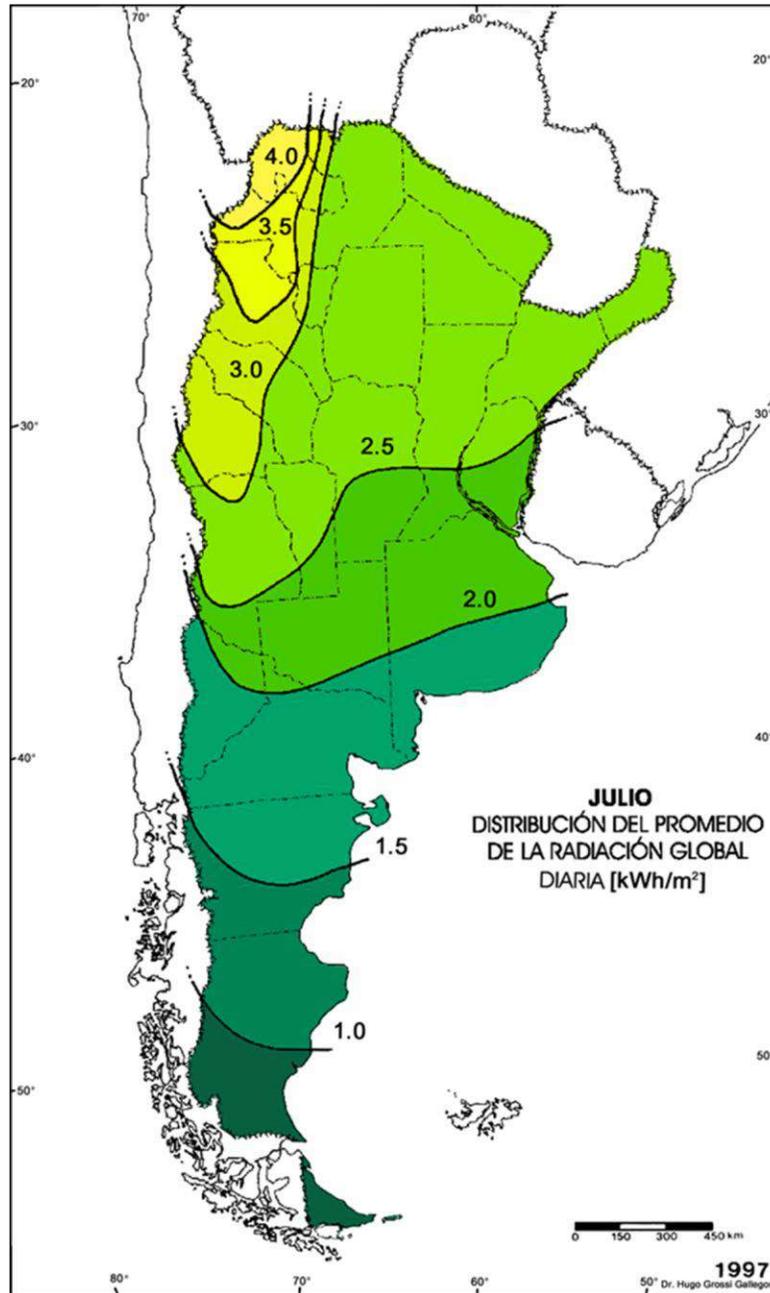
A continuación se presentan los mapas de la distribución de radiación para diferentes meses del año:

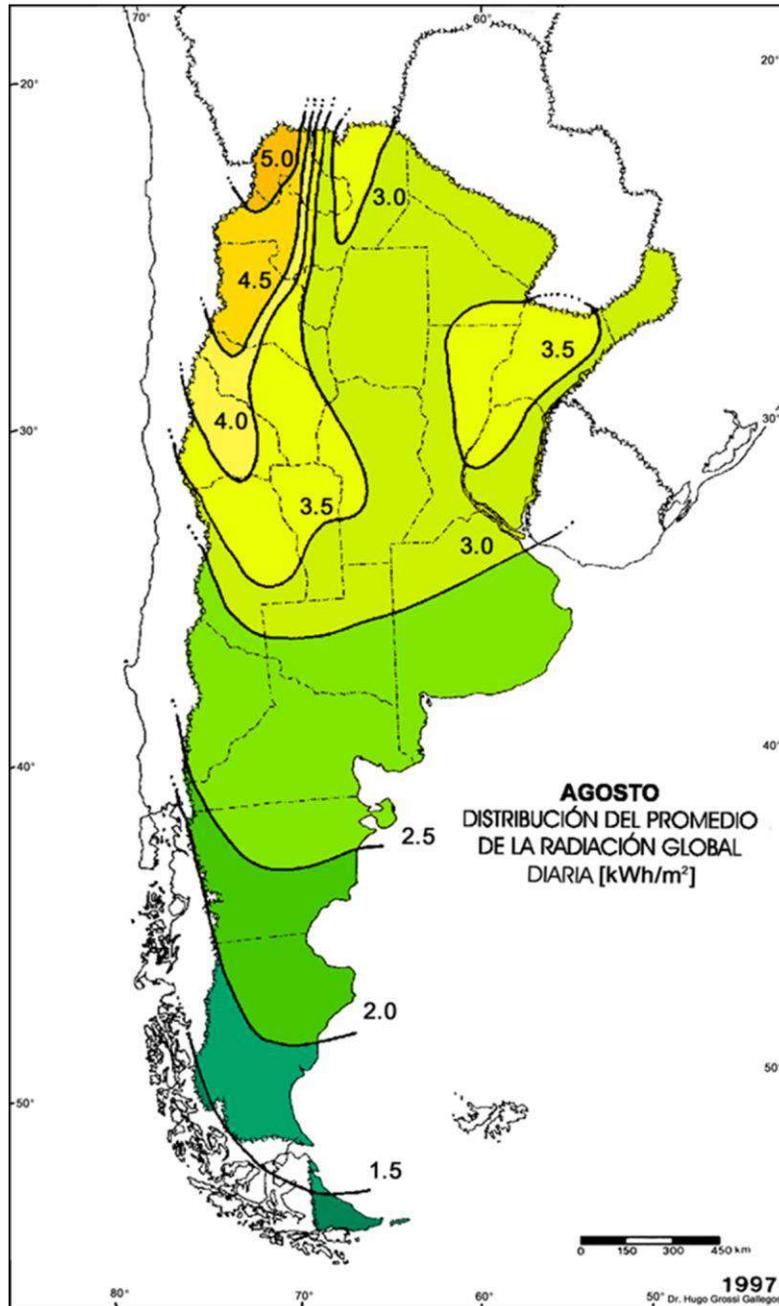












Dimensionado del generador fotovoltaico:

Una vez que la demanda energética de la carga y la cantidad de energía solar disponible son conocidas, se está en condiciones de dimensionar el generador fotovoltaico (GFV).

Los pasos a seguir son los siguientes:

a) Cálculo de la posición óptima de los módulos fotovoltaicos:

El primer paso en el dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo (aunque aquí podría considerarse este paso más como parte del diseño que del dimensionado) será la determinación de la inclinación y orientación de la superficie receptora donde se ubicarán los módulos fotovoltaicos. La posición de una superficie receptora queda perfectamente definida por medio de dos ángulos. El primero de ellos es el **ángulo de inclinación** (ángulo formado entre la horizontal y la superficie receptora) y el segundo de ellos es el **ángulo de orientación** (ángulo formado entre la proyección de la normal de la superficie receptora sobre la horizontal y la dirección sur-norte). En la siguiente figura pueden verse esos ángulos:

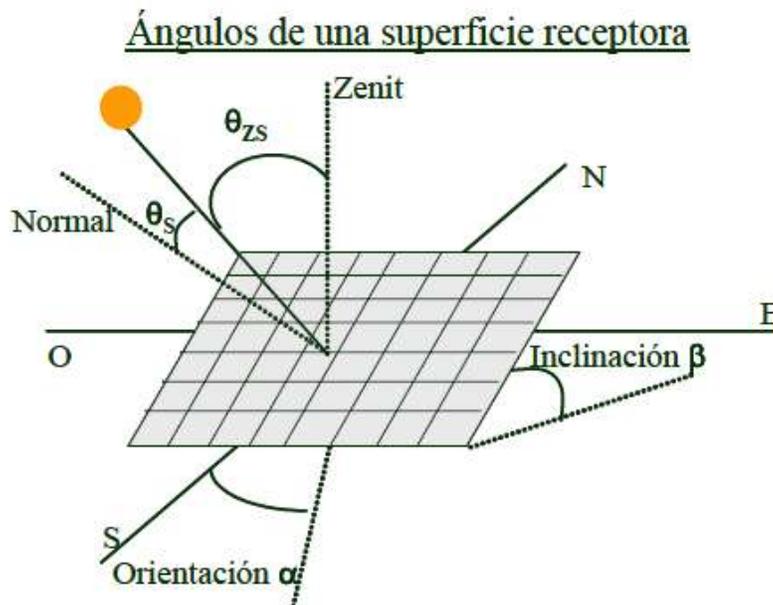


Figura 26. Ángulos sobre una superficie receptora.

En este paso entra en juego la radiación solar global recibida sobre el sistema fotovoltaico. Cabe aclarar que lo mejor hubiese sido disponer de diferentes tablas

(generalmente en escala mensual) de la radiación solar global que se recibe sobre una superficie situada en dirección sur y para diferentes inclinaciones (generalmente de 10 en 10 grados), pero en nuestro caso solo contamos con datos de radiación solar sobre una superficie horizontal, es decir con $\beta=0$.

De todas maneras para determinar la posición a la que se ha de situar la superficie receptora nos podríamos encontrar con diferentes opciones. Una posible opción es que los módulos se hayan de situar, por ejemplo, en el tejado, ya construido, de cierta vivienda. Este tejado tendrá una determinada inclinación y orientación. En este caso, la superficie receptora se tendría que ajustar a dicho tejado y, por tanto, la inclinación y orientación de la misma ya estaría fijada. Supongamos, sin embargo, que se nos presenta la opción de situar los módulos fotovoltaicos en aquella posición que sea más favorable para optimizar el funcionamiento del sistema. Esto es lo que denominaremos determinación o cálculo de la posición óptima de los módulos fotovoltaicos. La **orientación óptima** será la dirección **sur**, y para calcular la **inclinación óptima** se puede recurrir a la siguiente tabla obtenida del manual de Pareja M. *Energía fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada.2010, pg. 90.*

Latitud del lugar	Ángulo en Invierno	Ángulo en Verano
0 al 5 grados	15 grados	15 grados
15 a 25 grados	Latitud	Latitud
25 a 30 grados	Latitud + 5 grados	Latitud - 5 grados
30 a 35 grados	Latitud + 10 grados	Latitud - 10 grados
35 a 40 grados	Latitud + 15 grados	Latitud - 15 grados
más de 40 grados	Latitud + 20 grados	Latitud - 20 grados

En nuestro caso, para la ciudad de Mar del Plata, donde la ubicación es 38°00' latitud Sur 57°33' longitud Oeste (Plaza San Martín), tomamos un ángulo $\beta = 38^\circ \pm 15^\circ$ según la estación del año correspondiente.

Esto aumentaría la radiación solar que capta el panel, dándonos un plus de energía, ya que los datos de radiación suministrados por la estación meteorológica son para una superficie horizontal, es decir con $\beta=0$.

En caso de no poder variar la inclinación del panel en las distintas estaciones del año se recomienda adoptar la inclinación recomendada para el invierno, ya que es la estación de menor radiación del año.

b) Cálculo de potencia y cantidad de paneles

Como se mencionó previamente, se distinguirá si el regulador de carga presenta MPPT (seguidor del punto de máxima potencia) o no. En el primer caso se trabajará con la potencia pico del GFV, mientras que en el segundo se utilizará la corriente pico del mismo.

b.1) Método para sistemas con MPPT:

Este método es válido para SFA con seguidor del punto de máxima potencia (MPPT, Maximum Power Point Tracker), por lo que se considerará que se opera con la potencia del Generador en el punto de máxima potencia en condiciones estándares de medida (STC), $P_{MPP,STC}$.

Para asegurar el suministro de energía durante todo el año debemos elegir los paneles del sistema en las condiciones menos favorables, es decir, la situación del año en la que el cociente entre radiación solar disponible y demanda esperada sea menor, aunque eso implique un sobredimensionamiento para los otros meses, como por ejemplo, los de verano, donde habrá un excedente de energía.

Procedemos ahora con el cálculo del número total de módulos necesarios mediante la siguiente expresión:

$$N^0 \text{ de paneles} = (L_{mdcrit} / K_t) / (P_p \times HSP_{crit} \times \eta_P) \quad Ec.1$$

Donde:

L_{mdcrit} : Consumo medio diario para el mes crítico. [KWh]

P_p : Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC. [KW]

HSP_{crit} : Horas de sol pico del mes crítico.[h]

η_P : Rendimiento del panel solar fotovoltaico.

K_t : Coeficiente de pérdidas totales.

El coeficiente de pérdidas totales K_t viene dado por la expresión:

$$K_t: [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \times [1 - ((K_A \times D_{aut}) / P_d)] \quad Ec.2$$

Este coeficiente se aplica ya que toda instalación solar fotovoltaica se ve afectada por infinidad de pérdidas, tales como la autodescarga de la batería, el rendimiento del convertidor, el del regulador, entre otras. Veamos los coeficientes de pérdidas que deben tenerse en cuenta:

- K_A : por la auto descarga diaria de la batería, dada a 20° C.
- K_B : originada por el rendimiento de la batería.
- K_C : debido al rendimiento del convertidor utilizado (si lo hay).
- K_R : por el rendimiento del regulador empleado.
- K_X : otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión, etc.
- D_{aut} : días de autonomía con baja o nula insolación.
- P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno.

Como ventajas de este método cabe resaltar que se garantiza el suministro de energía durante todo el año, al mismo tiempo que alarga sustancialmente la vida útil de las baterías. No obstante, en su contra destaca el excesivo sobredimensionamiento del GFV lo que incidirá notablemente en su coste.

b.2) Método ‘Amper-hora’:

Como ya se ha indicado, en un sistema fotovoltaico autónomo, el módulo o generador fotovoltaico se utiliza generalmente para cargar una batería o banco de baterías. Si no existe seguidor del punto de máxima potencia (MPPT, Maximum Power Point Tracker) el generador fotovoltaico proporciona potencia a una tensión cercana a la tensión de la batería, V_{BAT} . Por lo tanto, habrá una reducción de la potencia con respecto a la que se obtendría trabajando en el punto de máxima potencia. A fines prácticos, y considerando que no existe seguidor del punto de máxima potencia, el módulo o generador fotovoltaico opera en la región lineal de su característica V-I proporcionando una corriente muy próxima a la corriente en el punto de máxima potencia, I_{PMP} , figura 27.

Por tanto, la potencia que ofrece el mismo se puede expresar como:

$$P_{GFV} = I_{PMP} \times V_{BAT}$$

Ec.3

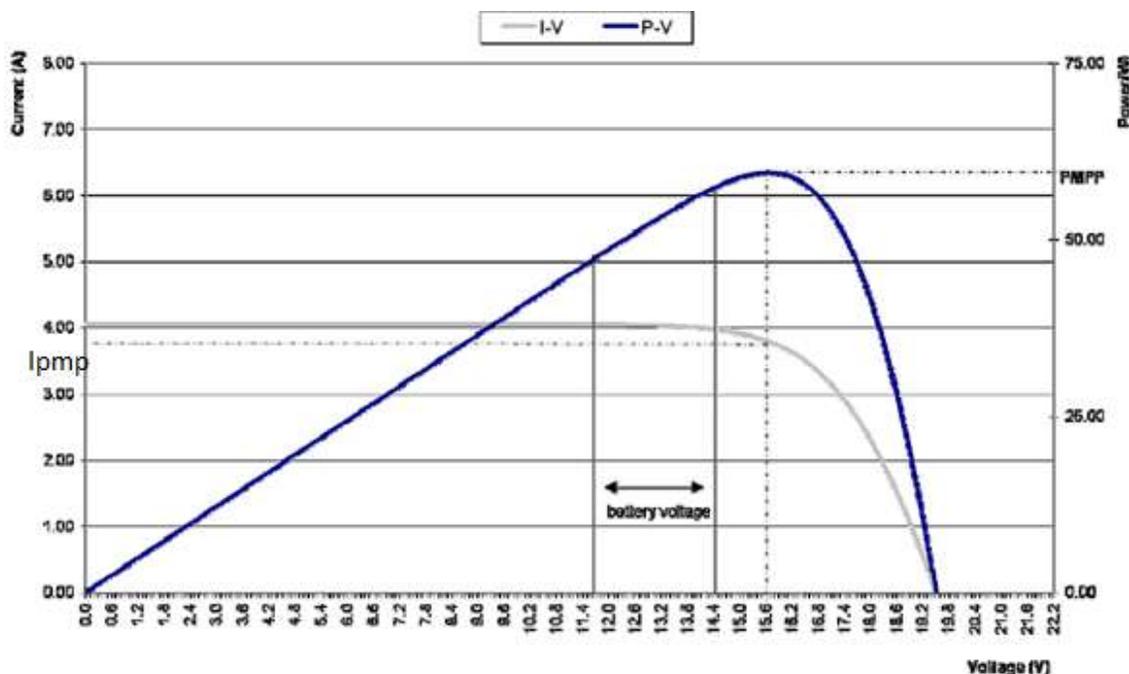


Figura 27. Característica V-I y P-V de un generador fotovoltaico.

Tal y como se aprecia en la figura 27, en los SFA sin MPPT no tiene sentido trabajar con la potencia pico del GFV, ya que al estar la tensión de trabajo impuesta por la batería, rara vez se alcanza este valor. En este caso será más útil, tal y como refleja esta misma figura, operar con la corriente en el punto de máxima potencia. Aunque puede que la corriente de cortocircuito sea más representativa de los valores de corriente comprendidos en el intervalo de tensiones en los que suele operar la batería, se suele escoger la primera siguiendo criterios especialmente conservadores.

No obstante, el método anterior basado en la potencia pico del GFV se puede utilizar en el dimensionado de GFV en SFA sin MPPT, pero habrá que incluir en el K_t (coeficiente de pérdidas, ver pag. 38) las pérdidas por no trabajar en el punto de máxima potencia, que dependen mucho de las condiciones de trabajo del GFV como pueden ser la radiación y la temperatura ambiente y que en algunos casos pueden alcanzar valores bastante elevados (en torno a un 25%).

Este segundo método se denomina “Amperios-Hora” puesto que se calculan inicialmente el equivalente en amperios-hora del consumo estimado, para, a partir de este valor, determinar la corriente a la que habrá de funcionar el generador. Conocida la corriente del generador se estará en disposición de conocer el número de paneles que se habrán de instalar en paralelo. Posteriormente, se calculará el número de paneles a conectar en serie en cada rama anterior y así, el número total de los mismos. Para este método las suposiciones que se suelen hacer son las siguientes:

- Los módulos fotovoltaicos, en este caso, **no** van a estar trabajando en el punto de máxima potencia de la curva V-I, sino en un punto de dicha curva cuya tensión sea la impuesta por la batería.
- La corriente de trabajo de cada módulo fotovoltaico se considerará prácticamente igual a la corriente del punto de máxima potencia, que se denominará corriente nominal del módulo.

Será necesario tener como dato del módulo fotovoltaico lo siguiente:

- La corriente nominal $I_{MOD,MPP,STC}$ que como se ha indicado anteriormente se podrá aproximar a la corriente en el punto de máxima potencia en STC del módulo.

Con todas estas premisas las expresiones necesarias para dimensionar el generador fotovoltaico, para este segundo método son:

$$Q_{Ah} = L_{md} / V_{BAT} \quad Ec.4$$

Siendo:

Q_{Ah} : Consumo diario medio en Amperios-Hora al día (Ah/día)

L_{md} : Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día)

V_{BAT} : tensión nominal de la batería (V)

Y luego para calcular la corriente que debe proporcionar el sistema:

$$I_{GFV,MPP,STC} = Q_{Ah} / (K_t \times HSP_{crit}) \quad Ec.5$$

Donde:

$I_{GFV,MPP,STC}$: Corriente total del generador fotovoltaico en el punto de máxima potencia en STC(A)

Q_{Ah} : Consumo medio en Amperios-Hora al día (Ah/día)

HSP_{crit} : Radiación solar global a la inclinación del sistema (HSP)

Conocidos estos parámetros, el número de ramas en paralelo a conectar será:

$$N_p = I_{GFV,MPP,STC} / I_{MOD,MPP,STC} \quad Ec.6$$

El número de módulos que habrá que conectar en serie se calcula aplicando:

$$N_s = V_{BAT} / V_{MOD,MPP} \quad Ec.7$$

Y por último, el número total de módulos será:

$$N_T = N_p * N_s \quad Ec.8$$

Los valores de N_T , N_s y N_p se redondean al entero superior, como se mencionó anteriormente.

Dimensionado del sistema de acumulación:

En las instalaciones fotovoltaicas lo más habitual es utilizar un conjunto de baterías asociadas en paralelo para almacenar la energía eléctrica generada durante las horas de mayor radiación, para su utilización posterior en los momentos en los que esta es baja o nula. La fiabilidad de la instalación depende en gran medida del sistema de acumulación.

De cara a su empleo en instalaciones fotovoltaicas, es necesario conocer los siguientes conceptos:

-Capacidad: es la cantidad de energía eléctrica que puede obtenerse mediante la descarga total de una batería inicialmente cargada al máximo. La capacidad de un acumulador se mide en Amperios-hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga. Para acumuladores fotovoltaicos es usual referirse a tiempos de descarga de 100 horas. Las baterías tienen un voltaje nominal que suele ser de 2, 6, 12 y 24V, aunque siempre varía durante los distintos procesos de operación. Es importante el voltaje de carga, que es la tensión necesaria para vencer la resistencia que opone el acumulador a ser cargado.

-Eficiencia de carga: es la relación entre la energía empleada para cargar la batería y la realmente almacenada. Una eficiencia del 100% significa que toda la energía empleada para la carga puede ser remplazada para la descarga posterior. Si la eficiencia de carga es baja, es necesario dotarse de un mayor número de paneles para realizar las mismas aplicaciones.

-Autodescarga: es el proceso por el cual el acumulador, sin estar en uso, tiende a descargarse.

-Profundidad de descarga: se denomina profundidad de descarga al valor en tanto por ciento de la energía que se ha sacado de un acumulador plenamente cargado. Como ejemplo, si tenemos una batería de 100Ah y la sometemos a una descarga de 20Ah, esto representa una profundidad de descarga del 20%.

Es necesario recalcar que cuanto menos profundos sean los ciclos de carga/descarga, mayor será la duración del acumulador.

También es importante saber que, para la mayoría de los tipos de baterías, un acumulador que queda totalmente descargado, puede quedar dañado seriamente y perder gran parte de su capacidad de carga.

Debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); se requiere de una adecuada selección de baterías para almacenar la energía eléctrica cuando existe radiación y así poder utilizarla cuando se necesite.

Las baterías fotovoltaicas son un componente muy importante de todo el sistema, proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuada para la utilización

de aparatos eléctricos. Proveen energía eléctrica a un voltaje relativamente constante y permiten operar aparatos eléctricos que requieran una corriente mayor que la que pueden producir los paneles (aún en los momentos de mayor radiación solar).

Características de las baterías:

Las baterías para sistemas fotovoltaicos generalmente son de ciclo profundo, lo cual significa que pueden descargar una cantidad significativa de la energía cargada antes de que requieran recargarse.

En comparación, las baterías de automóviles están construidas especialmente para soportar descargas breves pero profundas durante el momento de arranque; en cambio, las baterías fotovoltaicas están construidas especialmente para proveer durante muchas horas corrientes eléctricas moderadas.

Así, mientras una batería de automóvil puede abastecer sin ningún problema 100 amperios durante 2 segundos, una batería fotovoltaica de ciclo profundo puede abastecer 2 amperios durante 100 horas.

La capacidad de la batería para un sistema fotovoltaico determinado se establece dependiendo de cuanta energía se consume diariamente, de la cantidad de días nublados que hay en la zona y de las características propias de la batería a utilizar.

Mantenimiento y vida útil:

Diferentes tipos y modelos de baterías requieren diferentes medidas de mantenimiento.

Algunas requieren el agregado de agua destilada o electrolito, mientras que otras, llamadas

“baterías libres de mantenimiento”, no lo necesitan.

Generalmente, la vida útil de una batería de ciclo profundo es entre 3 y 5 años, pero esto depende en buena medida del mantenimiento y de los ciclos de carga/descarga a los que fue sometida.

Las baterías para aplicaciones fotovoltaicas son elementos bastante sensibles a la forma en la que se realizan los procesos de carga y descarga.

Las más recomendadas para instalaciones solares son las estacionarias de plomo ácido, con celdas de 2V cada una, que se dispondrán en serie y/o paralelo para completar los 12, 24 o 48 Vcc que sean necesarios en cada caso.

El criterio que podemos utilizar a la hora de escoger la tensión de trabajo que necesitamos para nuestro sistema fotovoltaico se podría resumir, de modo genérico, en la siguiente tabla:

Potencia demandada por las cargas (W)	Tensión de Trabajo (V)
Menor de 1.500	12
1.500 - 5.000	24 ó 48
Mayor de 5.000	120 ó 300

Este criterio se basa en analizar los valores de corriente resultantes y establecer un equilibrio para no obtener corrientes demasiado elevadas en el sistema.

Pasamos ahora al **cálculo de las baterías** recordando que los dos parámetros importantes para el dimensionado de la batería son la máxima profundidad de descarga (estacional y diaria) y el número de días de autonomía.

Se utilizará la siguiente nomenclatura:

PD_{max,e}: Profundidad de Descarga Máxima Estacional [%]

PD_{max,d}: Profundidad de Descarga Máxima Diaria [%]

D_{aut}: Número de días de Autonomía

Calculamos entonces ahora la capacidad nominal necesaria de las baterías en función de la profundidad de descarga estacional y diaria.

Luego comparamos los valores obtenidos con los que brinda el fabricante para diferente cantidad de horas según corresponda y calculamos el número de baterías necesario para cada caso. Luego seleccionamos el mayor número de baterías de los dos obtenidos, pues de lo contrario podríamos incurrir en una insuficiencia estacional o diaria.

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

$$C_{nd} \text{ (Wh)} = L_{md} / P_{dmax} \quad \text{Ec.9}$$

$$C_{nd} \text{ (Ah)} = C_{nd} \text{ (Wh)} / V_{bat} \quad \text{Ec.10}$$

L_{md}: Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día)

P_{dmax}: Profundidad de Descarga Máxima Diaria

La explicación de las dos ecuaciones es sencilla, necesitamos generar una energía diaria **L_{md}** con nuestras baterías pero permitiendo solamente una determinada descarga máxima diaria. Una vez sabida la energía en Wh de la batería, simplemente dividimos entre la tensión de la misma y ya tenemos la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de la descarga máxima diaria.

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

$$C_{ne} \text{ (Wh)} = (L_{md} \times D_{aut}) / P_{dmax} \quad \text{Ec.11}$$

$$C_{ne} \text{ (Ah)} = C_{ne} \text{ (Wh)} / V_{bat} \quad \text{Ec.12}$$

La explicación es similar a la anterior, necesitamos generar una energía diaria L_{md} con nuestras baterías pero que podamos disponer de ella durante los días sin sol, sin permitir una descarga mayor que la estipulada. Una vez sabida la energía en Wh de la batería, simplemente dividimos entre la tensión de la misma y ya tenemos la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de los días de autonomía.

Dimensionado del regulador:

Procedemos ahora al **cálculo del regulador**, para ello debemos calcular cual es la máxima corriente que debe soportar el regulador, a su entrada y también a su salida.

Para calcular la corriente de entrada al regulador hacemos el producto entre corriente de cortocircuito del módulo y el número de las ramas en paralelo (la corriente de cada rama en paralelo asumimos que será la misma).

$$I_{\text{entrada}} = I_{\text{mod,sc}} \times N_p \quad \text{Ec.13}$$

Siendo:

$I_{\text{MOD,SC}}$ = La corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito. Se usa la corriente de cortocircuito para el cálculo de la corriente de entrada al regulador por que será la máxima corriente que podría ser generada por el módulo fotovoltaico y ha de ser esa la que tengamos en cuenta para evitar deterioro del regulador por sobrecorriente, por deterioro de contactos en reguladores electromecánicos y por temperatura en los semiconductores en los reguladores electrónicos.

N_p = El número de ramas en paralelo.

Para el cálculo de la corriente a la salida simplemente hay que utilizar la potencia de las cargas y dividirla por la tensión del sistema de acumulación.

Dimensionado del inversor:

En el mercado podemos encontrar dos tipos de inversores: Los de **onda senoidal pura (PWM)** y los de **onda senoidal modificada (MSW)**.

Los inversores de onda senoidal modificada (MSW) pueden alimentar a la mayoría de los electrodomésticos actuales, sin embargo, pueden ocasionarnos problemas con aparatos con cargas inductivas, como son los motores. Los inversores de onda senoidal pura (PWM), “imitan” la forma de onda que de la red eléctrica y en consecuencia son la mejor opción la alimentar los equipos eléctricos y electrónicos actuales.

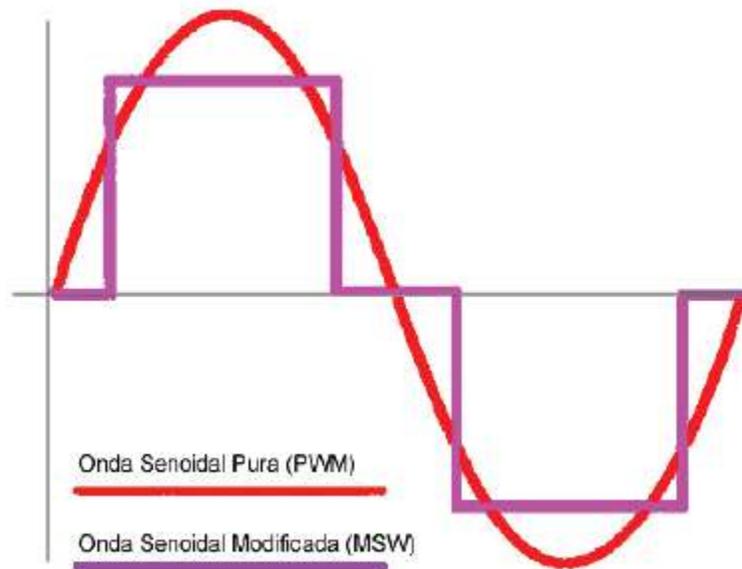


Fig.28. Formas de onda.

Los inversores de onda senoidal modificada presentan una distorsión armónica total (THD) del % 20 y sus rendimientos son mayores al %90.

En cambio los inversores de onda senoidal pura tienen un cuidadoso filtrado de la señal generada y constituyen la mejor opción no presentando ningún problema con la THD ni con la estabilidad de la tensión.

En el caso de los motores la forma de onda de la tensión que los alimenta debe aproximarse lo más posible a una onda senoidal pura, ya que el máximo rendimiento en el giro del motor se produce por el armónico fundamental a una frecuencia de 50Hz. Cualquier otro armónico que llegue al motor no produce giro,

sino que disipa calor por efecto Joule lo que provoca calentamiento y pérdidas de rendimiento.

Las características más importantes a la hora de seleccionar los inversores son:

- Voltaje y corriente de entrada/salida.
- Tipo de forma de onda (cuadrada, senoidal).
- Límites del voltaje de entrada.
- Bajo autoconsumo y alto rendimiento.
- Distorsión armónica total (THD). A menor THD menor ruido e interferencias. Hay que tener en cuenta el factor de potencia de operación de las cargas.
- Potencia de salida.
- Capacidad de sobrecarga. Importante en caso de arranque de motores.
- Regulación de tensión de salida independiente de la tensión de entrada y del consumo.
- Regulación de la frecuencia de salida.
- Facilidad de reparación y mantenimiento.
- Umbral de arranque ajustable. (nivel mínimo de carga para que el inversor arranque).
- Una característica deseable es la capacidad de operar en paralelo adaptándose a la modularidad de los sistemas fotovoltaicos aportando la posibilidad de aumentar la potencia de la instalación con facilidad.

Para el caso de un sistema fotovoltaico autónomo podemos mencionar otros aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir un inversor, ya que en este caso el inversor funcionará todo el tiempo conectado a un grupo de baterías entregando energía a las cargas de CA de la instalación.

Estos aspectos son:

- Rango de variación admisible de la tensión de entrada, ya que la tensión de la batería varía en función de su estado de carga.
- Estabilidad de la tensión a la salida.
- Rendimiento del inversor en función del factor de potencia de las cargas. Ya que el mismo disminuye cuando las cargas presentan factores de potencia menores a 0,95.

En síntesis, a la hora de seleccionar un inversor para una instalación solar fotovoltaica autónoma necesitamos al menos conocer los siguientes datos:

- Tensión nominal
- Rango de tensión a la entrada
- Frecuencia
- Potencia nominal
- Tensión de salida (RMS)
- Rendimiento a la potencia nominal
- Consumo en vacío
- Protecciones incorporadas

Ejemplos de cálculo de instalaciones fotovoltaicas

A continuación se presentarán dos casos de ejemplos de cálculo en instalaciones autónomas con características totalmente diferentes.

Se analizarán diferentes variantes en cuanto a los elementos a utilizar y por último se realizará el correspondiente análisis económico para las diferentes variantes presentadas.

EJEMPLO 1: Se trata de una instalación fotovoltaica autónoma que deberá satisfacer las necesidades energéticas de una vivienda familiar que se ubica en un campo a 20 Km de la ciudad de Balcarce, la misma se encuentra habitada durante todo el año y no cuenta con líneas de media o baja tensión que suministren energía en sus inmediaciones.

Como se mencionó previamente, el criterio que se sigue en el dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo no es el de producir la máxima energía sino el de buscar la forma de que la probabilidad de fallo sea lo más baja posible, asegurando al usuario el suministro de energía eléctrica los 365 días del año.

En este ejemplo vamos a proponer dos soluciones para la misma instalación, y luego haciendo un análisis económico escogeremos la solución más conveniente desde el punto de vista económico.

Como se vio en la sección de *procedimiento de cálculo*, es muy importante a la hora de dimensionar, elegir si el sistema va a contar con un regulador con seguidor de punto de máxima potencia o no.

Desde el punto de vista de la eficiencia del sistema por supuesto que conviene elegir un regulador con MPPT, ya que este permite obtener más energía para una misma cantidad de paneles pero este tipo de reguladores tienen un precio muy elevado lo que puede encarecer demasiado nuestra instalación.

En este ejemplo vamos a diseñar y dimensionar el sistema para los dos casos, el primero con regulador de MPPT y el segundo sin él.

Estimación del consumo

En esta etapa del dimensionamiento utilizaremos el software AUTO CAD y exportaremos los datos hacia el EXCEL como se explicó anteriormente.

Nuestro ejemplo representa el consumo promedio de una casa de dos ambientes para una familia tipo en un mes invernal, los datos de consumo obtenidos luego de utilizar el software son:

Carga	Potencia(W)	Horas de uso Diarias	Energía (Wh)
luminaria	18	2	36
luminaria	18	4	72
luminaria	18	5	90
luminaria	11	2	22
heladera	130	6	780
Toma	150	1	150
aplique	11	2	22
Toma	150	1	150
Toma	150	1	150
TV	100	2	200

Potencia total
756 W

Energía total diaria
1672 Wh

Aclaración: Para el consumo de la heladera se estimó que el motor de la misma está en funcionamiento solo 15min por cada hora.

Datos del lugar donde se realizará la instalación

En este caso se optó por utilizar un criterio conservador y utilizar el valor promedio histórico de los 3 meses de menor radiación solar, que en esta parte del mundo son Mayo, Junio y Julio.

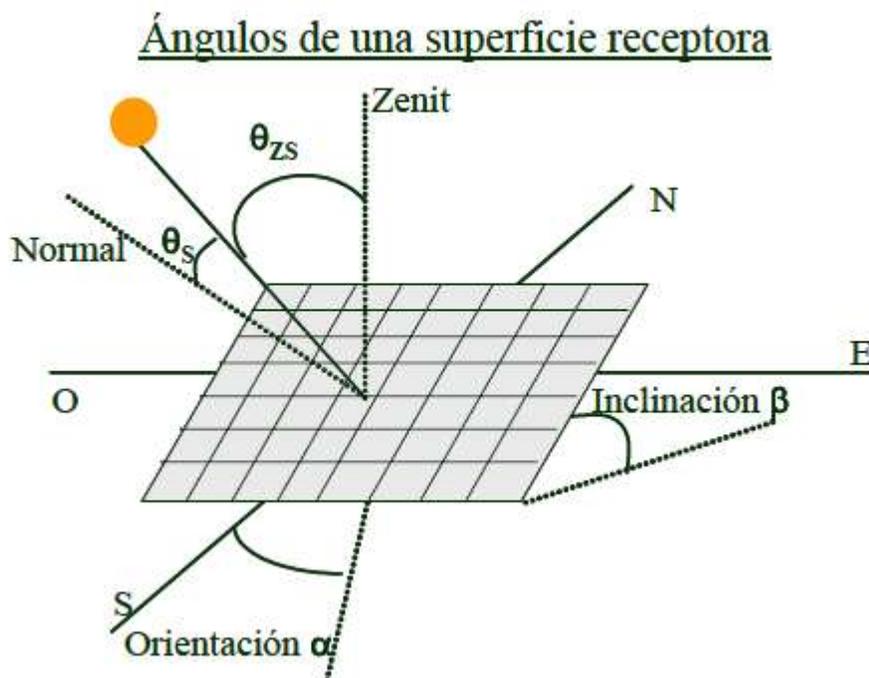
De esta manera se asegura el abastecimiento de energía eléctrica durante todo el año, aunque obviamente la instalación queda ampliamente sobredimensionada durante los meses de mayor radiación solar.

El valor obtenido luego de promediar los datos mencionados fue: 2,02 HPS, que representa un valor relativamente bajo, por lo tanto es de esperarse que se requiera un sistema fotovoltaico de gran capacidad.

Elección del generador fotovoltaico

Posición óptima de los módulos fotovoltaicos:

Realizando el análisis que se muestra en la sección *dimensionado del generador*, para la ciudad de Mar del Plata, donde la ubicación es 38°00' latitud Sur 57°33' longitud Oeste (Plaza San Martín), tomamos un ángulo $\beta = 38^\circ \pm 15^\circ$ según la estación del año correspondiente.



En caso de no poder variar la inclinación del panel en las distintas estaciones del año se recomienda adoptar la inclinación recomendada para el invierno, ya que es la estación de menor radiación del año.

Cálculo de potencia y cantidad de paneles:

Como se mencionó previamente, se analizarán dos casos: si el regulador de carga presenta MPPT o no. En el primer caso se trabajará con la potencia pico del GFV, mientras que en el segundo se utilizará la corriente pico del mismo.

-Primer caso:

Para este caso se utilizará el regulador de voltaje con seguidor de punto de máxima potencia marca OUT BACK modelo FlexMax 80, cuyas especificaciones técnicas se presentan en el catálogo del fabricante que se muestra en el *anexo de catálogos* del presente trabajo.

En dicho catálogo se puede observar que para trabajar con una potencia menor a 1250 W, el regulador debe trabajar a 12V, por lo tanto esa será la tensión de nuestro sistema de acumulación.

Procedemos ahora con el cálculo del número total de módulos necesarios mediante la siguiente expresión:

$$N^0_{\text{de paneles}} = (L_{\text{mdcrit}} / K_t) / (P_p \times HSP_{\text{crit}} \times \eta_P) \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

L_{mdcrit} : Consumo medio diario mensual para el mes crítico.

P_p : Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC.

HSP_{crit} : Horas de sol pico del mes crítico.

η_P : Rendimiento del panel solar fotovoltaico.

K_t : Coeficiente de pérdidas totales.

En este caso se utilizarán paneles solares de silicio policristalino marca ENERTIK que presentan la siguiente variedad de modelos en cuanto a su potencia pico: 10W, 30W, 50W, 80W, 120W, 230W.

El coeficiente de pérdidas totales K_T viene dado por la expresión:

$$K_T: [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \times [1 - ((K_A \times D_{aut}) / P_d)] \quad Ec.2$$

Donde:

K_A : por la auto descarga diaria de la batería, dada a 20° C.

K_B : originada por el rendimiento de la batería.

K_C : debido al rendimiento del convertidor utilizado.

K_R : por el rendimiento del regulador empleado.

K_X : otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión, etc.

D_{aut} : días de autonomía con baja o nula insolación.

P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno.

Como en esta instancia del dimensionamiento del sistema aún no se seleccionaron todos los componentes de la instalación, para poder realizar el cálculo del número de paneles se utilizarán valores típicos para los coeficientes de pérdidas, y luego de seleccionar todos los componentes se realizará una iteración con valores reales de los coeficientes de pérdidas para verificar si el número de paneles es el correcto.

Los valores típicos de cada coeficiente, a falta de conocerlos exactamente son:

K_A : Aumenta con la temperatura, y varía con el tipo de batería, estimando el coeficiente de descarga diaria de:

0'002 para las de **NiCd** o de **PbCa** sin mantenimiento.

0'005 para las estacionarias de de plomo-ácido, **Pb** (de uso normal en instalaciones solares).

0'012 para cualquier otro tipo o muy deteriorada por el uso.

K_B : en general **0'05** y **0'1** para **viejos** acumuladores, para **fuertes** descargas, o **bajas** temperaturas.

K_C : contempla el rendimiento del convertidor c.c.-c.a. que suele variar del 75%÷95% a falta de otros datos, se tomará el valor de **0'25** a **0'05**, y **0** si no lo hay.

K_R : debido al rendimiento del regulador, en el que su tecnología electrónica es similar a la del convertidor, con valores comprendidos entre **0'1** a **0'01** (90÷99% de η).

K_x : agrupa a cualquier otro tipo de pérdida no consideradas, tomando normalmente el valor de **0'15** cuando se conocen las potencias teóricas; **0'1** en general, sin conocer los rendimientos; puede reducirse hasta **0'05** si se han tenido en cuenta los rendimientos de cada carga instalada.

D_{aut} : Días de autonomía con baja o nula insolación: Consideraremos 3 días de autonomía, basándonos en los datos meteorológicos históricos de la zona.

P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno: 0,6

Por lo tanto, para este primer cálculo obtenemos:

$$K_t: [1 - (0,05 + 0,1 + 0,1 + 0,05)] \times [1 - ((0,005 \times 3) / 0,6)] = 0,6825$$

Para el cálculo del rendimiento del panel, el fabricante nos da el coeficiente de temperatura de potencia máxima: - 0,47 % °C

Lo que nos indica que se pierde un 0,47% de potencia máxima por cada grado centígrado por encima de 25 °C (condiciones STC).

Como adoptamos una posición conservativa y estamos dimensionando para condiciones invernales, suponemos que en invierno el panel nunca superará los 35 °C, por lo tanto tenemos 10°C de aumento de temperatura lo que nos da una pérdida de potencia del 4,7 %.

En síntesis tenemos los siguientes datos:

L_{mdcrit} : 1672 Wh
 HSP_{crit} : 2,02 HPS
 ηP : 0,953
 K_t : 0,6825

Por lo tanto si elegimos trabajar con el panel de 230 W, aplicando la fórmula para el número de paneles, obtenemos:

$$N^0_{de\ paneles} = (L_{mdcrit} / K_t) / (P_p \times HSP_{crit} \times \eta P) \tag{Ec.1}$$

$$N^0_{de\ paneles} = (1672 / 0,6825) / (230 \times 2,02 \times 0,953) = 5,53$$

Por lo tanto el número de paneles a conectar es de 6.

-Segundo caso:

En este caso, al no utilizarse seguidor del punto de máxima potencia (MPPT, Maximum Power Point Tracker) el generador fotovoltaico proporcionará potencia a una tensión cercana a la tensión de la batería, V_{BAT} . Por lo que es de esperarse una reducción de la misma con respecto a la potencia en el punto de máxima potencia.

En síntesis tenemos los siguientes datos:

L_{mdcrit} : 1672 Wh
 HSP_{crit} : 2,02 HPS
 η_P : 0,953
 K_t : 0,6825

Las expresiones necesarias para dimensionar el generador fotovoltaico, para este segundo método son:

$$Q_{Ah} = L_{md} / V_{BAT} \quad Ec.4$$

Siendo:

Q_{Ah} : Consumo diario medio en Amperios-Hora al día (Ah/día)
 L_{md} : Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día) = 1672 Wh
 V_{BAT} : tensión nominal de la batería (V) = 12 V

Luego:

$$Q_{Ah} = 1672 / 12 = 139,34 \text{ Ah}$$

Para calcular la corriente total que necesitamos obtener del sistema utilizamos:

$$I_{GFV,MPP,STC} = Q_{Ah} / (K_t \times HSP_{crit}) \quad Ec.5$$

Donde:

$I_{GFV,MPP,STC}$: Corriente total del generador fotovoltaico en el punto de máxima potencia en STC(A)
 Q_{Ah} : Consumo medio en Amperios-Hora al día (Ah/día)
 HSP_{crit} : Radiación solar global a la inclinación del sistema (HSP)

Luego obtenemos:

$$I_{GFV,MPP,STC} = Q_{Ah} / (K_t \times HSP_{crit}) = 139,34 / (0,6825 \times 2,02) = 101,07 \text{ A}$$

En este caso se utilizarán paneles solares de silicio policristalino marca ENERTIK que presentan variedad de modelos, si observamos el catálogo adjunto podemos obtener la corriente en punto de máxima potencia para cada modelo. En este caso utilizaremos el modelo de 230W de potencia nominal, que en el punto de máxima potencia proporciona una corriente de 7,55 A a una tensión de 30,5 V. Pero aplicando el rendimiento de 0,953 calculado anteriormente tenemos una corriente de 7,2 A.

Conocidos estos parámetros, el número de ramas en paralelo a conectar será:

$$N_p = I_{GFV,MPP,STC} / I_{MOD,MPP,STC} = 101,07 / 7,2 = 14,03$$

El número de módulos que habrá que conectar en serie, se calcula así:

$$N_s = V_{BAT} / V_{MOD,MPP} = 12 / 30,5 = 0,39$$

Y por último, el número total de módulos será:

$$N_T = N_p * N_s = 14 * 1 = 14$$

Los valores de N_T , N_s y N_p se redondean al entero superior, como se mencionó anteriormente.

Elección del sistema de acumulación

Como se menciono anteriormente en la sección *Dimensionado del sistema de acumulación*, las baterías recomendadas para instalaciones solares son las de plomo/ácido, y en base a la potencia de las cargas que tenemos en nuestro caso se recomienda 12V de tensión de trabajo.

Seleccionaremos entonces para nuestro sistemas las baterías marca TROJAN, modelo 27TMX, que cuentan con las características mencionadas anteriormente y están disponibles en el mercado local. Las especificaciones técnicas se presentan en el catálogo del fabricante que se muestra en el *anexo de catálogos* del presente trabajo, además se adjunta la guía del usuario de baterías TROJAN, donde se pueden encontrar datos que aporta el fabricante sobre profundidad de descarga máxima, autodescarga, reciclado de baterías de plomo, etc. La tensión de estas baterías es de 12V.

Luego calcularemos la capacidad del sistema mediante la siguiente ecuación:

Capacidad nominal del banco de baterías en función de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

$$C_{nd} \text{ (Wh)} = L_{md} / P_{dmax} \quad \text{Ec.9}$$

$$C_{nd} \text{ (Ah)} = C_{nd} \text{ (Wh)} / V_{bat} \quad \text{Ec.10}$$

L_{md}: Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día) = 1672 Wh/día

P_{dmax}: Profundidad de Descarga Máxima Diaria = 15 %

V_{bat}: Tensión del sistema de acumulación = 12V

$$C_{nd} \text{ (Wh)} = L_{md} / P_{dmax-d} = 1672 / 0,15 = 11146,67 \text{ Wh}$$

$$C_{nd} \text{ (Ah)} = C_{nd} \text{ (Wh)} / V_{bat} = 11146,67 / 12 = 928,89 \text{ Ah}$$

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

$$C_{ne} \text{ (Wh)} = (L_{md} \times D_{aut}) / P_{dmax-E} \quad \text{Ec.11}$$

$$C_{ne} \text{ (Ah)} = C_{ne} \text{ (Wh)} / V_{bat} \quad \text{Ec.12}$$

L_{md}: Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día) = 1672 Wh/día

P_{dmax-E}: Profundidad de Descarga Máxima Estacional = 60 %

V_{bat}: Tensión del sistema de acumulación = 12V

D_{aut}: Días de autonomía = 3 días

La explicación es similar a la anterior, necesitamos generar una energía diaria **L_{md}** con nuestras baterías pero que podamos disponer de ella durante los días sin sol, sin permitir una descarga mayor que la estipulada. Una vez sabida la energía en Wh de la batería, simplemente dividimos entre la tensión de la misma y ya tenemos la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de los días de autonomía.

$$C_{ne} \text{ (Wh)} = (L_{md} \times D_{aut}) / P_{dmax-E} = (1672 \times 3) / 0,6 = 8360 \text{ Wh}$$

$$C_{ne} \text{ (Ah)} = C_{ne} \text{ (Wh)} / V_{bat} = 8360 / 12 = 696,67 \text{ Ah}$$

Luego comparamos ambos valores con los datos de capacidad que brinda el fabricante y obtenemos el número de baterías necesario para cumplir los requisitos de capacidad diaria y estacional, de los dos valores hallados seleccionamos el mayor ya que de lo contrario podríamos incurrir en una insuficiencia estacional o diaria.

Como ya se mencionó previamente, los fabricantes suelen expresar la capacidad de las baterías para diferentes cantidades de horas de descarga, en nuestro caso, analizaremos con la capacidad de descarga para 1 día y para 3 días.

La capacidad de las baterías TROJAN, modelo 27TMX, para 72 Hs es de 114 Ah.

La capacidad de las baterías TROJAN, modelo 27TMX, para 20 Hs es de 105 Ah.

Entonces para la demanda diaria tenemos:

Número de baterías: $C_{nd} \text{ (Ah)} / C_{bat20hs}$: $928,89 / 105 = 8,85$, lo que implica que necesitamos un total de 9 baterías para no tener una insuficiencia diaria.

Y para la demanda estacional:

Número de baterías: $C_{ne} \text{ (Ah)} / C_{bat72hs}$: $696,67 / 114 = 6,12$, lo que implica que necesitamos un total de 7 baterías para no tener una insuficiencia estacional.

Por lo tanto necesitamos 9 baterías TROJAN, modelo 27TMX para satisfacer las necesidades de almacenamiento de energía de nuestra instalación.

Según el catálogo del fabricante la autodescarga de estas baterías es de hasta 4% por semana, lo que para los 3 días de autonomía que supusimos, nos da un 1,7 %, por lo tanto el valor de $K_a = 0,017$.

En cuanto al rendimiento de la batería, el fabricante asegura que para temperaturas entre 15 y 25 °C el rendimiento no baja del 95%, lo que nos da un valor de $K_b = 0,05$. En caso de tener una temperatura menor, este rendimiento aumenta, obteniéndose valores de K_b superiores.

Elección del regulador

-Primer caso:

El regulador de voltaje a utilizar es marca OUT BACK modelo FlexMax 80, con seguidor de punto de máxima potencia ,cuyas especificaciones técnicas se presentan en el catálogo del fabricante que se muestra en el *anexo de catálogos* del presente trabajo.

Como ya se mencionó, se trabajará en 12V para asegurarnos de que el inversor soporte la potencia a la entrada.

En cuanto a la corriente de salida, en nuestro caso, tomando una condición totalmente desfavorable tenemos:

$$I_{sal} = P / V_{bat} = 756/12 = 63 \text{ A}$$

Este inversor tiene una corriente máxima de salida de 80A, por lo tanto está bien seleccionado.

Además el fabricante asegura un rendimiento del 97,5 %, por lo que obtenemos un coeficiente de pérdidas $K_R = 0,025$

-Segundo caso:

En este caso utilizaremos reguladores marca “Steca”, para seleccionar que modelo es el más adecuado necesitamos conocer la corriente de entrada y la de salida.

Para calcular la corriente de entrada al regulador hacemos el producto entre corriente de cortocircuito del módulo y el número de las ramas en paralelo.

$$I_{entrada} = I_{mod,sc} \times N_p$$

Siendo:

$I_{MOD,SC}$ = La corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito. Se usa la corriente de cortocircuito para el cálculo de la corriente de entrada al regulador por que será la máxima corriente que podría ser generada por el módulo fotovoltaico y ha de ser esa la que tengamos en cuenta para evitar pérdidas de rendimiento = 7,57 A

N_p = El número de ramas en paralelo = 14

Luego

$$I_{\text{entrada}} = I_{\text{mod,sc}} \times N_p = 7,57 \times 14 = 105,98 \text{ A}$$

En cuanto a la corriente de salida, es la misma que calculamos en el primer caso:

$$I_{\text{sal}} = P / V_{\text{bat}} = 756/12 = 63 \text{ A}$$

Seleccionaremos entonces el regulador de mayor corriente de entrada y de salida. En este caso es el modelo Solarix PRS 3030.

Según datos del fabricante la corriente de entrada debe ser menor a 30 A al igual que la corriente de salida.

Por lo tanto necesitaremos calcular la cantidad de módulos necesarios dividiendo la corriente total de entrada sobre estos 30 A, ya que la corriente de entrada supera a la de salida.

$$N = 105,98 / 30 = 3,53$$

Entonces seleccionaremos 4 reguladores Steca modelo Solarix PRS 3030.

Además el fabricante asegura un consumo propio menor a 4mA y un rendimiento superior al % 99. Por lo que obtenemos un coeficiente de pérdidas $K_R = 0,01$.

Elección del inversor

En este caso buscaremos un inversor de onda senoidal pura, que posea bajo THD, y cumpla con las exigencias de potencia de salida y tensión de entrada.

Tenemos una potencia máxima de 756 W y una tensión de entrada de 12V.

Por lo tanto seleccionaremos un inversor de la marca Enertik, modelo IS – 1200-12. Cuya potencia de salida es de 1200W y su tensión de entrada es 12V.

Además posee una distorsión armónica menor al 2% y un rendimiento mayor al 90%.

Lo que nos da un coeficiente de pérdidas $K_C: 0,1$

Re-cálculo del factor de pérdidas

Una vez seleccionados todos los elementos de la instalación, volvemos a calcular el factor de pérdidas con los valores reales para los componentes elegidos.

Tenemos entonces:

$$K_t: [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \times [1 - ((K_A \times D_{aut}) / P_d)] \quad Ec.2$$

Donde:

K_A : por la auto descarga diaria de la batería, dada a 20° C = 0,017

K_B : originada por el rendimiento de la batería. = 0,05

K_C : debido al rendimiento del convertidor utilizado. = 0,1

K_R : por el rendimiento del regulador empleado. = 0,025 ó 0,01 según el regulador.

K_X : otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión, etc. = 0,05

D_{aut} : días de autonomía con baja o nula insolación. = 3

P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno. = 0,6

Luego:

Para el caso con MPPT :

$$K_t': [1 - (0,05 + 0,1 + 0,025 + 0,05)] \times [1 - ((0,017 \times 3) / 0,6)] = 0,709$$

Por último volvemos a calcular el número de paneles para verificar que nuestra instalación esté bien dimensionada ahora que calculamos el factor de pérdidas real.

Obtenemos:

$$N^0_{\text{de paneles}} = (L_{mdcrit} / K_t) / (P_p \times HSP_{crit} \times \eta_P) \quad Ec.1$$

$$N^0_{\text{de paneles}} = (1672 / 0,709) / (230 \times 2,02 \times 0,953) = 5,32$$

Queda verificado que la elección de 6 paneles satisface las necesidades de la instalación.

Para el caso sin MPPT:

$$K_t': [1 - (0,05 + 0,1 + 0,01 + 0,05)] \times [1 - ((0,017 \times 3) / 0,6)] = 0,722$$

Por último volvemos a calcular el número de paneles para verificar que nuestra instalación esté bien dimensionada ahora que calculamos el factor de pérdidas real.

$$I_{GFV,MPP,STC} = Q_{Ah} / (K_t \times HSP_{crit}) = 139,34 / (0,722 \times 2,02) = 95,54 \text{ A}$$

Conocidos estos parámetros, el número de ramas en paralelo a conectar será:
 $N_p = I_{GFV,MPP,STC} / I_{MOD,MPP,STC} = 95,54 / 7,2 = 13,27$

El número de módulos que habrá que conectar en serie, se calcula así:
 $N_s = V_{BAT} / V_{MOD,MPP} = 12 / 30,5 = 0,39$

Y por último, el número total de módulos será:
 $N_T = N_p \times N_s = 14 \times 1 = 14$

Resumen de la instalación

En base a la lista de precios del distribuidor *MUNDO SOLAR* que se adjunta en el *anexo de catálogos* obtenemos los siguientes resultados:

Primer Caso:

Elemento	Marca	Modelo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Panel Solar	Enertik	230W	6	\$ 4.892	\$ 29.352
Batería	Trojan	27TMX	9	\$ 1.492	\$ 13.428
Regulador	Out Back	Flex Max 80	1	\$ 9.348	\$ 9.348
Inversor	Enertik	IS – 1200-12	1	\$ 3.085	\$ 3.085
					\$ 55.213

Segundo Caso:

Elemento	Marca	Modelo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Panel Solar	Enertik	230W	14	\$ 4.892	\$ 68.488
Batería	Trojan	27TMX	9	\$ 1.492	\$ 13.428
Regulador	Stecca	Solarix PRS 3030	4	\$ 420	\$ 1.680
Inversor	Enertik	IS – 1200-12	1	\$ 3.085	\$ 3.085
					\$ 86.681

EJEMPLO 2: Se trata de una instalación fotovoltaica autónoma que deberá satisfacer las necesidades energéticas de una vivienda de veraneo que se ubica en un barrio privado en las afueras de la ciudad de Mar del Plata.

En este ejemplo, al igual que en el ejemplo anterior, vamos a proponer dos soluciones para la misma instalación, y luego haciendo un análisis económico escogeremos la solución más conveniente desde el punto de vista económico.

Vamos a diseñar y dimensionar el sistema para los dos casos, el primero con regulador de MPPT y el segundo sin él.

Estimación del consumo

En esta caso, para poder comparar los resultados obtenidos, vamos a suponer que la demanda a satisfacer es la misma que en el **EJEMPLO 1**. De esta manera podremos analizar la diferencia que se presenta entre las dos instalaciones, una dimensionada para el invierno y la otra para el verano.

A continuación se presenta el consumo promedio de una casa de veraneo de dos ambientes para una familia tipo, los datos de consumo obtenidos luego de utilizar el software son:

Carga	Potencia(W)	Horas de uso Diarias	Energía (Wh)
luminaria	18	2	36
luminaria	18	4	72
luminaria	18	5	90
luminaria	11	2	22
heladera	130	6	780
Toma	150	1	150
aplique	11	2	22
Toma	150	1	150
Toma	150	1	150
TV	100	2	200

Energía total diaria
1672 Wh

Potencia total
756 W

Datos del lugar donde se realizará la instalación

En este caso se optó por utilizar el valor promedio histórico de radiación solar de los meses de Diciembre, Enero y Febrero. Ya que son los únicos meses en los que se utilizará la vivienda.

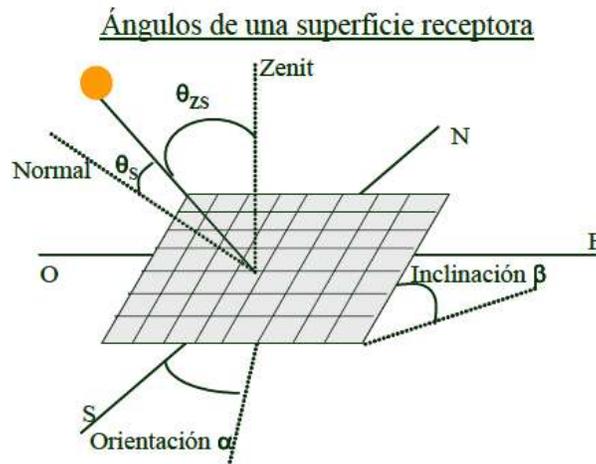
De esta manera se asegura el abastecimiento de energía eléctrica durante los meses de uso, y la instalación no queda sobredimensionada, ya que se desestiman los valores de radiación de los meses de invierno.

El valor obtenido luego de promediar los datos mencionados fue: 5,98 HPS, que representa un valor relativamente alto, por lo tanto es de esperarse que se requiera un sistema fotovoltaico de menor capacidad que en el **EJEMPLO 1**.

Elección del generador fotovoltaico

Posición óptima de los módulos fotovoltaicos:

Realizando el análisis que se muestra en la sección *dimensionado del generador*, para la ciudad de Mar del Plata, donde la ubicación es 38°00' latitud Sur 57°33' longitud Oeste (Plaza San Martín), se recomienda tomar un ángulo $\beta = 38^\circ - 15^\circ = 23^\circ$ según la estación del año correspondiente que en este caso es verano.



Cálculo de potencia y cantidad de paneles:

Como se mencionó previamente, se analizarán dos casos: si el regulador de carga presenta MPPT o no. En el primer caso se trabajará con la potencia pico del GFV, mientras que en el segundo se utilizará la corriente pico del mismo.

-Primer caso:

Para este caso se utilizará el regulador de voltaje con seguidor de punto de máxima potencia marca OUT BACK modelo FlexMax 80, cuyas especificaciones técnicas se presentan en el catálogo del fabricante que se muestra en el *anexo de catálogos* del presente trabajo.

En dicho catálogo se puede observar que para trabajar con una potencia menor a 1250 W, el regulador debe trabajar a 12V, por lo tanto esa será la tensión de nuestro sistema de acumulación.

Procedemos ahora con el cálculo del número total de módulos necesarios mediante la siguiente expresión:

$$N^0_{\text{de paneles}} = (L_{\text{mdcrit}} / K_t) / (P_p \times \text{HSP}_{\text{crit}} \times \eta_P) \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

L_{mdcrit} : Consumo medio diario mensual para el mes crítico.

P_p : Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC.

HSP_{crit} : Horas de sol pico del mes crítico.

η_P : Rendimiento del panel solar fotovoltaico.

K_t : Coeficiente de pérdidas totales.

En este caso se utilizarán paneles solares de silicio policristalino marca ENERTIK que presentan la siguiente variedad de modelos en cuanto a su potencia pico: 10W, 30W, 50W, 80W, 120W, 230W.

El coeficiente de pérdidas totales K_T viene dado por la expresión:

$$K_t: [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \times [1 - ((K_A \times D_{\text{aut}}) / P_d)] \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

K_A : por la auto descarga diaria de la batería, dada a 20° C.

K_B : originada por el rendimiento de la batería.

K_C : debido al rendimiento del convertidor utilizado.

K_R : por el rendimiento del regulador empleado.

K_X : otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión,

etc.

D_{aut} : días de autonomía con baja o nula insolación.

P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno.

Como en el EJEMPLO 1 se realizó el cálculo con los valores reales de cada coeficiente, se utilizarán esos valores para calcular el factor de pérdidas y en caso de seleccionar un componente diferente por cuestiones de diseño, se volverá a calcular dicho factor y se realizará la iteración correspondiente.

Los valores utilizados fueron:

K_A : por la auto descarga diaria de la batería, dada a 20° C = 0,017

K_B : originada por el rendimiento de la batería. = 0,05

K_C : debido al rendimiento del convertidor utilizado. = 0,1

K_R : por el rendimiento del regulador empleado. = 0,025 ó 0,01 según el regulador.

K_X : otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión, etc. = 0,05

D_{aut} : días de autonomía con baja o nula insolación. = 3

P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno. = 0,6

Luego:

Para el caso con MPPT :

$$K_t': [1 - (0,05 + 0,1 + 0,025 + 0,05)] \times [1 - ((0,017 \times 3) / 0,6)] = 0,709$$

Para el cálculo del rendimiento del panel, el fabricante nos da el coeficiente de temperatura de potencia máxima: - 0,47 % °C

Lo que nos indica que se pierde un %0,47 de potencia máxima por cada grado centígrado por encima de 25 °C (condiciones STC).

En este caso estamos dimensionando para condiciones de verano, los fabricantes nos indican que para esta estación del año los paneles pueden alcanzar temperaturas de hasta 50 °C, por lo tanto tenemos 25°C de aumento de temperatura lo que nos da una pérdida de potencia del %11,75.

En síntesis tenemos los siguientes datos:

L_{mdcrit} : 1672 Wh
 HSP_{crit} : 5,98 HPS
 η_P : 0,8825
 K_t : 0,709

Por lo tanto si elegimos trabajar con el panel de 230 W, aplicando la fórmula para el número de paneles, obtenemos:

$$N^0_{\text{de paneles}} = (L_{mdcrit} / K_t) / (P_p \times HSP_{crit} \times \eta_P) \quad Ec.1$$

$$N^0_{\text{de paneles}} = (1672 / 0,709) / (230 \times 5,98 \times 0,8825) = 1,94$$

Por lo tanto el número de paneles a conectar es de 2.

-Segundo caso:

En este caso, al no utilizarse seguidor del punto de máxima potencia (MPPT, Maximum Power Point Tracker) el generador fotovoltaico proporcionará potencia a una tensión cercana a la tensión de la batería, V_{BAT} . Por lo que es de esperarse una reducción de la misma con respecto a la potencia en el punto de máxima potencia.

El coeficiente de pérdidas totales K_T viene dado por la expresión:

$$K_t: [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \times [1 - ((K_A \times D_{aut}) / P_d)] \quad Ec.2$$

Los valores utilizados fueron:

K_A : por la auto descarga diaria de la batería, dada a 20° C = 0,017

K_B : originada por el rendimiento de la batería. = 0,05

K_C : debido al rendimiento del convertidor utilizado. = 0,1

K_R : por el rendimiento del regulador empleado. = 0,025 ó 0,01 según el regulador.

K_x : otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión, etc. = 0,05
 D_{aut} : días de autonomía con baja o nula insolación. = 3
 P_d : Profundidad de descarga de la batería, en tanto por uno. = 0,6

Luego para el caso sin MPPT:

$$K_t': [1 - (0,05 + 0,1 + 0,01 + 0,05)] \times [1 - ((0,017 \times 3) / 0,6)] = 0,722$$

En síntesis tenemos los siguientes datos:

L_{mdcrit} : 1672 Wh
 HSP_{crit} : 5,98 HPS
 ηP : 0,8825
 K_t : 0,722

Las expresiones necesarias para dimensionar el generador fotovoltaico, para este segundo método son:

$$Q_{Ah} = L_{md} / V_{BAT}$$

Siendo:

Q_{Ah} : Consumo diario medio en Amperios-Hora al día (Ah/día)
 L_{md} : Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día) = 1672 Wh
 V_{BAT} : tensión nominal de la batería (V) = 12 V

Luego:

$$Q_{Ah} = 1672 / 12 = 139,34 \text{ Ah}$$

Para calcular la corriente total que necesitamos obtener del sistema utilizamos:

$$I_{GFV,MPP,STC} = Q_{Ah} / (K_t \times HSP_{crit})$$

Donde:

$I_{GFV,MPP,STC}$: Corriente total del generador fotovoltaico en el punto de máxima potencia en STC(A)
 Q_{Ah} : Consumo medio en Amperios-Hora al día (Ah/día)
 HSP_{crit} : Radiación solar global a la inclinación del sistema (HSP)

Luego obtenemos:

$$I_{GFV,MPP,STC} = Q_{Ah} / (K_t \times HSP_{crit}) = 139,34 / (0,722 \times 5,98) = 32,28 \text{ A}$$

En este caso se utilizarán paneles solares de silicio policristalino marca ENERTIK que presentan variedad de modelos, si observamos el catálogo adjunto podemos obtener la corriente en punto de máxima potencia para cada modelo. En este caso utilizaremos el modelo de 230W de potencia nominal, que en el punto de máxima potencia proporciona una corriente de 7,55 A a una tensión de 30,5 V. Pero aplicando el rendimiento de 0,8825 calculado anteriormente tenemos una corriente de 6,66 A.

Conocidos estos parámetros, el número de ramas en paralelo a conectar será:

$$N_p = I_{GFV,MPP,STC} / I_{MOD,MPP,STC} = 32,28 / 6,66 = 4,85$$

El número de módulos que habrá que conectar en serie, se calcula así:

$$N_s = V_{BAT} / V_{MOD,MPP} = 12 / 30,5 = 0,39$$

Y por último, el número total de módulos será:

$$N_T = N_p \times N_s = 5 \times 1 = 5$$

Los valores de N_T , N_s y N_p se redondean al entero superior, como se mencionó anteriormente.

Elección del sistema de acumulación

Como se menciona anteriormente en la sección *Dimensionado del sistema de acumulación*, las baterías recomendadas para instalaciones solares son las de plomo/ácido, y en base a la potencia de las cargas que tenemos en nuestro caso se recomienda 12V de tensión de trabajo.

Seleccionaremos entonces para nuestro sistemas las baterías marca TROJAN, modelo 27TMX, que cuentan con las características mencionadas anteriormente y están disponibles en el mercado local. Las especificaciones técnicas se presentan en el catálogo del fabricante que se muestra en el *anexo de catálogos* del presente trabajo, además se adjunta la guía del usuario de baterías TROJAN, donde se pueden encontrar datos que aporta el fabricante sobre profundidad de descarga máxima, autodescarga, reciclado de baterías de plomo, etc. La tensión de estas baterías es de 12V.

Luego calcularemos la capacidad del sistema mediante la siguiente ecuación:

Capacidad nominal del banco de baterías en función de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

$$C_{nd} \text{ (Wh)} = L_{md} / P_{dmax} \quad \text{Ec.9}$$

$$C_{nd} \text{ (Ah)} = C_{nd} \text{ (Wh)} / V_{bat} \quad \text{Ec.10}$$

L_{md}: Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día) = 1672 Wh/día

P_{dmax}: Profundidad de Descarga Máxima Diaria = 15 %

V_{bat}: Tensión del sistema de acumulación = 12V

$$C_{nd} \text{ (Wh)} = L_{md} / P_{dmax-d} = 1672 / 0,15 = 11146,67 \text{ Wh}$$

$$C_{nd} \text{ (Ah)} = C_{nd} \text{ (Wh)} / V_{bat} = 11146,67 / 12 = 928,89 \text{ Ah}$$

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

$$C_{ne} \text{ (Wh)} = (L_{md} \times D_{aut}) / P_{dmax-E} \quad \text{Ec.11}$$

$$C_{ne} \text{ (Ah)} = C_{ne} \text{ (Wh)} / V_{bat} \quad \text{Ec.12}$$

L_{md}: Consumo diario medio en Watts-Hora al día (Wh/día) = 1672 Wh/día

P_{dmax-E}: Profundidad de Descarga Máxima Estacional = 60 %

V_{bat}: Tensión del sistema de acumulación = 12V

D_{aut}: Días de autonomía = 3 días

La explicación es similar a la anterior, necesitamos generar una energía diaria **L_{md}** con nuestras baterías pero que podamos disponer de ella durante los días sin sol, sin permitir una descarga mayor que la estipulada. Una vez sabida la energía en Wh de la batería, simplemente dividimos entre la tensión de la misma y ya tenemos la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de los días de autonomía.

$$C_{ne} \text{ (Wh)} = (L_{md} \times D_{aut}) / P_{dmax-E} = (1672 \times 3) / 0,6 = 8360 \text{ Wh}$$

$$C_{ne} \text{ (Ah)} = C_{ne} \text{ (Wh)} / V_{bat} = 8360 / 12 = 696,67 \text{ Ah}$$

Luego comparamos ambos valores con los datos de capacidad que brinda el fabricante y obtenemos el número de baterías necesario para cumplir los requisitos de capacidad diaria y estacional, de los dos valores hallados seleccionamos el mayor ya que de lo contrario podríamos incurrir en una insuficiencia estacional o diaria.

Como ya se mencionó previamente, los fabricantes suelen expresar la capacidad de las baterías para diferentes cantidades de horas de descarga, en nuestro caso, analizaremos con la capacidad de descarga para 1 día y para 3 días.

La capacidad de las baterías TROJAN, modelo 27TMX, para 72 Hs es de 114 Ah.

La capacidad de las baterías TROJAN, modelo 27TMX, para 20 Hs es de 105 Ah.

Entonces para la demanda diaria tenemos:

Número de baterías: $C_{nd} \text{ (Ah)} / C_{bat20hs}$: $928,89 / 105 = 8,85$, lo que implica que necesitamos un total de 9 baterías para no tener una insuficiencia diaria.

Y para la demanda estacional:

Número de baterías: $C_{ne} \text{ (Ah)} / C_{bat72hs}$: $696,67 / 114 = 6,11$, lo que implica que necesitamos un total de 7 baterías para no tener una insuficiencia estacional.

Por lo tanto necesitamos 9 baterías TROJAN, modelo 27TMX para satisfacer las necesidades de almacenamiento de energía de nuestra instalación.

Elección del regulador

-Primer caso:

El regulador de voltaje a utilizar es marca OUT BACK modelo FlexMax 80, con seguidor de punto de máxima potencia, cuyas especificaciones técnicas se presentan en el catálogo del fabricante que se muestra en el *anexo de catálogos* del presente trabajo.

Como ya se mencionó, se trabajará en 12V para asegurarnos de que el inversor soporte la potencia a la entrada.

En cuanto a la corriente de salida, en nuestro caso, tomando una condición totalmente desfavorable tenemos:

$$I_{sal} = P / V_{bat} = 756/12 = 63 \text{ A}$$

Este inversor tiene una corriente máxima de salida de 80A, por lo tanto está bien seleccionado.

-Segundo caso:

En este caso utilizaremos reguladores marca “Steca”, para seleccionar que modelo es el más adecuado necesitamos conocer la corriente de entrada y la de salida.

Para calcular la corriente de entrada al regulador hacemos el producto entre corriente de cortocircuito del módulo y el número de las ramas en paralelo.

$$I_{entrada} = I_{mod,sc} \times N_p$$

Siendo:

$I_{MOD,SC}$ = La corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito. Se usa la corriente de cortocircuito para el cálculo de la corriente de entrada al regulador por que será la máxima corriente que podría ser generada por el módulo fotovoltaico y ha de ser esa la que tengamos en cuenta para evitar pérdidas de rendimiento = 7,57 A

N_p = El número de ramas en paralelo = 5

Luego

$$I_{entrada} = I_{mod,sc} \times N_p = 7,57 \times 5 = 37,85 \text{ A}$$

En cuanto a la corriente de salida, es la misma que calculamos en el primer caso:

$$I_{sal} = P / V_{bat} = 756/12 = 63 \text{ A}$$

Seleccionaremos entonces el regulador de mayor corriente de entrada y de salida. En este caso es el modelo Solarix PRS 3030.

Según datos del fabricante la corriente de entrada debe ser menor a 30 A al igual que la corriente de salida.

Por lo tanto necesitaremos calcular la cantidad de módulos necesarios dividiendo la corriente total de entrada sobre estos 30 A, ya que la corriente de entrada supera a la de salida.

$$N = 37,85 / 30 = 1,26$$

Entonces seleccionaremos 2 reguladores Steca modelo Solarix PRS 3030.

Elección del inversor

En este caso buscaremos un inversor de onda senoidal pura, que posea bajo THD, y cumpla con las exigencias de potencia de salida y tensión de entrada.

Tenemos una potencia máxima de 756 W y una tensión de entrada de 12V.

Por lo tanto seleccionaremos un inversor de la marca Enertik, modelo IS – 1200-12. Cuya potencia de salida es de 1200W y su tensión de entrada es 12V.

Además posee una distorsión armónica menor al 2% y un rendimiento mayor al 90%.

Lo que nos da un coeficiente de pérdidas K_C : 0,1

Resumen de la instalación

En base a la lista de precios del distribuidor *MUNDO SOLAR* que se adjunta en el *anexo de catálogos* obtenemos los siguientes resultados:

Primer Caso:

Elemento	Marca	Modelo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Panel Solar	Enertik	230W	2	\$ 4.892	\$ 9.784
Batería	Trojan	27TMX	9	\$ 1.492	\$ 13.428
Regulador	Out Back	Flex Max 80	1	\$ 9.348	\$ 9.348
Inversor	Enertik	IS – 1200-12	1	\$ 3.085	\$ 3.085
					\$ 35.645

Segundo Caso:

Elemento	Marca	Modelo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Panel Solar	Enertik	230W	5	\$ 4.892	\$ 24.460
Batería	Trojan	27TMX	9	\$ 1.492	\$ 13.428
Regulador	Stecca	Solarix PRS 3030	2	\$ 420	\$ 840
Inversor	Enertik	IS – 1200-12	1	\$ 3.085	\$ 3.085
					\$ 41.813

Análisis económico

En ambos ejemplos se puede observar que resulta más económico optar por la opción del sistema con seguidor de punto de máxima potencia, ya que al utilizarlo disminuye considerablemente el número de paneles necesarios.

El costo total de la instalación en el **ejemplo 1** es de \$ 55.213.

El costo total de la instalación en el **ejemplo 2** es de \$ 35.645.

Claramente es un precio muy elevado si lo comparamos con el costo que tiene la energía eléctrica que se puede comprar a una empresa distribuidora como EDEA.

El costo del kilowatt-hora con subsidio del estado nacional es de \$ 0,2498 lo que para una demanda diaria de 1672 Wh, como la del ejemplo, nos da un costo total bimestral de:

$$\$0,2498 \times 1,672 \text{ kWh} \times 60 \text{ días} = \$ 25,05$$

A lo que debemos sumarle los impuestos correspondientes por ley, que basándonos en datos de una factura domiciliaria correspondiente al segundo bimestre del año 2012 son aproximadamente \$50 más por bimestre.

Esto nos da un total de \$75 por bimestre para satisfacer la demanda de energía, lo que implicaría que, con el costo de la instalación solar del ejemplo 2, podríamos pagar los gastos de energía eléctrica durante 80 años.

Evidentemente el sistema solar fotovoltaico no resulta rentable en comparación con la compra de energía eléctrica a una empresa distribuidora. Pero cabe aclarar que aunque económicamente no resulte conveniente, la energía solar fotovoltaica es una opción viable para lugares en los que no llega el tendido eléctrico, se busca una fuente de energía limpia que provenga de una fuente inagotable como el sol o se requiera una fuente autónoma por cuestiones particulares.

Además es preciso aclarar que el costo de los componentes de la instalación es muy elevado en nuestro país, ya sea por la falta de desarrollo tecnológico o por la restricción a las importaciones que hace que sea muy caro y dificultoso conseguir productos importados. En países de Europa como España o Alemania donde la energía solar está mucho más difundida y desarrollada, las instalaciones solares tienen un costo mucho menor.

En el caso de instalaciones conectadas a la red, el costo total de la instalación sería mucho menor y además el exceso de energía producida en los meses de mayor radiación podría venderse a la empresa distribuidora, pero estos sistemas están fuera del alcance del presente trabajo.

Análisis de Impacto Ambiental

La energía solar fotovoltaica, constituye una fuente inagotable de energía, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente que el uso de combustibles fósiles, evitando los efectos de su uso directo y los derivados de su generación.

Podemos decir que el uso de la energía solar fotovoltaica afecta al ambiente en los siguientes aspectos:

Clima: la generación de energía eléctrica a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce contaminación térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero.

Geología: Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, abundante en la Naturaleza y del que no se requieren grandes cantidades. Por tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

Suelo: al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.

Aguas superficiales y subterráneas: No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos.

Flora y fauna: la repercusión sobre la vegetación es nula. Además, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje: los paneles solares tienen varias posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras. Así al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas, pero si se produce una contaminación visual sobre los techos de las viviendas, donde generalmente suelen ubicarse los paneles solares.

Ruidos: el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una gran ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno; como por ejemplo los Espacios Naturales Protegidos.

Como efectos negativos sobre el ambiente podemos decir que la batería gastada, debido a su contenido de plomo y ácido sulfúrico, se ha convertido en un residuo peligroso y no puede descartarse como cualquier residuo domiciliario.

Reciclado de baterías de plomo:

Una batería de plomo-ácido es un producto cuyos materiales pueden ser reciclados en su totalidad. La batería de plomo fuera de uso está catalogada como residuo especial y como tal, debe ser gestionada según los procedimientos especificados en las leyes relativas a residuos.

Cabe recordar que una sola batería de plomo fuera de uso contiene unos 10 Kg. de contenido en plomo, cerca de dos kilos de disolución de ácido sulfúrico y una cantidad considerable de plásticos contaminantes, por lo que el daño ecológico que una pequeña cantidad de baterías mal gestionada puede provocar es enorme.

El negro historial medioambiental de muchas fundiciones recuperadoras de plomo, el derramamiento del ácido en el alcantarillado o en suelos, el abandono de vehículos con sus baterías fuera de los espacios adecuados para su disposición, las operaciones clandestinas de desguace o las exportaciones masivas e incontroladas de millones de baterías de plomo fuera de uso a países en vías de desarrollo sin producción primaria, son costumbres extendidas que convierten a la batería de plomo fuera de uso en un residuo especial cuya gestión debe ser optimizada en el ámbito mundial.

El reciclaje de baterías usadas se lleva a cabo en la inmensa mayoría de casos mediante procesos pirometalúrgicos tradicionales, pero estos métodos resultan poco rentables, además de muy contaminantes.

Por muchos años, el destino que los usuarios daban a las baterías agotadas fue, y en muchos casos continúa siendo, el vertido incontrolado.

Composición aproximada por batería con peso promedio de 17kg:

- Pasta de plomo:..... 35.0% 5.95 Kg
- Electrolito:..... 29.0% 4.86 Kg
- Plomo metálico: 29.0% 4.91 Kg
- Polipropileno: 5.0% 0.85 Kg
- Separadores..... 2.0% 0.43 Kg

El electrolito es una solución de ácido sulfúrico diluida. El ácido es reutilizable después del filtrado y tratamiento posterior. Las piezas grandes de plomo son refundidas. El plástico en general está demasiado alterado para ser reutilizado, y se utiliza como agente reductor en el proceso de reducción de óxidos, materia prima para la obtención de madera plástica o se valoriza energéticamente de acuerdo a las normas medio ambientales.

El proceso convencional de reciclaje de acumuladores comienza con la descarga de las baterías usadas en un contenedor, donde una sierra les corta la tapa; posteriormente se les extraen los componentes: polipropileno, separadores, electrolito, óxido de plomo y plomo metálico. Los óxidos de plomo y el plomo metálico se separan y se introducen en un horno rotativo de donde se obtiene el plomo recuperado.

Este proceso presenta una problemática ambiental caracterizada por:

- Generación de grandes cantidades de escorias consideradas como residuos peligrosos por sus características tóxicas.
- Contaminación atmosférica por la concentración de partículas emitidas al aire.
- Insuficiencia en almacenes temporales para depositar o almacenar residuos peligrosos.
- Riesgo potencial de incumplimiento de las normas ambientales en las descargas de aguas residuales por la acumulación de electrolito.
- Excesivos niveles de ruido.

La generación de escorias de fundición representa el mayor problema potencial debido a que éstas son consideradas como un residuo peligroso.

En todas las plantas que reciclan baterías existe una primera unidad de separación de componentes. En esta unidad inicialmente se extrae el ácido sulfúrico del electrolito y, a continuación, se trituran las baterías usadas para proceder a la clasificación de materiales.

De entre estos materiales, se separa el polipropileno, que se recicla en la misma planta, o se vende a otras industrias que se encargan de su reciclaje. Por otro lado se separan la pasta de plomo, el plomo metálico y sus aleaciones y, finalmente, se depositan los denominados residuos del triturado, entre los que se encuentran fracciones de vidrio, acero, PVC, y ebonita principalmente. El funcionamiento de la unidad de triturado y clasificación se basa en el resultado de sucesivas separaciones hidrodinámicas, mediante las cuales se procede con eficiencia al aislamiento de los distintos materiales.

Tras la separación de componentes se llevan a cabo las operaciones de recuperación del plomo. La inmensa mayoría de las plantas de reciclaje de baterías usadas son fundiciones de plomo secundario que emplean métodos pirometalúrgicos tradicionales.

Por eso, en muchas de ellas, se introducen simultáneamente la pasta de plomo y el plomo metálico y sus aleaciones, en un mismo horno reductor. La temperatura necesaria para fundir el plomo metálico de las placas y las rejillas, es relativamente baja (por debajo de los 400 °C), pero para reducir los óxidos y el sulfato de plomo de la pasta se necesita alcanzar temperaturas que rondan los

1100 °C. El consumo de energía que requiere el trabajo de este primer horno es enorme. Además, si no se trata la pasta de plomo (lo cual no es una costumbre generalizada), la reducción del sulfato de plomo conduce a una considerable emisión de dióxido de azufre, SO_2 , gas altamente tóxico.

El alto consumo de energía, así como la generación de elevadas cantidades de gases tóxicos, cenizas y las denominadas escorias, están estimulando la búsqueda de alternativas a los procesos pirometalúrgicos tradicionales. La adición de compuestos en el horno reductor, con el fin de reducir la generación de SO_2 y la temperatura de trabajo, es una de las soluciones, pero la verdadera alternativa consiste en el tratamiento separado de los compuestos metálicos de plomo y sus aleaciones, por un lado, y de la pasta de plomo por otro. En algunas plantas ya se trata por separado la pasta de plomo, sobre todo mediante procesos de desulfurización, gracias a los cuales la pasta puede introducirse en los hornos sin que la producción de SO_2 sea tan elevada. Estos procesos son más ecológicos que los tradicionales, pero aún suponen la generación de nuevos residuos. Por ello se utilizan los procesos hidrometalúrgicos para el tratamiento de la pasta de plomo. Estos procesos resultan muy caros y por lo tanto poco rentables, por lo que actualmente se está trabajando en desarrollar nuevos métodos que permiten un reciclaje más eficiente.

Conclusiones

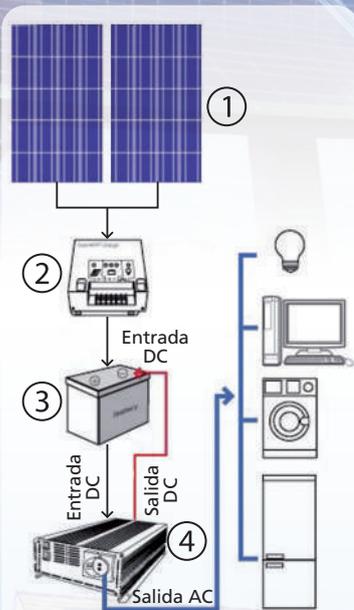
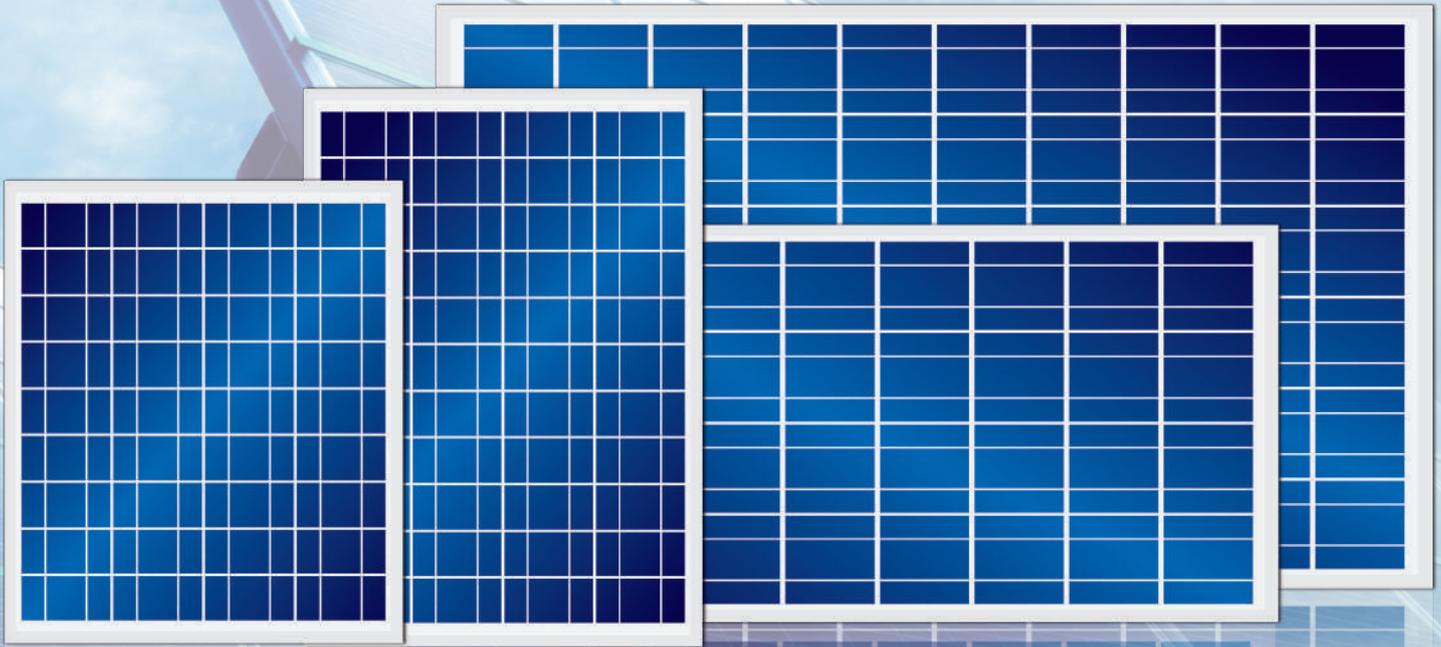
Se logró explicar el funcionamiento de una instalación solar fotovoltaica y el comportamiento de cada uno de sus componentes. Además, se creó una herramienta útil y práctica que permite a cualquier usuario dimensionar una instalación solar fotovoltaica adecuándose a las necesidades particulares de cada caso.

A su vez se demostró, por medio de ejemplos de cálculo, que si bien hoy en día una instalación solar autónoma no resulta rentable (si la comparamos con la compra de energía a una empresa distribuidora), la energía solar es un recurso más que viable para lugares en los que no llega el tendido eléctrico o se busca una fuente de energía limpia y renovable. Se espera que en los próximos años el desarrollo tecnológico y la necesidad de disponer de nuevas fuentes de energía, produzca un crecimiento en el mercado argentino. Logrando así, una disminución en el costo de los elementos que conforman la instalación solar.

Bibliografía

- *Sistemas Fotovoltaicos*, Miguel Alonso Abella.
- *Herramienta para el cálculo de la radiación solar sobre superficies inclinadas*, C.Rus, F.Almonacid. Universidad de Jaén. España
- *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica de 1,1 MW*, Roger Guardiola Parera.
- *Catálogo de productos 2011*, TRITEC.
- *Cálculo y diseño de instalaciones solares fotovoltaicas*. Ing. Martín Cobos Rodriguez.
- *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*. Madrid, Ministerio de Ciencia y Tecnología : Ciemat, 2004. M. Ibanez Plana, J.R. Rosell.
- *La energía solar en la Argentina*. Luis R. Saravia. INENCO, instituto UNSa-CONICET.

ANEXO DE CATÁLOGOS



1. Panel solar
2. Controlador de carga
3. Batería
4. Inversor de potencia

ESPECIFICACIONES						
Modelo	PS-10	PS-30	PS-50	PS-80	PS-120	PS-230
Especificaciones eléctricas						
Potencia máxima (Pmax)	10W	30W	50W	80W	120W	230W
Voltaje nominal (Vmp)	16.8V	17.2V	16.8V	17.2V	17.2V	30.5V
Corriente (Lmp)	0.60A	1.74A	2.98A	4.65A	6.97A	7.55A
Tensión en circuito abierto (Voc)	21.2V	21.6V	21.7V	21.9V	21.1V	36.8V
Corriente en cortocircuito (Isc)	0.63A	2.05A	3.26A	5.07A	7.75A	7.57A
Tensión máxima	1000V (IEC) / 600V (UL)					
Serie máxima del fusible	10A					
Especificaciones físicas						
Celda solar	Silicio policristalino					
Dimensiones (mm)	342x345x28	763x345x28	529x657x28	1005x676x35	1482x676x35	1650x992x46
Peso neto (Kgs)	1.5	3.2	4.5	8.5	12	21
Especificaciones de temperatura						
Condiciones de temperatura nominal	-40°C a +85°C					
Temperatura (NOCT)	45°C ±2°C					
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0.47% °C					
Coefficiente de temperatura de Voc	-0.38% °C					
Coefficiente de temperatura de Isc	+0.04% °C					
Coefficiente de temperatura de Vm	-0.38% °C					
Coefficiente de temperatura de Im	+0.04% °C					
Garantía de performance						
90% de la potencia	10 años					
80% de la potencia	25 años					

Características

- Módulos de alta potencia desde 10 hasta 230W, que otorgan soluciones para aplicaciones variadas
- Regulados bajo norma de seguridad IEC61730, con protección por fuertes vientos, granizo, nieve y fuego
- Diodos integrados para proteger las celdas solares
- El marco de aluminio anodizado mejora la resistencia contra fuertes vientos
- Completamente a prueba de deformaciones y congelamiento de agua
- Gran rendimiento energético dado a su alta transparencia, bajo contenido de hierro, vidrio templado y revestimiento antirreflejo



garantía
2 años
total

MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO

Los materiales usados en el proceso de producción, cumplen con los más estrictos requisitos tecnológicos. Con ello se garantiza la más alta calidad a lo largo de todo el proceso de producción de los módulos fotovoltaicos, lo que nos permite satisfacer las necesidades más exigentes de nuestros clientes.

Características

Vidrio solar altamente transparente de 3,2 mm. y marco de aluminio anodizado para una perfecta estabilidad y una larga duración. Células monocristalinos de 156x156 milímetros con elevados niveles de eficiencia. Conexiones eléctricas con conectores Tyco (3diodos bypass). La laminación a temperatura constante (LTC) permite una perfecta curación del módulo evitando la formación de burbujas.

Control de calidad

En el sistema de producción se verifica todo el proceso paso a paso, permitiendo así obtener los máximos niveles de calidad en los módulos fotovoltaicos.

Garantías

La garantía de producto es de 5 años por defectos de fabricación y 25 años en producción.

Certificaciones

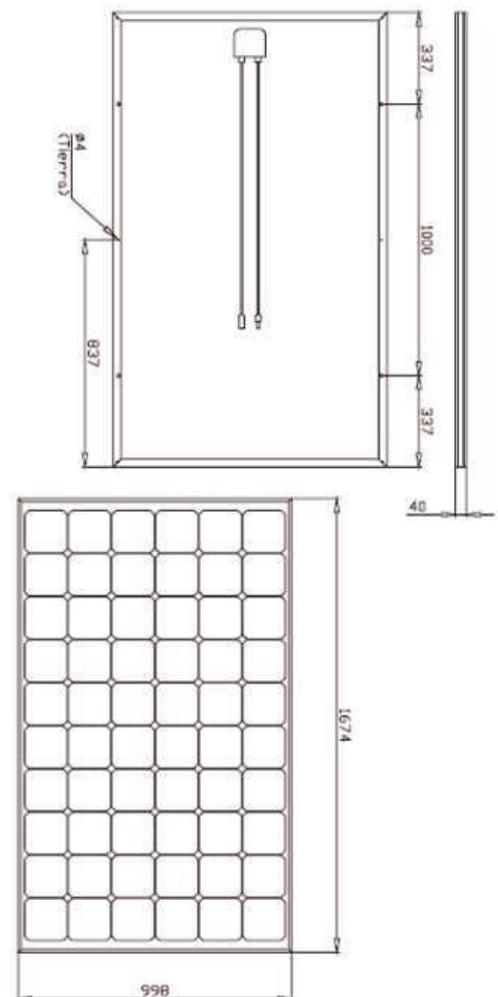
TÜV, IEC 61215 clase II

Datos mecánicos

Tipo de células	Monocristalinos 156 x 156
Cristal	Atemperado 3,2 mm.
Caja de conexiones	Tyco IP-65 con 3 diodos bypass
Marco	Aluminio anodizado de 40 mm.
Dimensiones	1674 x 998 x 40 mm.
Peso	20 Kg.



Dimensiones



Datos eléctricos

Potencia máxima ($\pm 3\%$)	Pmpp	221	224	227	230	233	Wp
Tensión de máx. potencia	Vmpp	28,33	28,65	28,76	29,1	29,1	V
Corriente punto máx. potencia	Impp	7,8	7,81	7,9	7,9	8,01	A
Tensión de circuito abierto	Voc	36,56	36,73	36,81	36,7	36,8	V
Corriente en cortocircuito	Isc	8,41	8,53	8,7	8,58	8,61	A

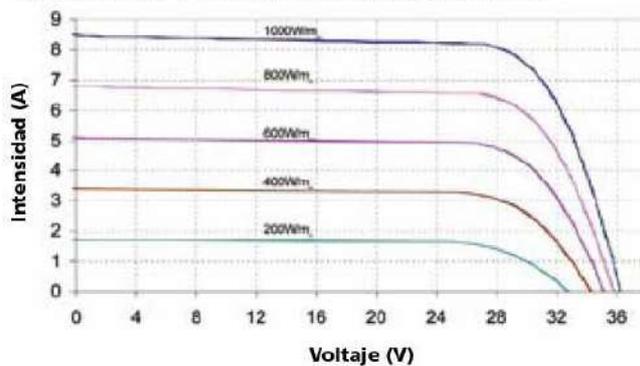
Datos referidos a condiciones estándar de ensayo (STC): radiación de 1000 W/m² con espectro AM 1,5 y temperatura de célula 25° C.

Temperatura normal de operación	NOCT	46\pm2°C
Coef. temperatura de potencia	Tk(Pn)	-0,44%/°C
Coef. temp. tensión de circuito abierto	Tk(Voc)	-126 mV/°C
Coef. temp. corriente de cortocircuito	Tk(Isc)	2,1 mA/°C

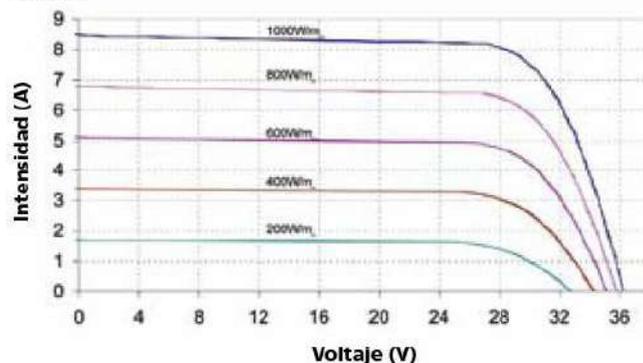
NOCT temperatura de célula normal de operación: Radiación de 800 W/m², temperatura ambiente de 20°C, velocidad del viento 1 m/s.

Curvas Características

Características I-V con diferentes radiaciones a 25°C.



Características I-V a 100W/m² con diferentes temperaturas de célula.



HIT[®] photovoltaic module



HIT-N240SE10
HIT-N235SE10
HIT-N230SE10

R&D technology adaptation

Improvement of the cell efficiency to reduce

- Carrier recombination loss
- Optical absorption loss
- Resistance loss

Three tabs application

- Reducing electrical loss between the cell fingers and tabs
- Making the tab width thinner to expand the light receiving surface

New tab design

Anti-reflection glass

Light capturing technology

- Reducing reflection and scattering of incoming light
- Improving generated electricity levels in morning and evening times

19.0^{*}%

190 W/m²



* For HIT-N240SE10

HIT cell technology

The SANYO HIT(Heterojunction with Intrinsic Thin layer) solar cell is made of a thin mono crystalline silicon wafer surrounded by ultra-thin amorphous silicon layers. This product provides the industry's leading performance and value using state-of-the-art manufacturing techniques.

Environmentally-Friendly Solar Cell

More Clean Energy
HIT can generate more clean Energy than other conventional crystalline solar cells.

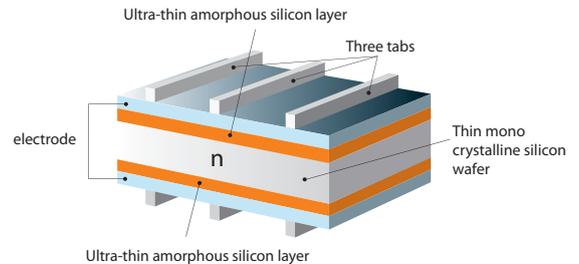
Special Features

SANYO HIT solar modules are 100% emission free, have no moving parts and produce no noise. The dimensions of the HIT modules allow space-saving installation and achievement of maximum output power possible on given roof area.

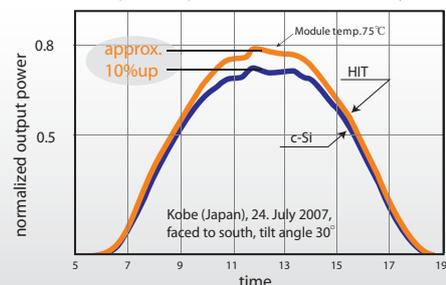
High performance at high temperatures

Even at high temperatures, the HIT solar cell can maintain higher efficiency than a conventional crystalline silicon solar cell.

HIT[®] Solar Cell Structure



Changes in generated power daytime



The HIT cell and module have very high conversion efficiency in mass production.

Model	Cell Efficiency	Module Efficiency	Output / m ²
HIT-N240SE10	21.6%	19.0%	190 W/m ²
HIT-N235SE10	21.1%	18.6%	186 W/m ²
HIT-N230SE10	20.7%	18.2%	182 W/m ²

HIT[®]

Photovoltaic Module

HIT is a registered trademark of SANYO Electric Co., Ltd. The name "HIT" comes from "Heterojunction with intrinsic Thin-layer" which is an original technology of SANYO Electric Co., Ltd.

EN

Electrical data (at STC)

	Models HIT-NxxxSE10		
	240	235	230
Maximum power (Pmax) [W]	240	235	230
Max. power voltage (Vmp) [V]	43.7	43.0	42.3
Max. power current (Imp) [A]	5.51	5.48	5.45
Open circuit voltage (Voc) [V]	52.4	51.8	51.2
Short circuit current (Isc) [A]	5.85	5.84	5.83
Maximum over current rating [A]	15		
Output power tolerance [%]	+10/-5*		
Maximum system voltage [V]	1000		

Note: Standard Test Conditions: Air mass 1.5, Irradiance = 1000W/m², cell temperature = 25°C
 * All modules measured by SANYO facility have output with positive tolerance

Temperature characteristics

	240	235	230
Temperature (NOCT) [°C]	44.0	44.0	44.0
Temperature coefficient of Pmax [%/°C]	-0.30	-0.30	-0.30
Temperature coefficient of Voc [V/°C]	-0.131	-0.130	-0.128
Temperature coefficient of Isc [mA/°C]	1.76	1.75	1.75

At NOCT

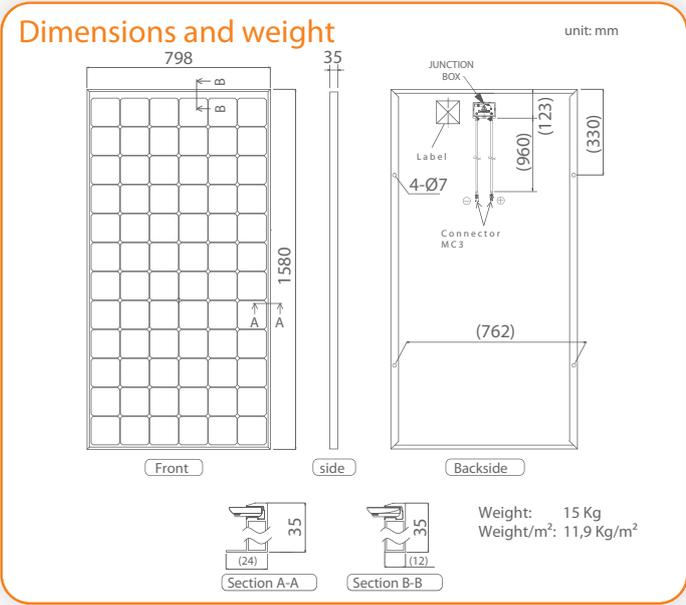
	240	235	230
Maximum power (Pmax) [W]	182	179	175
Max. power voltage (Vmp) [V]	41.1	40.5	39.9
Max. power current (Imp) [A]	4.44	4.41	4.38
Open circuit voltage (Voc) [V]	49.4	48.9	48.3
Short circuit current (Isc) [A]	4.71	4.70	4.70

Note: Nominal Operating Cell Temperature : Air mass 1.5 spectrum, Irradiance = 800W/m², Air temperature = 20°C, wind speed 1 m/s

At low irradiance

	235	235	230
Maximum power (Pmax) [W]	45.9	44.7	43.8
Max. power voltage (Vmp) [V]	41.7	41.0	40.6
Max. power current (Imp) [A]	1.10	1.09	1.08
Open circuit voltage (Voc) [V]	49.0	48.4	47.8
Short circuit current (Isc) [A]	1.17	1.17	1.17

Note: Low irradiance: Air mass 1.5 spectrum, Irradiance = 200W/m², cell temperature = 25°C



Guarantee

Power output: 10 years (90% of Pmin) 25 years (80% of Pmin)
 Product workmanship: 5 years
 (Based on guarantee document)

Materials

Cell material: 5 inch HIT cells
 Glass material: AR coated tempered glass
 Frame materials: Black anodized aluminium
 Connectors type: MC3

Certificates

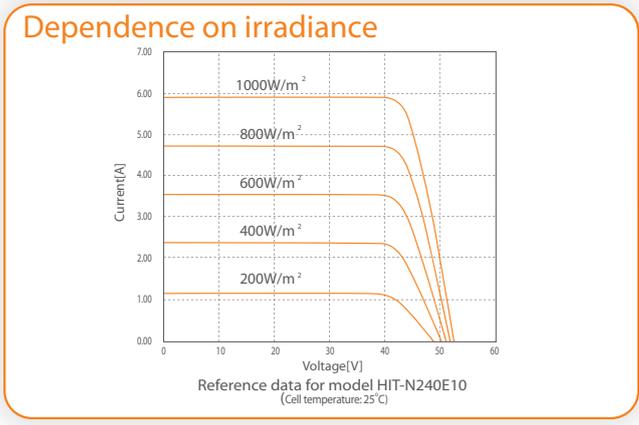
www.tuv.com TÜV Rheinland TÜV ID: 000023431
 • Safety tested, IEC 61730
 • Periodic inspection

IEC 61730
 IEC 61215

CE

Member of PV CYCLE

APPROVED PRODUCT
 MCS
 BRE GLOBAL LISTED
 Certificate No. MCS PV0034 Photovoltaic System
 Electrical Protection Class II



Please consult your local dealer for more information.

CAUTION! Please read the installation manual carefully before using the products.
 Due to our policy of continual improvement the products covered by this brochure may be changed without notice.

MODEL: 24TMX with POD vent
DIMENSIONS: inches (mm)
BATTERY: Flooded/wet lead-acid battery
COLOR: Maroon (case/cover)
MATERIAL: Polypropylene



PRODUCT SPECIFICATION

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A Amp-Hours (AH)								ENERGY (kWh)	VOLTAGE	TERMINAL Type™	DIMENSIONS ^B Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		2-Hr Rate	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	48-Hr Rate	72-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate				Length	Width	Height ^C	
SIGNATURE LINE - DEEP-CYCLE FLOODED BATTERIES																
24	24TMX	55	70	78	85	91	93	94	1.13	12VOLT	5	11-1/4 (286)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	47 (21)	

CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)	
	Voltage per cell
Absorption charge	2.35-2.45
Float charge	2.20
Equalize charge	2.58

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

OPERATIONAL DATA

Operating Temperature	Self Discharge	Specific Gravity
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	Up to 4% per week	The specific gravity at 100% state-of-charge is 1.280

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

To the Voltage Reading -- Subtract 0.005 volt per cell (VPC) for every 1°C above 25°C or add 0.005 volt per cell for every 1°C below 25°C.

EXPECTED LIFE VS. TEMPERATURE

Chemical reactions internal to the battery are driven by voltage and temperature. The higher the battery temperature, the faster chemical reactions will occur. While higher temperatures can provide improved discharge performance the increased rate of chemical reactions will result in a corresponding loss of battery life. As a rule of thumb, for every 10°C increase in temperature the reaction rate doubles. Thus, a month of operation at 35°C is equivalent in battery life to two months at 25°C. Heat is an enemy of all lead acid batteries, FLA, AGM and gel alike and even small increases in temperature will have a major influence on battery life.

A. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 77°F (25°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.

B. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal.

C. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.

™ Additional terminals available.

Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

TERMINAL CONFIGURATIONS

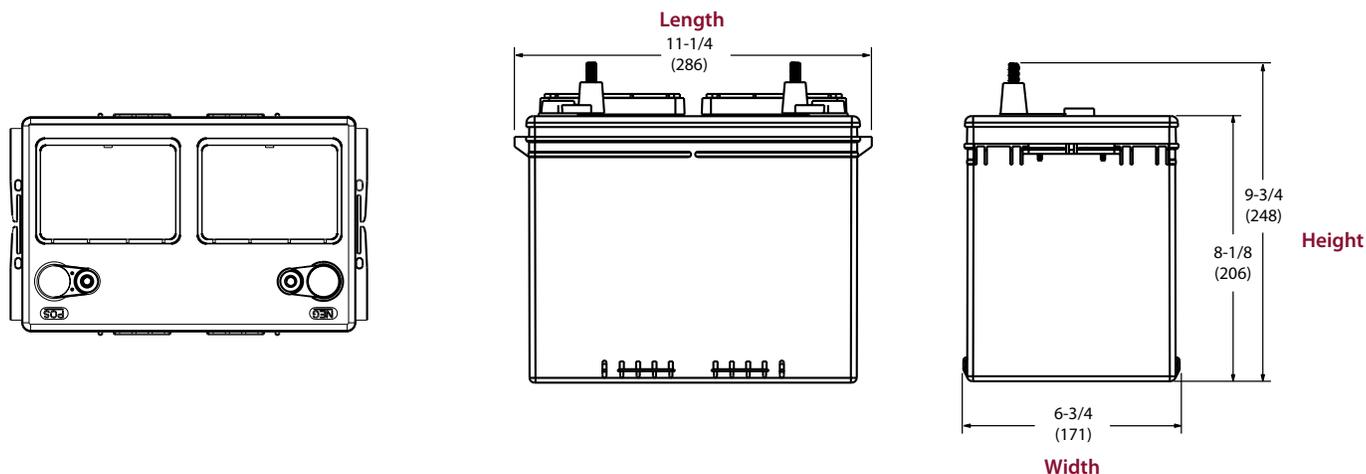
5	LT	L-Terminal
		Terminal Height Inches (mm) 1-3/4 (43)
		Torque Values in-lb (Nm) 100 – 120 (11 – 14)
		Through-hole Diameter (mm) 3/8 (10)

24TMX DATA SHEET

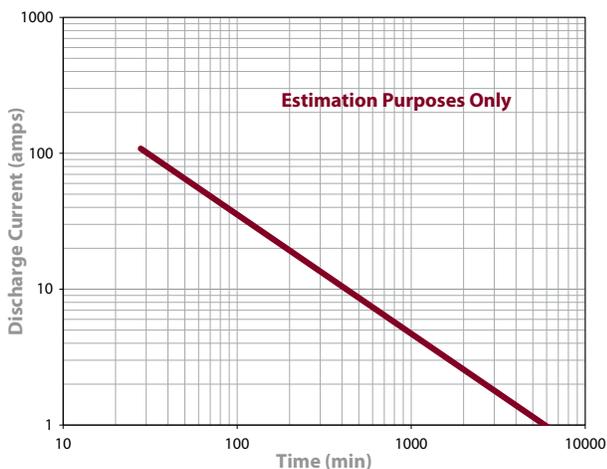
for Renewable Energy and Backup Power Applications

SIGNATURE LINE

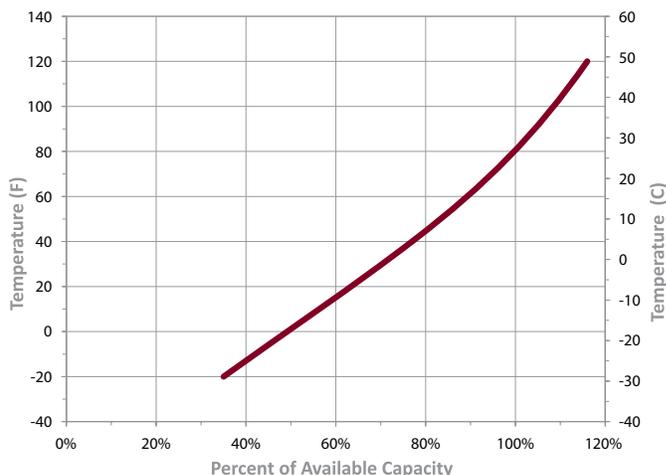
BATTERY DIMENSIONS (shown with WNT)



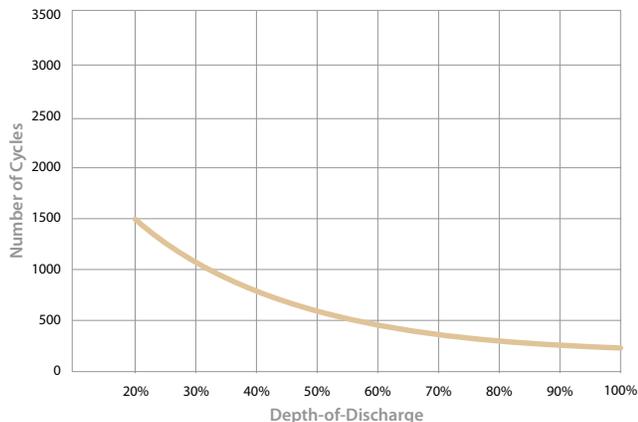
TROJAN 24TMX PERFORMANCE



PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE



TYPICAL CYCLE LIFE IN A STATIONARY APPLICATION



Trojan batteries are available worldwide.

We offer outstanding technical support, provided by full-time application engineers.

call 800.423.6569 or + 1.562.236.3000 or visit www.trojanbatteryRE.com

12380 Clark Street, Santa Fe Springs, CA 90670 • USA or email re@trojanbattery.com

MODEL: 27TMX with POD vent

DIMENSIONS: inches (mm)

BATTERY: Flooded/wet lead-acid battery

COLOR: Maroon (case/cover)

MATERIAL: Polypropylene



PRODUCT SPECIFICATION

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A Amp-Hours (AH)								ENERGY (kWh)	VOLTAGE	TERMINAL Type ^{**}	DIMENSIONS ^B Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		2-Hr Rate	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	48-Hr Rate	72-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate				Length	Width	Height ^C	
SIGNATURE LINE - DEEP-CYCLE FLOODED BATTERIES																
27	27TMX	68	85	97	105	112	114	117	1.40	12VOLT	5	12-3/4 (324)	6-3/4 (171)	9-3/4 (248)	55 (25)	

CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)	
	Voltage per cell
Absorption charge	2.35-2.45
Float charge	2.20
Equalize charge	2.58

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

OPERATIONAL DATA

Operating Temperature	Self Discharge	Specific Gravity
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	Up to 4% per week	The specific gravity at 100% state-of-charge is 1.280

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

To the Voltage Reading -- Subtract 0.005 volt per cell (VPC) for every 1°C above 25°C or add 0.005 volt per cell for every 1°C below 25°C.

EXPECTED LIFE VS. TEMPERATURE

Chemical reactions internal to the battery are driven by voltage and temperature. The higher the battery temperature, the faster chemical reactions will occur. While higher temperatures can provide improved discharge performance the increased rate of chemical reactions will result in a corresponding loss of battery life. As a rule of thumb, for every 10°C increase in temperature the reaction rate doubles. Thus, a month of operation at 35°C is equivalent in battery life to two months at 25°C. Heat is an enemy of all lead acid batteries, FLA, AGM and gel alike and even small increases in temperature will have a major influence on battery life.

A. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 77°F (25°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.

B. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal.

C. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.

** Additional terminals available.

Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

TERMINAL CONFIGURATIONS

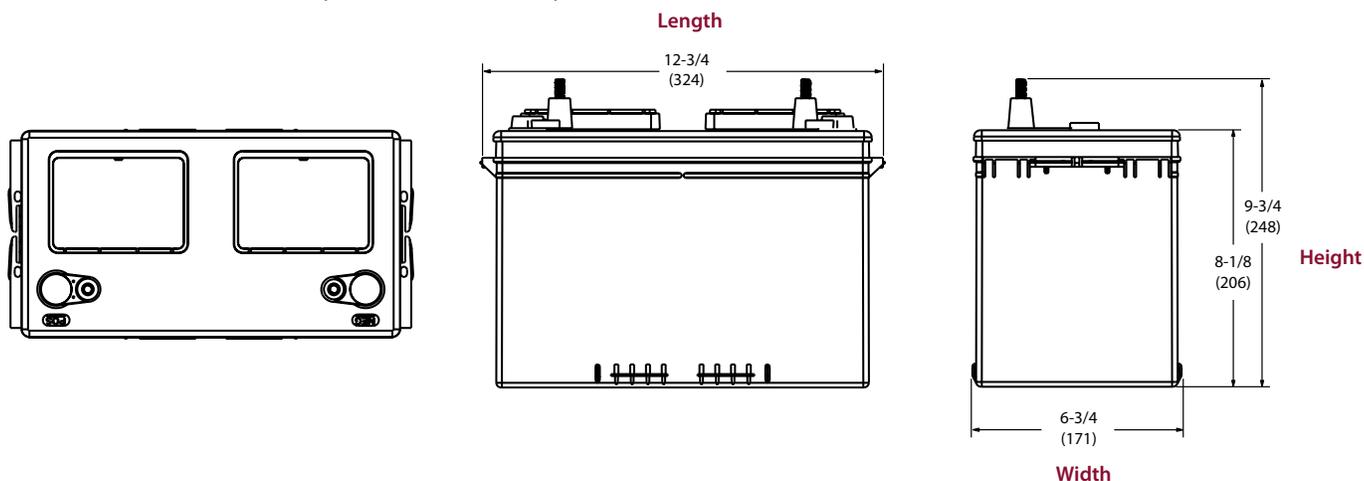
5	LT	L-Terminal
		Terminal Height Inches (mm) 1-3/4 (43)
		Torque Values in-lb (Nm) 100 – 120 (11 – 14)
		Through-hole Diameter (mm) 3/8 (10)

27TMX DATA SHEET

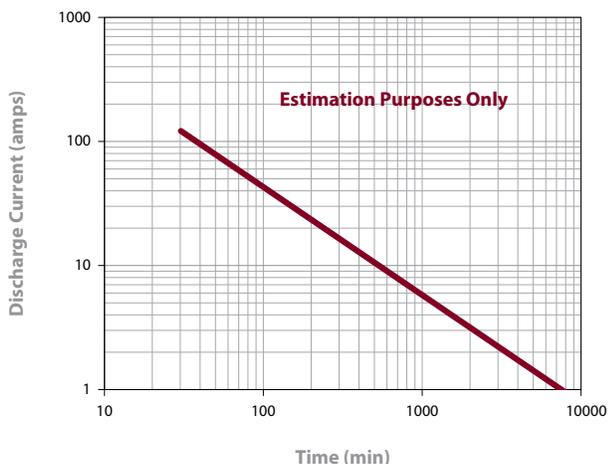
for Renewable Energy and Backup Power Applications

SIGNATURE LINE

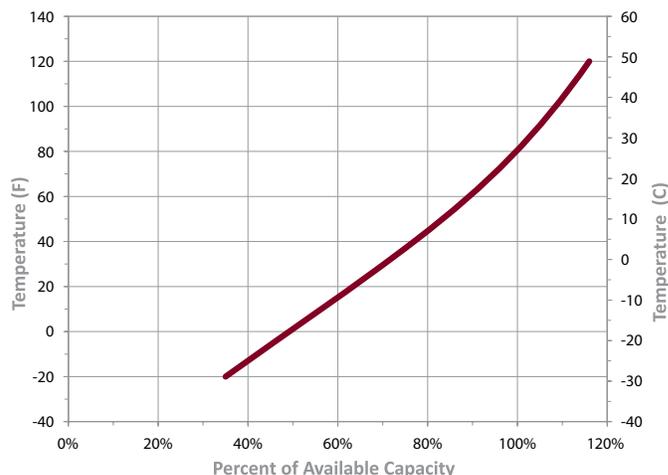
BATTERY DIMENSIONS (shown with WNT)



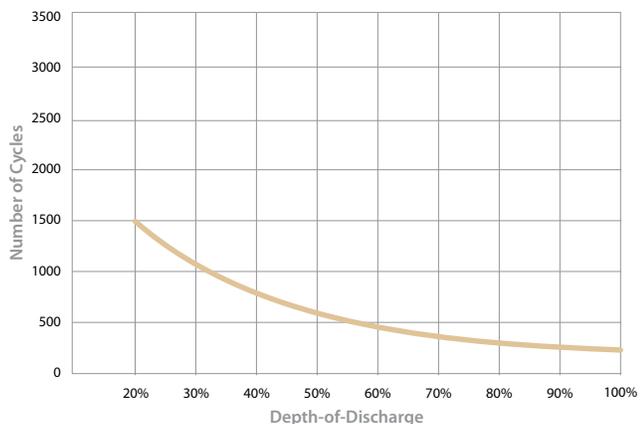
TROJAN 27TMX PERFORMANCE



PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE



TYPICAL CYCLE LIFE IN A STATIONARY APPLICATION



Trojan batteries are available worldwide.

We offer outstanding technical support, provided by full-time application engineers.

call 800.423.6569 or + 1.562.236.3000 or visit www.trojanbatteryRE.com

12380 Clark Street, Santa Fe Springs, CA 90670 • USA or email re@trojanbattery.com

MODEL: T105-RE with Bayonet Cap
DIMENSIONS: inches (mm)
BATTERY: Flooded/wet lead-acid battery
COLOR: Maroon (case/cover)
MATERIAL: Polypropylene



PRODUCT SPECIFICATION

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A Amp-Hours (AH)								ENERGY (kWh)	VOLTAGE	TERMINAL Type	DIMENSIONS ^B Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		2-Hr Rate	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	48-Hr Rate	72-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate				Length	Width	Height ^C	
PREMIUM LINE - DEEP-CYCLE FLOODED BATTERIES																
GC2H	T105-RE	146	185	207	225	240	245	250	1.50	6VOLT	5	10-3/8 (264)	7-1/8 (181)	11-3/4 (299)	67 (30)	

CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)	
	Voltage per cell
Absorption charge	2.35-2.45
Float charge	2.20
Equalize charge	2.58

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

TERMINAL CONFIGURATIONS

5 LT	L-Terminal
	Terminal Height Inches (mm) 1-3/4 (43) Torque Values in-lb (Nm) 100 – 120 (11 – 14) Through-hole Diameter (mm) 3/8 (10)

OPERATIONAL DATA

OPERATING TEMPERATURE	SELF DISCHARGE	SPECIFIC GRAVITY
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	Up to 4% per week	The specific gravity at 100% state-of-charge is 1.280

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

To the Voltage Reading -- Subtract 0.005 volt per cell (VPC) for every 1°C above 25°C or add 0.005 volt per cell for every 1°C below 25°C.

EXPECTED LIFE VS. TEMPERATURE

Chemical reactions internal to the battery are driven by voltage and temperature. The higher the battery temperature, the faster chemical reactions will occur. While higher temperatures can provide improved discharge performance the increased rate of chemical reactions will result in a corresponding loss of battery life. As a rule of thumb, for every 10°C increase in temperature the reaction rate doubles. Thus, a month of operation at 35°C is equivalent in battery life to two months at 25°C. Heat is an enemy of all lead acid batteries, FLA, AGM and gel alike and even small increases in temperature will have a major influence on battery life.

A. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) for Premium Line and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.

B. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal. Batteries to be mounted with .5 inches (12.7 mm) spacing minimum.

C. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.

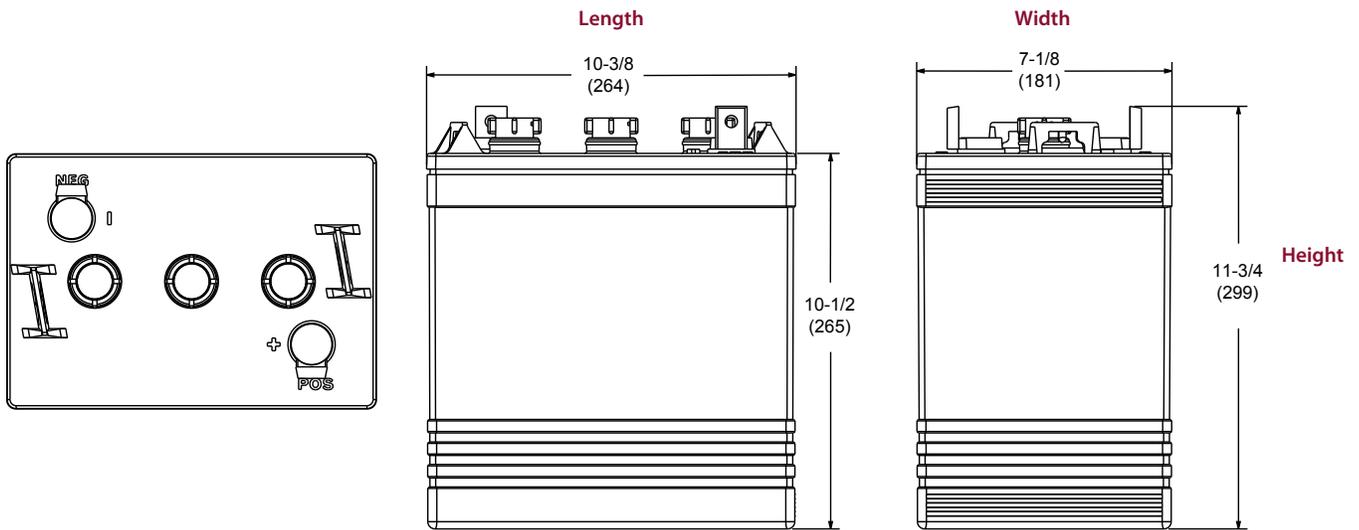
Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

T105-RE DATA SHEET

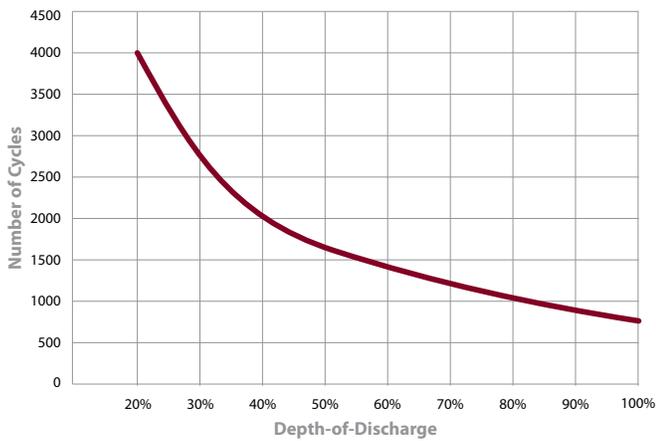
for Renewable Energy and Backup Power Applications

PREMIUM LINE

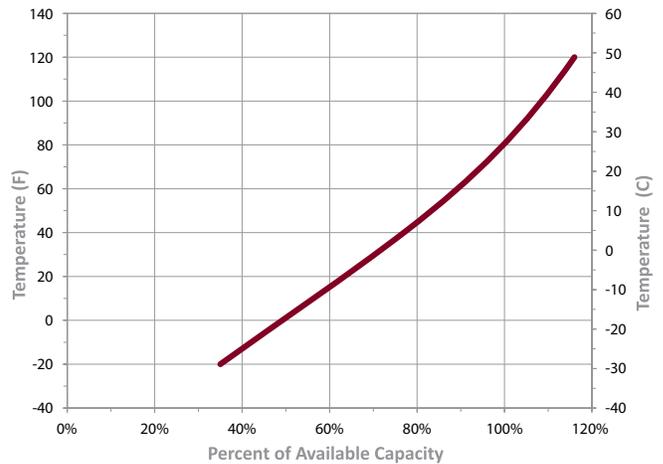
BATTERY DIMENSIONS (shown with LT)



TYPICAL CYCLE LIFE IN A STATIONARY APPLICATION



PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE



Trojan batteries are available worldwide.

We offer outstanding technical support, provided by full-time application engineers.

call 800.423.6569 or + 1.562.236.3000 or visit www.trojanbatteryRE.com

12380 Clark Street, Santa Fe Springs, CA 90670 • USA or email re@trojanbattery.com



GUÍA PARA EL USUARIO DE BATERÍAS TROJAN

Felicitaciones por su compra de un producto de Trojan Battery Company, el fabricante más confiable de baterías de ciclo profundo a nivel mundial. La batería que usted compró fue diseñada por Trojan para dar mayor potencia, rendimiento, durabilidad y confiabilidad de uso en una amplia gama de aplicaciones.

Tabla de contenidos

1.	Equipo necesario	4
2.	Instalación de la batería	4
2.1.	Seguridad	4
2.2.	Conexiones de la batería	5
2.2.1.	Tamaño del cable	5
2.2.2.	Valores de torque	6
2.2.3.	Protección de terminales	6
2.3.	Ventilación	6
2.4.	Conexión de baterías para aumentar la potencia del sistema	7
2.4.1.	Conexiones en serie	7
2.4.2.	Conexiones en paralelo	7
2.4.3.	Conexiones en serie-paralelo	8
2.5.	Orientación de la batería	8
3.	Mantenimiento preventivo	9
3.1.	Inspección	9
3.2.	Limpieza	9
3.3.	Adición de agua (SÓLO en baterías con electrolito líquido)	10, 11
3.4.	Carga y ecualización	12
3.4.1.	Carga	12 – 14
3.4.2.	Ecualización (SÓLO en baterías con electrolito líquido)	14
4.	Almacenamiento	15
4.1.	Almacenamiento en climas cálidos con temperatura superior a 90°F (32°C)	16
4.2.	Almacenamiento en climas fríos con temperatura inferior a 32°F (0°C)	16
5.	Cómo optimizar la vida útil de su batería Trojan	16
6.	Qué esperar de su batería Trojan	17
7.	Problemas y Soluciones	17
7.1.	Preparación de las baterías para las pruebas	17
7.2.	Prueba de voltaje durante la carga	18
7.3.	Prueba de gravedad específica	18
7.4.	Prueba de voltaje en circuito abierto	19
7.5.	Prueba de descarga	20
8.	Reciclaje de baterías	21

GUÍA PARA EL USUARIO DE BATERÍAS TROJAN

Esta guía para el usuario fue diseñada por Ingenieros de Aplicaciones de Trojan y contiene información importante sobre el cuidado y mantenimiento adecuados de su nueva batería. Lea esta guía para el usuario con mucha atención y por completo antes de utilizar la batería. Esto ayudará a que su nueva inversión tenga un rendimiento óptimo y una vida larga y útil.

1. Equipo necesario

- Gafas ó lentes protectores y guantes
- Agua destilada ó tratada (desionizada, ósmosis inversa, etc.)
- Llave con agarradera aislante
- Bicarbonato de Sodio
- Protector para terminales (vaselina, aerosol anticorrosivo, etc.)
- Voltímetro
- Hidrómetro (para baterías con electrolito líquido)
- Unidad de descarga (si está disponible)
- Cargador de baterías

2. Instalación de la batería

Para asegurarse que las baterías estén instaladas correctamente y de manera segura, siga las instrucciones siguientes:

2.1. Seguridad

- Use siempre ropa, guantes y gafas de protección al trabajar con baterías
- No fume cerca de las baterías
- Mantenga chispas, llamas y objetos metálicos alejados de las baterías
- Utilice una llave con agarradera aislante al conectar baterías
- El electrolito es una solución de ácido y agua, evite el contacto con la piel
- Si el ácido entra en contacto con la piel ó los ojos, enjuáguelos con abundante agua inmediatamente
- Revise que todas las conexiones de los cables a las terminales estén debidamente apretadas; las conexiones que están demasiado apretadas ó demasiado flojas pueden quebrarse, fundirse o quemarse
- Para evitar cortocircuitos, no ponga objetos sobre la batería
- Cargue las baterías en una área bien ventilada
- Nunca agregue ácido a la batería

2.2. Conexiones de la batería

Los cables conectan las baterías entre ellas, al equipo y al sistema de carga. Las conexiones defectuosas pueden provocar que el rendimiento sea bajo y que las terminales se dañen, se fundan o se quemen. Para asegurarse de que las conexiones estén bien hechas, utilice las siguientes guías con respecto al tamaño de los cables, los valores de torque y la protección de las terminales.

2.2.1. Tamaño del cable

Los cables de las baterías deben ser del tamaño indicado para que puedan soportar la carga esperada durante el servicio. Consulte la *Tabla 1* para ver la corriente máxima que un cable es capaz de acarrear según su tamaño.

Tabla 1

Tamaño de los Cables (AWG)	Capacidad (Amps)
14	25
12	30
10	40
8	55
6	75
4	95
2	130
1	150
1/0	170
2/0	265
4/0	360

Los valores de la tabla corresponden a una longitud para cables menores de 6 pies (1.83 m.). Es preferible que todos los cables utilizados en los grupos de baterías conectadas en serie-paralelo, sean de la misma longitud.

Para mayor información sobre los tamaños correctos de cables, consulte el Código Eléctrico Nacional (NEC), localizado en su página de internet, www.nfpa.org.

2.2.2. Valores de Torque

Apriete las conexiones de los cables a las terminales siguiendo el valor especificado para asegurarse de que tengan un buen contacto. Si la conexión a la terminal no se aprieta dentro de el rango adecuado, existe el riesgo de que la terminal se rompa ó se funda causando que las conexiones se aflojen, con la posibilidad de iniciar un incendio. Consulte la *Tabla 2* para los valores de torque recomendados de acuerdo al el tipo de la terminal de su batería.

Tabla 2

Terminal Type	Torque (lb/ft)	Torque (N•m)
Terminal Automotriz (AP)	50 - 70	68-95
Terminal L (LT)	100 - 120	136-163
Terminal de bajo perfil (LPT), Terminal de alto perfil (HPT), Terminal de tuerca mariposa (WNT), Terminal de doble tuerca mariposa (DWNT), Terminal Universal (UT)	95 - 105	129-142
Terminal de Tornillo (ST)	120 - 180	27-244

** Para DT (Combinación de Terminal Automotriz y Tornillo), use los valores para los tipos AP o ST*

ADVERTENCIA: Utilice una llave con agarradera aislante al conectar baterías

2.2.3. Protección de las Terminales

Se puede formar corrosión en las terminales si no se les mantiene limpias y secas. Para evitar dicha corrosión, aplique una capa fina de vaselina ó de protector para terminales que se pueden adquirir comercialmente con su distribuidor local de baterías.

2.3. Ventilación

Las baterías de ácido-plomo de electrólito líquido producen y liberan pequeñas cantidades de gas durante su uso, especialmente en el proceso de carga. Las baterías de gel y de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM) también producen gas pero generalmente no lo liberan, pudieran liberarlo si se genera suficiente presión interna dentro de la batería durante la carga. Es esencial cargar las baterías en una área bien

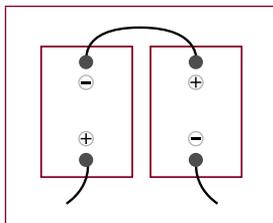
ventilada. Si necesita ayuda para calcular las necesidades de ventilación, comuníquese con los ingenieros de apoyo técnico de Trojan Battery Company al 800-423-6569 o al +1-562-236-3000.

2.4. Conexión de baterías para aumentar la potencia del sistema

2.4.1. Conexiones en serie

Para aumentar el voltaje, conecte las baterías en serie. Esto no aumentará la capacidad del sistema. Consulte el *Diagrama 1* for series connections.

Diagrama 1



Ejemplo :

Dos baterías T-105 de 6V con capacidad de 225AH, conectadas en serie

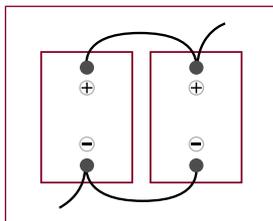
Voltaje del sistema: $6V + 6V = 12V$

Capacidad del sistema = 225AH

2.4.2. Conexiones en paralelo

Para aumentar la capacidad, conecte las baterías en paralelo. Esto no aumentará el voltaje del sistema. Consulte el *Diagrama 2* para obtener información sobre las conexiones en paralelo.

Diagrama 2



Ejemplo :

Dos baterías T-105 de 6V con capacidad de 225AH, conectadas en paralelo

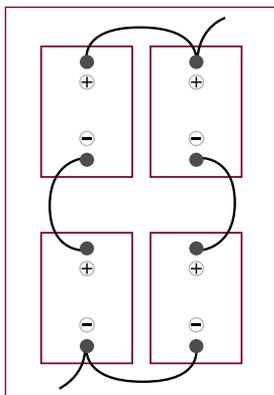
Voltaje del sistema: 6V

Capacidad del sistema = $225AH + 225AH = 450AH$

2.4.3. Conexiones en serie-paralelo

Para aumentar tanto el voltaje como la capacidad del sistema, conecte un grupo de baterías en serie a otro en paralelo. Consulte el *Diagrama 3* para obtener información sobre las conexiones en serie-paralelo.

Diagrama 3



Ejemplo :

Cuatro baterías T-105 de 6V con capacidad de 225AH, conectadas en serie-paralelo

Voltaje del sistema: $6V + 6V = 12V$

Capacidad del sistema = $225AH + 225AH$
= 450AH

2.5. Orientación de la batería

Las baterías con electrolito líquido deben estar en posición vertical en todo momento. El líquido que está dentro de la batería se derramará si ésta se coloca de costado o en ángulo. Las baterías de gel y las de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM) son a prueba de derrames y por eso pueden colocarse en posición horizontal o vertical.



3. Mantenimiento preventivo

3.1. Inspección

- Revise la apariencia exterior de la batería. La parte superior y las conexiones de las terminales deben estar limpias, libres de polvo, corrosión y secas. Consulte “Limpieza” en la [Sección 3.2](#)
- El observar fluidos en la parte superior de la batería de electrolito líquido, puede indicar que la batería tiene demasiada agua. Consulte la [Sección 3.3](#), “Adición de Agua”, y revise los procedimientos adecuados para agregar agua. Si se ve líquido sobre la batería de gel o de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM), puede significar que la batería está siendo sobrecargada y que su rendimiento y vida útil se reducirán
- Revise los cables y conexiones de la batería. Reemplace los cables dañados. Apriete las conexiones que estén flojas. Consulte “Valores de Torque” en la [Sección 2.2](#)

3.2. Limpieza

- Revise que todos los tapones de ventilación de la batería estén propiamente instalados
- Limpie la parte superior de la batería, las terminales y las conexiones con un paño ó cepillo y una solución de Bicarbonato de Sodio y agua. No permita que la solución de limpieza entre en la batería
- Enjuague con agua y seque con un paño limpio
- Aplique una capa fina de vaselina ó protector para terminales que se pueden adquirir con su distribuidor local de baterías
- Mantenga el área donde están las baterías limpia y seca



3.3. Adición de agua (SÓLO en baterías con electrólito líquido)

Nunca se debe agregar agua a las baterías de gel o de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM) ya que éstas no pierden cantidades importantes de agua durante su uso. Las baterías con electrólito líquido necesitan adición de agua periódicamente. La frecuencia depende del uso de la batería y de las temperaturas de operación. Inspeccione las baterías nuevas cada par de semanas para determinar la frecuencia de adición de agua que necesiten. Es normal que las baterías necesiten más agua a medida que envejecen.

- Cargue las baterías completamente antes de agregarles agua. Sólo agregue agua a baterías descargadas ó cargadas parcialmente, si las placas están expuestas al aire. En este caso, agregue sólo la cantidad suficiente de agua para cubrir las placas y luego cargue las baterías, continúe con el procedimiento de adición de agua que se describe a continuación
- Retire los tapones de ventilación y colóquelos hacia abajo para que no recojan polvo debajo de ellos ó, en el caso de las baterías Plus Series™, simplemente mueva la tapa hacia arriba para abrirla. Revise el nivel del electrólito
- Si el nivel del electrólito está visiblemente por arriba de las placas, no es necesario agregar más agua
- Si el nivel de electrólito apenas cubre las placas, agregue agua destilada ó desionizada hasta llegar a 1/8" (3 mm.) por debajo del cuello de llenado (protector de plástico dentro del orificio de ventilación) en el caso de baterías regulares y hasta el indicador de nivel máximo (MAX) en el caso de baterías Plus Series™
- Después de agregar agua, vuelva a asegurar los tapones de ventilación de las baterías
- Se puede usar agua de uso casero siempre que el nivel de impurezas esté dentro de los límites aceptables. Consulte la Tabla 3 para ver los límites máximos de impurezas permitidos en agua para uso en baterías



Tabla 3

Niveles de Impurezas Máximos Permitidos en Agua para uso en Baterías		
Impureza	Partes por millón	Efectos de la impureza
Color	Limpia y "Transparente"	-
Partículas Suspendidas	Traza	-
Sólidos Disueltos Totales	100.00	-
Materia Orgánica y Volátil	50.0	Corrosión de la placa positiva
Amoníaco	8.0	Pequeña auto-descarga de ambas placas
Antimonio	5.0	Auto-descarga por acción local, reduce la vida útil y el voltaje en carga
Arsénico	0.5	Auto-descarga, puede formar un gas venenoso en la placa negativa
Calcio	40.0	Desprendimiento de Material Activo Positivo
Cloruro	5.0	Pérdida de capacidad en ambas placas, mayor pérdida en placa positiva
Cobre	5.0	Auto-descarga más rápida, reduce voltaje en carga
Fierro	3.0	Auto-descarga más rápida en ambas placas, reduce voltaje en carga
Magnesio	40.0	Acortamiento de vida útil
Níquel	No Permitido	Intensa reducción de voltaje en carga
Nitratos	10.0	Incrementa niveles de sulfatación en la placa negativa
Nitritos	5.0	Corrosión en ambas placas, pérdida de capacidad, vida útil más corta
Platino	No Permitido	Auto-descarga violenta, reduce voltaje en carga
Selenio	2.0	Desprendimiento de Material Activo Positivo
Zinc	4.0	Leve auto-descarga en placa negativa

3.4. Carga y ecualización

3.4.1. Carga

Es muy importante cargar las baterías de manera adecuada para optimizar su rendimiento. Cargarlas de menos ó de más puede reducir significativamente la vida útil de la batería. Para un proceso de carga correcto, consulte las instrucciones que vienen con su equipo. La mayoría de los cargadores son automáticos y vienen pre-programados. Algunos cargadores permiten que el usuario establezca los valores de voltaje y corriente. Consulte el *Diagrama 4* para ver las guías recomendadas por Trojan para cargar las baterías con electrólito líquido, el *Diagrama 5* para cargar las baterías de gel y el *Diagrama 6* para cargar las baterías de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM).

- Asegúrese de que el selector del cargador esté en el programa adecuado de acuerdo al tipo de batería que se vaya a cargar: electrólito líquido, gel ó de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM)
- Las baterías se deben cargar por completo después de cada uso
- Las baterías de ácido-plomo (de electrólito líquido, de gel y de separador de fibra de vidrio absorbente -AGM) no tienen efecto de memoria y por lo tanto no necesitan descargarse por completo antes de volver a cargarlas.
- Cargue las baterías sólo en áreas bien ventiladas
- Revise el nivel del electrólito para asegurarse de que las placas estén cubiertas con agua antes de iniciar la carga (sólo para baterías de electrólito líquido)
- Revise que todos los tapones de ventilación de la batería estén bien instalados antes de iniciar la carga
- Las baterías de electrólito líquido producirán gases (burbujas) hasta que termine la carga asegurando que el electrolito esté bien mezclado.
- Nunca cargue una batería que esté congelada
- Evite cargar una batería a temperaturas superiores a 120°F (49°C)

Diagrama 4

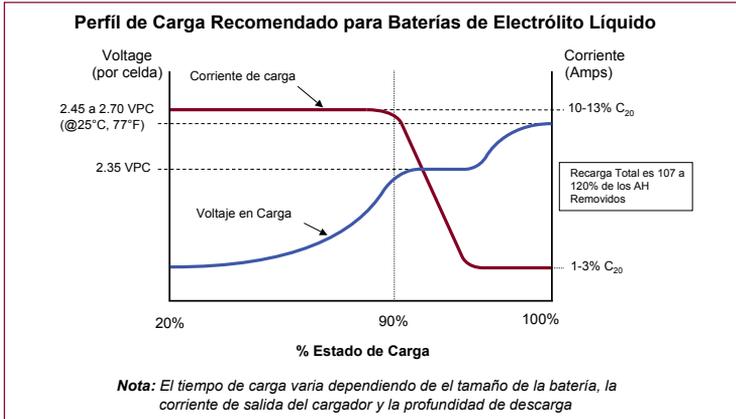


Diagrama 5

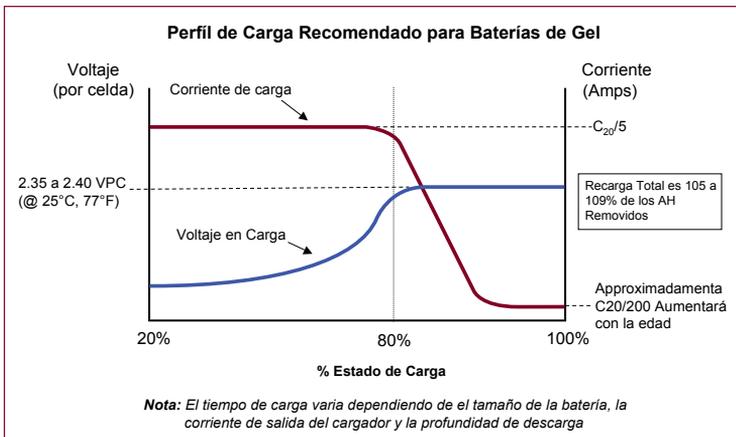
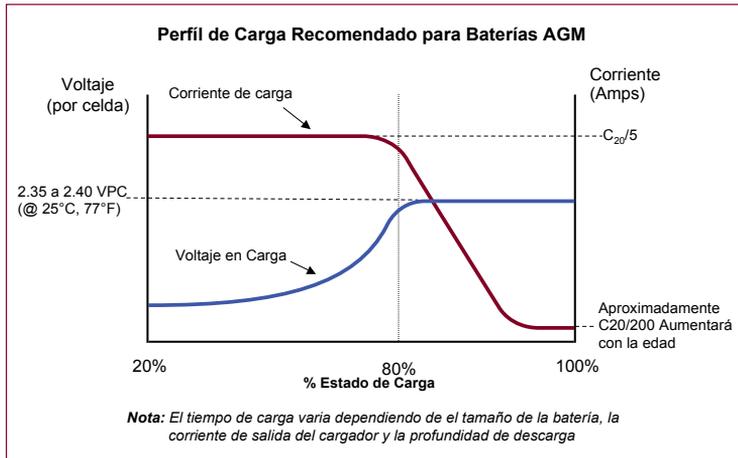


Diagrama 6



3.4.2. Ecuación (SÓLO en baterías con electrolito líquido)

La ecuación es una sobrecarga llevada a cabo en baterías con electrolito líquido luego de que éstas se han cargado por completo. Trojan recomienda la ecuación sólo cuando las baterías tengan una gravedad específica baja, menor a 1.250, ó un rango amplio de valores mayor a 0.030 puntos entre baterías después de haberlas cargado por completo. Las baterías de gel y de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM) NUNCA se deben ecuacionar

- Verifique que las baterías sean de electrolito líquido
- Revise el nivel del electrolito para asegurarse de que las placas estén cubiertas con agua antes de iniciar la carga
- Revise que todos los tapones de ventilación de la batería estén bien instalados antes de iniciar la carga
- Seleccione la posición de ecuación del cargador
- Las baterías producirán burbujas durante el proceso de ecuación
- Mida la gravedad específica cada hora. Termine la ecuación cuando la gravedad específica deje de aumentar

ADVERTENCIA: No ecuacione las baterías de gel ni las baterías de separador de fibra de vidrio absorbente (AGM). Corrija el valor de gravedad específica obtenido de acuerdo a la temperatura del electrolito. Consulte la Sección 7.3.

4. Almacenamiento

- Cargue las baterías antes de almacenarlas
- Almacénelas en un lugar fresco, seco y protegido de los elementos naturales.
- Desconecte la batería del equipo para eliminar posibles cargas parasíticas que puedan descargar la batería
- Las baterías se auto-descargan gradualmente mientras están almacenadas. Monitoree la gravedad específica ó el voltaje cada 4 a 6 semanas. Las baterías almacenadas deben recibir una carga de refuerzo cuando alcanzan un 70% ó menos de su estado de carga Consulte la *Tabla 4* para ver los valores de gravedad específica y voltaje con respecto al estado de carga
- Cuando saque las baterías de su almacenamiento, recárguelas antes de utilizarlas

Tabla 4

Estado de carga como medida de la gravedad específica y voltaje en circuito abierto				
Porcentaje de carga	Gravedad Específica	Voltaje en circuito abierto		
		Celda	6 Voltios	12 Voltios
100	1.277	2.122	6.37	12.73
90	1.258	2.103	6.31	12.62
80	1.238	2.083	6.25	12.50
70	1.217	2.062	6.19	12.37
60	1.195	2.04	6.12	12.24
50	1.172	2.017	6.05	12.10
40	1.148	1.993	5.98	11.96
30	1.124	1.969	5.91	11.81
20	1.098	1.943	5.83	11.66
10	1.073	1.918	5.75	11.51

GUÍA PARA EL USUARIO DE BATERÍAS TROJAN

4.1. Almacenamiento en climas cálidos, con temperatura superior a 90°F (32°C)

Evite exponer las baterías directamente a fuentes de calor durante el almacenamiento. Las baterías se auto-descargan más rápido en temperaturas elevadas. Si las baterías se almacenan durante los meses de calor, monitoree la gravedad específica ó el voltaje con más frecuencia (aproximadamente cada 2 a 4 semanas).

4.2. Almacenamiento en climas fríos, con temperatura menores a 32°F (0°C)

De ser posible, evite los lugares donde se esperan temperaturas muy frías durante el almacenamiento. Las baterías se pueden congelar a bajas temperaturas si no están cargadas por completo. Si las baterías se almacenan durante los meses fríos de invierno, es esencial que se mantengan cargadas por completo.

5. Cómo optimizar la vida útil de las baterías Trojan

- Para la instalación, mantenimiento y almacenamiento adecuados, siga todos los procedimientos indicados en este documento
- No descargue la batería más de un 80%. Este factor de seguridad eliminará la posibilidad de dañar la batería debido a una descarga más profunda de lo recomendado
- Si tiene preguntas ó dudas sobre el cuidado de la batería, comuníquese con los ingenieros de apoyo técnico de Trojan Battery Company al 800-423-6569 o al +1-562-236-3000 antes de que surja un problema



6. Qué esperar de una batería Trojan

- Las baterías nuevas no proveerán su capacidad máxima. Esto es normal en baterías de ciclo profundo ya que lleva tiempo “acondicionar la batería”
- Las baterías de Trojan necesitan entre 50 a 100 ciclos antes de que puedan proveer su máxima capacidad
- Cuando use las baterías en temperaturas menores a 80°F (27°C), su capacidad promedio será menor. Por ejemplo: a 0°F (-18°C) la batería tendrá el 50% de su capacidad y a 80°F (27°C) tendrá el 100% de su capacidad
- Cuando use las baterías en temperaturas mayores a 80°F (27°C), su capacidad promedio será mayor pero, su vida útil será más corta
- La vida útil de la batería es difícil de predecir ya que puede variar según la aplicación, la frecuencia de uso y el nivel de mantenimiento

7. Problemas y Soluciones

Los siguientes procedimientos de pruebas para baterías son simplemente guías para identificar cuándo hay que cambiar una batería. Es posible que se observen casos especiales no identificados en este procedimiento. Para obtener ayuda sobre cómo interpretar la información de las pruebas, comuníquese con los ingenieros de apoyo técnico de Trojan Battery Company al 800-423-6569 o al +1-562-236-3000.

7.1. Preparación de las baterías para las pruebas

- Revise que todos los tapones de ventilación de la batería estén bien instalados.
- Limpie la parte superior de la batería, las terminales y las conexiones con un paño ó cepillo y una solución de Bicarbonato de Sodio y agua. No permita que la solución de limpieza entre en la batería. Enjuague con agua y seque con un paño limpio.
- Revise los cables y conexiones de la batería. Reemplace los cables dañados. Apriete las conexiones que estén flojas. Consulte los “Valores de Torque” en la [Sección 2.2.2](#)
- En el caso de las baterías de electrolito líquido, revise el nivel del electrolito y agregue agua si es necesario. Consulte “Adición de Agua” en la [Sección 3.3](#)
- Cargue las baterías completamente

7.2. Prueba de voltaje durante la carga

- Desconecte y vuelva a conectar el cargador a las baterías para iniciar el proceso de carga
- Si es posible y mientras las baterías se están cargando, registre la corriente durante la última 1/2 hora de carga y mida el voltaje total del grupo de baterías
- Si al finalizar la carga la corriente está por debajo de 5 amperios y el voltaje del grupo de baterías por arriba de: 56V para un sistema de 48V; 42V para un sistema de 36V; 28V para un sistema de 24V; 14V para una batería de 12V; 9.3V para una batería de 8V ó 7V para una batería de 6V; siga con el siguiente paso. Si éste no es el caso, revise el cargador para verificar que la corriente de salida sea la correcta y recargue las baterías nuevamente si es necesario. Si el problema es voltaje bajo, tal vez una batería no esté funcionando bien
- Mientras esté cargando el grupo de baterías, tome el voltaje de cada una de ellas.
- Si el voltaje de alguna de las baterías es inferior a: 7V para una batería de 6V; 9.3V para una batería de 8V y 14V para una batería de 12V, y la variación de voltaje es mayor a 0.5V para una batería de 6V ó 1.0V para una batería de 12V, comparada con cualquier otra batería en el grupo, puede ser que esa batería no esté funcionando bien

7.3. Prueba de gravedad específica (SÓLO en baterías con electrólito líquido)

- Llene y vacíe el hidrómetro 2 ó 3 veces antes de tomar una muestra de electrólito de la batería
- Mida la gravedad específica de todas las celdas de la batería
- Corrija la gravedad específica añadiendo ó restando 0.004 puntos por cada 10°F (5°C) por arriba ó por debajo de 80°F (27°C) de acuerdo a la temperatura del electrólito al momento de tomar la gravedad específica
- Si el valor de cada celda de la batería es inferior a 1.250, puede ser que las baterías estén descargadas; recárguelas
- Si alguna de las baterías tienen una variación de gravedad específica de más de 0.050 puntos entre las celdas, ecualice el sistema. Consulte “Ecuación” en la [Sección 3.4.2](#)
- Si la gravedad específica sigue baja ó la variación no cambia, tal vez una batería no esté funcionando bien

7.4. Prueba de voltaje en circuito abierto

Este es el método menos preferido para evaluar el rendimiento en las baterías.

- Para que la lectura de voltaje sea adecuada, las baterías deben permanecer sin ser utilizadas por lo menos durante un periodo de 6 horas (preferiblemente 24 horas).
- Mida el voltaje de cada una de las baterías
- Si el voltaje de una batería es 0.3V menor en comparación con cualquier otra batería, equalice el sistema (SÓLO en baterías con electrolito líquido). Consulte “Ecuilización” en la [Sección 3.4.2](#)
- Vuelva a medir el voltaje de cada una de las baterías después de un periodo de 6-24 horas sin usarse
- Si el voltaje de una batería sigue siendo 0.3V menor en comparación con cualquier otra batería, puede ser que la batería no esté funcionando bien



7.5. Prueba de descarga

- Conecte y ponga en funcionamiento el descargador
- Registre el tiempo (minutos) y la temperatura al final de la descarga
- Corrija el tiempo de descarga actual según la temperatura medida al final de la descarga utilizando la siguiente fórmula, la cual es válida entre valores de 75°F (24°C) y 90°F (32°C):
 - o $M_c = M_r [1 - 0.009 (T^{\circ}C - 27)]$ ó $M_c = M_r [1 - 0.005 (T^{\circ}F - 80)]$
Donde: M_c = Tiempo Corregido (minutos), M_r = Tiempo Actual (minutos)
 T = Temperatura en °C ó °F al final de la descarga
- Si el tiempo de descarga corregido (M_c) supera el 50% de la capacidad de las baterías, todas las baterías funcionan
- Si el tiempo de descarga corregido (M_c) es menor al 50% de la capacidad de las baterías, vuelva a iniciar el proceso de descarga y registre el voltaje de cada una de las baterías al final de la descarga y mientras el grupo todavía se está descargando
- Las baterías con un voltaje de 0.5V menor al voltaje de otra batería con el valor más alto, pueden estar fallando

Hay otros métodos para probar baterías, incluyendo los que miden resistencia interna, pruebas de arranque en frío, etc., sin embargo, éstos métodos de pruebas no son adecuados para las baterías de ciclo profundo.

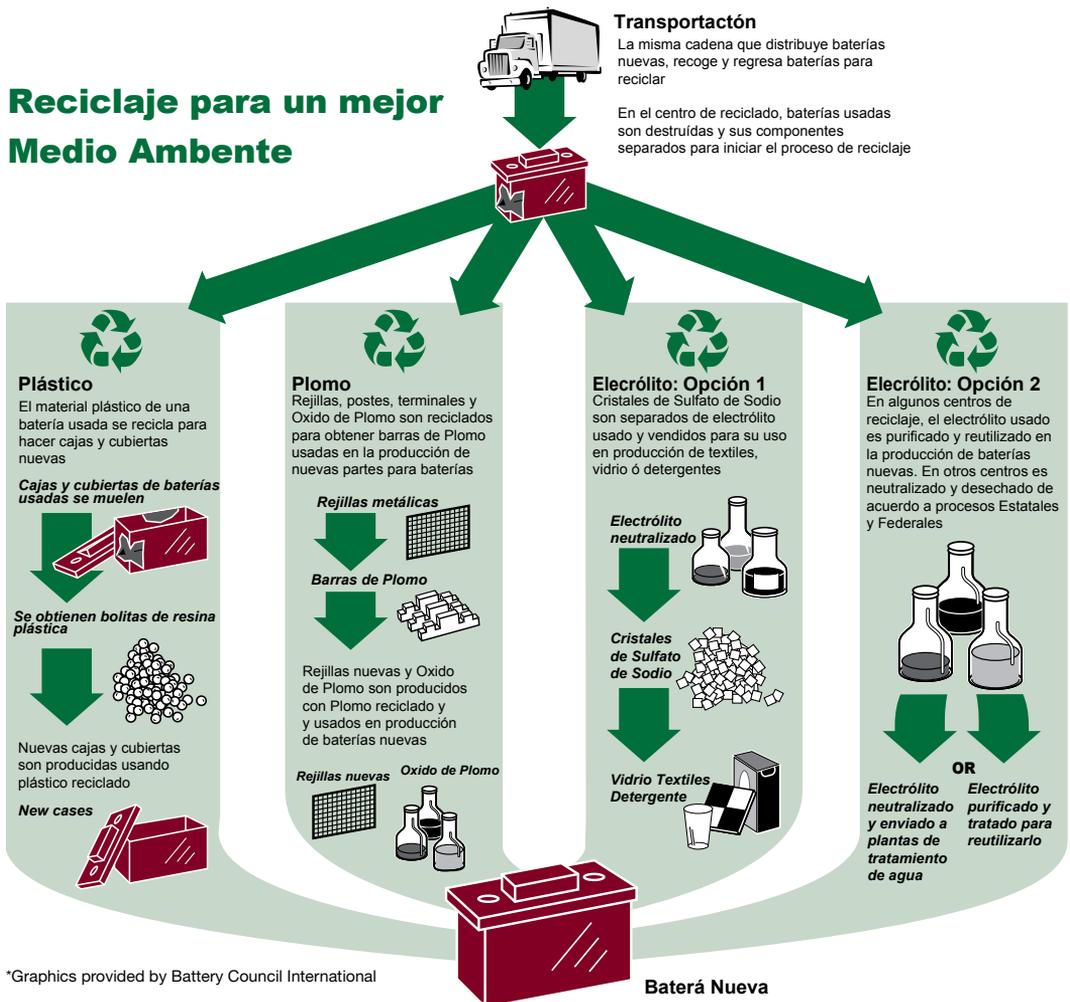


8. Reciclaje de baterías

Las baterías de ácido-plomo constituyen el mayor éxito ambiental de nuestro tiempo, ya que más del 97 por ciento del plomo de las baterías se puede reciclar. En realidad, las baterías de ácido-plomo están dentro de los primeros y principales productos que el consumidor recicla y Trojan Battery respalda el proceso de reciclado de las baterías para mantener limpio el medio ambiente.

Para el proceso de reciclado de sus baterías, comuníquese con el distribuidor de Trojan más cercano, que podrá localizar en www.trojanbattery.com.

A continuación se describe el proceso de reciclado de las baterías Trojan:



GUÍA PARA EL USUARIO DE BATERÍAS TROJAN

Trojan Battery Company desea agradecerle por haber elegido nuestra batería. Con más de 80 años de experiencia, Trojan Battery es la empresa más confiable a nivel mundial en la tecnología de baterías de ciclo profundo respaldada por nuestro extraordinario grupo de apoyo técnico. Esperamos satisfacer sus necesidades en cuanto a baterías se refiere.

© 2008 Trojan Battery Company
Todos los derechos reservados.

Trojan Battery Company
12380 Clark St.
Santa Fe Springs, CA 90670 USA

Esta publicación está protegida por derechos de autor y todos los derechos están reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse ni transmitirse por ningún medio y de ninguna manera, sin el consentimiento previo por escrito de Trojan Battery Company.

Trojan Battery Company no es responsable por la indemnización de daños directos, indirectos, especiales, daños y perjuicios punitivos, incidentales, o consecuentes que puedan resultar de cualquier información brindada u omitida en este manual, bajo ninguna circunstancia.

Trojan Battery Company se reserva el derecho de modificar este manual en cualquier momento sin aviso previo ni obligación al respecto.

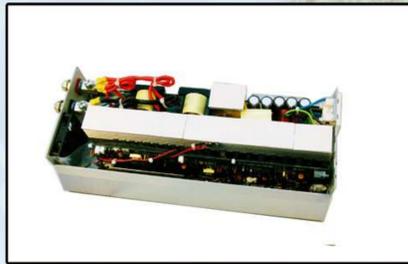
Trojan Battery Company y el logotipo de Trojan Battery son marcas registradas de Trojan Battery Company.

Plus Series es una marca comercial de Trojan Battery Company en los Estados Unidos de Norteamérica y en otros países.





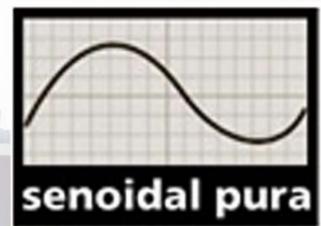
CABLES DE CONEXIÓN



INTERIOR DEL GABINETE

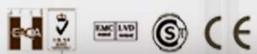


FORZADOR AUTOMÁTICO



senoidal pura

SALIDA SENOIDAL PURA

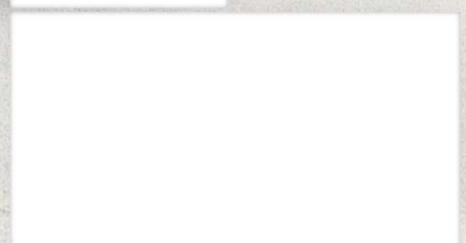


ESPECIFICACIONES			
Modelo	IS-1200-12	IS-1200-24	IS-1200-48
Potencia Continua	1200W		
Potencia de Pico	2400W		
Voltaje de Salida	220V CA		
Regulación Salida	± 5%		
Forma de Onda	Senoidal Pura		
Distorsión	< 2%		
Voltaje de Entrada	10~16Vcc	20~32Vcc	40~64Vcc
Alarma Bajo V.	11V ± 0,5V	22V ± 1V	44V ± 2V
Protección Bajo V.	10V ± 0,5V	20V ± 1V	42V ± 2V
Protección Alto V.	16V ± 0,5V	32V ± 1V	64V ± 2V
Frecuencia	50Hz ± 3%		
Eficiencia	> 90%		
Corriente en Vacío	< 0,6A	< 0,3A	< 0,1A
Refrigeración	Automática - Forzador		
Cables de Conexión	SI		
Alarma Audible y Visual	SI		
Protección Bajo y Alto Voltaje de Entrada	SI		
Protección de Sobrecarga	SI		
Protección de Cortocircuito	SI		
Protección de Temperatura	55°C ± 5°C		
Protección de Inversión de Polaridad	Por Fusible		
Temp. de Trabajo	-20°C ~ 50°C		
Dimensiones (LxAxA) en mm	430 x 179 x 82		
Peso Neto en Kg.	4		

- Salida Senoidal Pura
- Alta potencia de pico
- Forzador automático
- Borneras de conexión
- Cables de alimentación
- Tecnología switching
- Control por microprocesador
- Adaptación dinámica de la tensión de salida
- Gabinete de aluminio
- Resistente a vibraciones y corrosión
- Fácil fijación
- Alarmas audibles y visuales
- Protecciones automáticas (con Re-Start)

garantía
2 años
total

DISTRIBUIDOR:

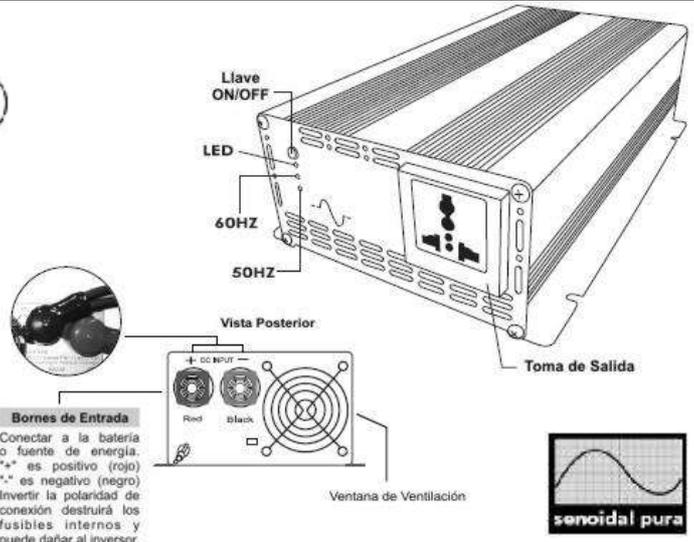


Inversor de Potencia IS-1200

1200W
Senoidal Pura

Modelo: IS-1200

- Salida Senoidal Pura (<2% THD)
- Entrada & Salida Aisladas
- Alto rendimiento
- Alta corriente para arranque de motores
- Control del forzador con 5 estados
- Selección de frecuencia 50/60Hz
- Auto Re-Start
- Diseño compacto



Por favor lea cuidadosamente este manual antes de instalar o usar este producto.

ESPECIFICACIONES			
Modelo	IS-1200-12	IS-1200-24	IS-1200-48
Potencia continua de Salida	1200W		
Potencia máxima de Salida	2400W		
Voltaje de Salida	220V CA		
Regulación	± 5%		
Voltaje de Entrada	10~16Vcc	20~32Vcc	40~64Vcc
Frecuencia	50Hz ± 3%		
Eficiencia	> 90%		
Corriente en Vacío	< 0,6A	< 0,3A	< 0,1A
Forma de Onda	Senoidal Pura		
Distorsión	< 2%		
Protección de Temperatura	55°C ± 5°C		
Alarma Bajo Voltaje de Entrada	SI		
Protección Bajo Voltaje de Entrada	SI		
Alarma Alto Voltaje de Entrada	SI		
Protección de Sobrecarga	SI		
Protección de Cortocircuito	SI		
Dimensiones (LxAxA) en mm	430 x 179 x 82		
Peso neto en Kg.	4		

Introducción

Los inversores de potencia pertenecen a la más avanzada línea de sistemas móviles de generación de energía disponibles.

Este modelo es usado en un amplio rango de aplicaciones incluido, motorhomes, embarcaciones a vela o motor, automóviles, ómnibus, energía eólica o solar, etc. Puede alimentar cualquier aparato como: TV, Video, Radio, Herramientas, Ventiladores, Iluminación..... etc.

Para obtener el mayor rendimiento del inversor, tiene que estar instalado y ser usado apropiadamente.

Montaje rápido y prueba

Si usted desea realizar un montaje rápido del inversor para probar su funcionamiento antes de acoplarlo a su instalación eléctrica, por favor siga esta guía:

1. Desembalar e inspeccionar la unidad, controlar que la llave esté en la posición OFF.
2. Conectar los cables a los bornes de entrada en la parte posterior del inversor. El terminal rojo es positivo (+) y el terminal negro es negativo (-). Ajuste las tuercas hasta asegurar la conexión.
3. Conectar el cable del borne negativo del inversor al negativo de la fuente de energía. Asegure la conexión.

⚠ PRECAUCIÓN!! Una mala conexión o dejar los terminales flojos puede provocar un recalentamiento de la cables y la ruptura del aislamiento.

4. Una vez realizado lo anterior, revise cuidadosamente que haya conectado el negativo del inversor al negativo de la fuente de energía o batería.

⚠ PRECAUCIÓN!! Invertir la polaridad de conexión destruirá los fusibles internos del equipo.

Los daños causados por la inversión de polaridad no son cubiertos por nuestra garantía.

5. Conectar el cable del borne positivo del inversor al positivo de la fuente de energía. Asegure la conexión.

⚠ ADVERTENCIA!! Usted puede observar un salto de chispa cuando realiza esta conexión, esto se debe a la carga de los capacitores en el inversor. No realice esta conexión en presencia de materiales inflamables o explosivos ya que puede generar un incendio.

6. Mover la llave a la posición ON. Controlar los indicadores en el frente del inversor. Si los indicadores están apagados, revisar la fuente de energía y la conexión del inversor.
7. Mover la llave a la posición OFF. Los indicadores pueden encenderse un instante, junto con la alarma interna, esto es normal.
8. Mover la llave a la posición ON, el inversor debería alimentar las cargas conectadas, luego encienda las cargas.

Instalación

1. Donde instalarlo

El inversor debería estar instalado en lugares con los siguientes requerimientos:

- a. Seco – no permitir goteo de agua o salpicaduras sobre el inversor
- b. Frío – la temperatura ambiente debería estar entre 0°C y 40°C, a menor temperatura, mejor.
- c. Ventilado – permitir al menos 5cm de espacio alrededor del inversor para la circulación de aire. Asegurarse de que las ventanas de ventilación en la parte posterior y debajo del inversor no estén obstruidas.
- d. Seguro – no instalar el inversor en ningún compartimiento que puedan contener líquidos inflamables como la gasolina y en lo posible no instalarlo en el mismo compartimiento de las baterías.

2. Cableado

Los inversores requieren una alta corriente y bajo voltaje de entrada de corriente continua para la conversión a baja corriente y alta tensión de salida de corriente alterna.

Para su correcto funcionamiento conectar los bornes de entrada de corriente continua del inversor directamente a la batería con cables de igual o mayor sección que los indicados en la siguiente tabla:

Salida Max.	Aprox. A en 12V	Sección de Cable
150W	15A	4mm
350W	35A	6mm
600W	60A	10mm
1000W	100A	16mm
1500W	150A	25mm
2000W	180A	25mm
2500W	220A	2 x 25mm
3000W	270A	2 x 25mm

3. Conexión a Tierra

El inversor de potencia tiene un borne de conexión a tierra en su parte posterior "chassis ground". Este es para conectar el chasis del inversor a tierra. El terminal de tierra del toma de salida también está conectado al borne de tierra del inversor. El borne de tierra del inversor debe estar conectado al punto de descarga a tierra de la instalación eléctrica, esto puede variar dependiendo de donde está instalado el inversor. En vehículos conectar el borne de descarga a tierra del inversor al chasis del vehículo. En embarcaciones conectar al sistema de tierra de la misma. En cualquier otra situación conectar el borne directamente a la tierra.

El neutro de salida del toma del inversor también está conectado al chasis.

Por lo tanto cuando el chasis se conecta a tierra, el neutro de salida también queda conectado a tierra. Es requerimiento de los códigos eléctricos nacionales para fuentes de energía (como inversores o generadores) tener el neutro conectado a tierra al igual que la red eléctrica tiene su neutro conectado a tierra.

ADVERTENCIA!!

No utilice el inversor sin su correspondiente descarga a tierra conectada, de lo contrario puede sufrir un shock eléctrico.

Utilización

Para utilizar el inversor de potencia, enciéndalo accionando la llave ON/OFF en el frente de la unidad. Ahora el inversor está preparado para suministrar la energía a las cargas conectadas. Si tiene conectada una gran cantidad de cargas, encender una a la vez después de encender el inversor. Esto le asegura que el inversor tenga la potencia necesaria para poder alimentar el pico de arranque generado por cada carga.

Indicadores y control

La llave ON/OFF enciende o apaga el circuito de control del inversor. No desconecta al inversor de la fuente de energía.

Cuando la llave se encuentra en OFF el inversor no consume corriente de la batería. Si la llave se encuentra en ON pero el inversor no tiene cargas conectada a la salida, el consumo es <0,4A (para 12V) o <0,2A (para 24V) o <0,1A (para 48V).

Límites de funcionamiento.

1. Sobrecarga

El inversor puede alimentar cualquier tipo de carga dentro del rango de potencia del equipo. Si existiera una sobrecarga el inversor automáticamente se apagará y volverá a arrancar hasta cinco intentos, si la sobrecarga continua, se apagará indefinidamente.

2. Sobre-Temperatura

La alarma sonora se activa en caso de un exceso de temperatura en el inversor. Luego de esto el inversor se apagará. Por favor resetee el equipo cuando la temperatura haya disminuido para que vuelva a funcionar.

El forzador trabaja con cinco niveles distintos de velocidad, dependiendo de la temperatura del inversor.

3. Voltaje de Entrada

El inversor funcionará en los rangos de voltaje de 10V-16V (ver. 12V) o 20V-32V (ver. 24V). Si el voltaje de entrada se encuentra por debajo de 10,5V (ver. 12V), 21V (ver. 24V) o 42V (48V ver.) sonará una alarma de bajo voltaje.

El inversor de apagará si el voltaje cae por debajo de 10V (ver. 12V), 20V (ver. 24V) o 40V (ver. 48V). Esto protege a las baterías de una descarga profunda.

El inversor también se apagará si el voltaje de entrada excede los 16V (ver. 12V), los 32V (ver. 24V) o los 64V (ver. 48V). Esto protege al inversor de un excesivo voltaje de entrada.

Por más que el inversor incorpora protección por alto voltaje, puede ser dañado si el voltaje supera los 20V (ver. 12V), los 40V (ver. 24V) o los 80V (ver. 48V).

el error de lectura de voltaje es $\pm 0,5V$

3. Selector de Frecuencia

Ajusta la frecuencia 50/60Hz mediante su correspondiente llave selectora.

Alarmas:

1 sonido: 50Hz

2 sonidos: 60Hz

Por favor vuelva a encender el inversor una vez que haya cambiado la frecuencia.

Problemas:

1. Problemas Comunes

Interferencia en televisores:

El funcionamiento del inversor puede producir interferencia en algunos canales. Si esto ocurre, los siguientes pasos pueden ayudar a resolver el problema:

- Asegúrese de que la conexión del borne de tierra del inversor esté correctamente conectada al sistema de tierra del vehículo, embarcación o casa.

- No alimentar grandes cargas cuando utiliza el inversor para ver televisión.

- Asegúrese de que la antena o cable proporciona la señal adecuada y que se esté utilizando un cable de buena calidad.

- Coloque el televisor tan lejos como pueda del inversor de potencia.

- Mantenga los cables entre la batería y el inversor tan cortos y juntos como pueda.

2. Solución de Problemas:

Problema	Posible Causa	Solución
Alto Voltaje de Batería Apagado del Inversor	Voltaje de Batería muy alto.	Revisar el sistema de carga de las baterías. Resetear el inversor manualmente.
Bajo voltaje de Batería Alarma Apagado del Inversor	Voltaje de Batería muy bajo.	Revisar las baterías. Resetear el inversor manualmente.
Sobrecarga Apagado del Inversor	Corriente de entrada demasiado alta. Probablemente exista una sobrecarga en la salida.	Reducir la carga del inversor.
Sobre-temperatura Alarma Apagado del Inversor	Sobre-temperatura en el sistema.	Mejorar la ventilación del inversor o reducir la carga.
Apagado del Inversor	Sobrecarga o falla en el circuito electrónico del inversor.	Desconecte todas la cargas, resetee el inversor y controle que el mismo arranque, si no lo hace, contáctese con su vendedor para revisar el equipo.

Mantenimiento

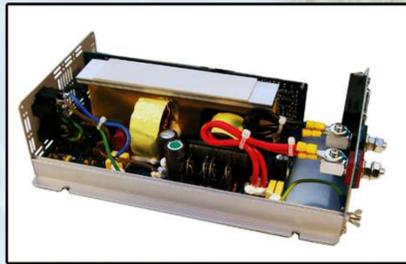
Debe limpiar el exterior de la unidad periódicamente para prevenir el acumulación de polvo y suciedad. Al mismo tiempo apriete los terminales de entrada de corriente continua.

Garantía

Ofrecemos 24 meses de garantía a partir de la fecha de compra de nuestro producto. La garantía se limita únicamente a la reparación (material y mano de obra) de los equipos, en ningún caso incluye gastos de envío o eventuales daños causados por el uso o imposibilidad de uso del equipo. Queda específicamente prohibido el uso de nuestros productos en equipos de soporte vital. El uso o posesión continuada de los productos después del periodo de vencimiento de la garantía, se considerará evidencia concluyente de que la misma ha sido cumplida a completa satisfacción del comprador. La garantía arriba estipulada no se aplicará a los fallos o deficiencias causadas por el uso inadecuado, anormal o abusivo de los productos, o por negligencia, alteración, instalación incorrecta, apertura, modificación no autorizada, entrada de cuerpos extraños, accidentes o causas externas al producto, incluidas las de fuerza mayor. En caso de no estar conforme con los términos de la garantía se deberá devolver el equipo en un plazo no superior a 15 días con su embalaje y accesorios originales.



CABLES DE CONEXIÓN



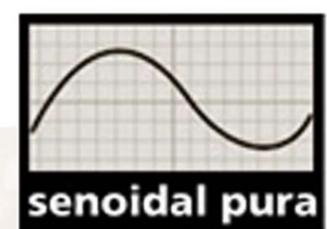
INTERIOR DEL GABINETE



FORZADOR AUTOMÁTICO



ESPECIFICACIONES			
Modelo	IS-600-12	IS-600-24	IS-600-48
Potencia Continua	600W		
Potencia de Pico	1200W		
Voltaje de Salida	220V CA		
Regulación Salida	± 5%		
Forma de Onda	Senoidal Pura		
Distorsión	< 2%		
Voltaje de Entrada	10~16Vcc	20~32Vcc	40~64Vcc
Alarma Bajo V.	11V ± 0,5V	22V ± 1V	44V ± 2V
Protección Bajo V.	10V ± 0,5V	20V ± 1V	42V ± 2V
Protección Alto V.	16V ± 0,5V	32V ± 1V	64V ± 2V
Frecuencia	50Hz ± 3%		
Eficiencia	> 90%		
Corriente en Vacío	< 0,6A	< 0,3A	< 0,1A
Refrigeración	Automática - Forzador		
Cables de Conexión	SI		
Alarma Audible y Visual	SI		
Protección Bajo y Alto Voltaje de Entrada	SI		
Protección de Sobrecarga	SI		
Protección de Cortocircuito	SI		
Protección de Temperatura	55°C ± 5°C		
Protección de Inversión de Polaridad	Por Fusible		
Temp. de Trabajo	-20°C ~ 50°C		
Dimensiones (LxAxA) en mm	300 x 179 x 82		
Peso Neto en Kg.	3,1		



senoidal pura

SALIDA SENOIDAL PURA

- Salida Senoidal Pura
- Alta potencia de pico
- Forzador automático
- Borneras de conexión
- Cables de alimentación
- Tecnología switching
- Control por microprocesador
- Adaptación dinámica de la tensión de salida
- Gabinete de aluminio
- Resistente a vibraciones y corrosión
- Fácil fijación
- Alarmas audibles y visuales
- Protecciones automáticas (con Re-Start)

garantía
2 años
total

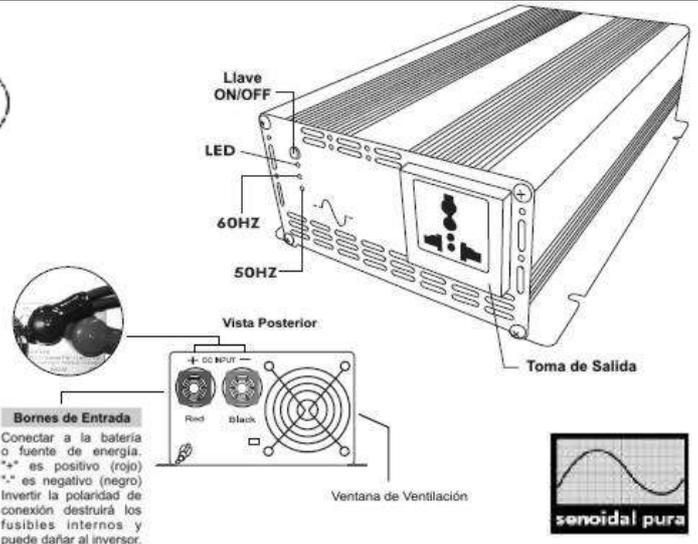
DISTRIBUIDOR:



Inversor de Potencia IS-600

Modelo: IS-600

- Salida Senoidal Pura (<2% THD)
- Entrada & Salida Aisladas
- Alto rendimiento
- Alta corriente para arranque de motores
- Control del forzador con 5 estados
- Selección de frecuencia 50/60Hz
- Auto Re-Start
- Diseño compacto



Por favor lea cuidadosamente este manual antes de instalar o usar este producto.

ESPECIFICACIONES			
Modelo	IS-600-12	IS-600-24	IS-600-48
Potencia continua de Salida	600W		
Potencia máxima de Salida	1200W		
Voltaje de Salida	220V CA		
Regulación	± 5%		
Voltaje de Entrada	10~16Vcc	20~32Vcc	40~64Vcc
Frecuencia	50Hz ± 3%		
Eficiencia	> 90%		
Corriente en Vacío	< 0,6A	< 0,3A	< 0,1A
Forma de Onda	Senoidal Pura		
Distorsión	< 2%		
Protección de Temperatura	55°C ± 5°C		
Alarma Bajo Voltaje de Entrada	SI		
Protección Bajo Voltaje de Entrada	SI		
Alarma Alto Voltaje de Entrada	SI		
Protección de Sobrecarga	SI		
Protección de Cortocircuito	SI		
Dimensiones (LxAxA) en mm	300 x 179 x 82		
Peso neto en Kg.	3,1		

Introducción

Los inversores de potencia pertenecen a la más avanzada línea de sistemas móviles de generación de energía disponibles. Este modelo es usado en un amplio rango de aplicaciones incluido, motorhomes, embarcaciones a vela o motor, automóviles, ómnibus, energía eólica o solar, etc. Puede alimentar cualquier aparato como: TV, Video, Radio, Herramientas, Ventiladores, Iluminación..... etc.

Para obtener el mayor rendimiento del inversor, tiene que estar instalado y ser usado apropiadamente.

Montaje rápido y prueba

Si usted desea realizar un montaje rápido del inversor para probar su funcionamiento antes de acoplarlo a su instalación eléctrica, por favor siga esta guía:

1. Desembalar e inspeccionar la unidad, controlar que la llave esté en la posición OFF.
2. Conectar los cables a los bornes de entrada en la parte posterior del inversor. El terminal rojo es positivo (+) y el terminal negro es negativo (-). Ajuste las tuercas hasta asegurar la conexión.
3. Conectar el cable del borne negativo del inversor al negativo de la fuente de energía. Asegure la conexión.

⚠ PRECAUCIÓN!! Una mala conexión o dejar los terminales flojos puede provocar un recalentamiento de la cables y la ruptura del aislamiento.

4. Una vez realizado lo anterior, revise cuidadosamente que haya conectado el negativo del inversor al negativo de la fuente de energía o batería.

⚠ PRECAUCIÓN!! Invertir la polaridad de conexión destruirá los fusibles internos del equipo.

Los daños causados por la inversión de polaridad no son cubiertos por nuestra garantía.

5. Conectar el cable del borne positivo del inversor al positivo de la fuente de energía. Asegure la conexión.

⚠ ADVERTENCIA!! Usted puede observar un salto de chispa cuando realiza esta conexión, esto se debe a la carga de los capacitores en el inversor. No realice esta conexión en presencia de materiales inflamables o explosivos ya que puede generar un incendio.

6. Mover la llave a la posición ON. Controlar los indicadores en el frente del inversor. Si los indicadores están apagados, revisar la fuente de energía y la conexión del inversor.
7. Mover la llave a la posición OFF. Los indicadores pueden encenderse un instante, junto con la alarma interna, esto es normal.
8. Mover la llave a la posición ON, el inversor debería alimentar las cargas conectadas, luego encienda las cargas.

Instalación

1. Donde instalarlo

El inversor debería estar instalado en lugares con los siguientes requerimientos:

- a. Seco – no permitir goteo de agua o salpicaduras sobre el inversor
- b. Frío – la temperatura ambiente debería estar entre 0°C y 40°C, a menor temperatura, mejor.
- c. Ventilado – permitir al menos 5cm de espacio alrededor del inversor para la circulación de aire. Asegurarse de que las ventanas de ventilación en la parte posterior y debajo del inversor no estén obstruidas.
- d. Seguro – no instalar el inversor en ningún compartimiento que puedan contener líquidos inflamables como la gasolina y en lo posible no instalarlo en el mismo compartimiento de las baterías.

2. Cableado

Los inversores requieren una alta corriente y bajo voltaje de entrada de corriente continua para la conversión a baja corriente y alta tensión de salida de corriente alterna.

Para su correcto funcionamiento conectar los bornes de entrada de corriente continua del inversor directamente a la batería con cables de igual o mayor sección que los indicados en la siguiente tabla:

Salida Max.	Aprox. A en 12V	Sección de Cable
150W	15A	4mm
350W	35A	6mm
600W	60A	10mm
1000W	100A	16mm
1500W	150A	25mm
2000W	180A	25mm
2500W	220A	2 x 25mm
3000W	270A	2 x 25mm

3. Conexión a Tierra

El inversor de potencia tiene un borne de conexión a tierra en su parte posterior "chassis ground". Este es para conectar el chasis del inversor a tierra. El terminal de tierra del toma de salida también está conectado al borne de tierra del inversor. El borne de tierra del inversor debe estar conectado al punto de descarga a tierra de la instalación eléctrica, esto puede variar dependiendo de donde está instalado el inversor. En vehículos conectar el borne de descarga a tierra del inversor al chasis del vehículo. En embarcaciones conectar al sistema de tierra de la misma. En cualquier otra situación conectar el borne directamente a la tierra.

El neutro de salida del toma del inversor también está conectado al chasis.

Por lo tanto cuando el chasis se conecta a tierra, el neutro de salida también queda conectado a tierra. Es requerimiento de los códigos eléctricos nacionales para fuentes de energía (como inversores o generadores) tener el neutro conectado a tierra al igual que la red eléctrica tiene su neutro conectado a tierra.

ADVERTENCIA!!

No utilice el inversor sin su correspondiente descarga a tierra conectada, de lo contrario puede sufrir un shock eléctrico.

Utilización

Para utilizar el inversor de potencia, enciéndalo accionando la llave ON/OFF en el frente de la unidad. Ahora el inversor está preparado para suministrar la energía a las cargas conectadas. Si tiene conectada una gran cantidad de cargas, encender una a la vez después de encender el inversor. Esto le asegura que el inversor tenga la potencia necesaria para poder alimentar el pico de arranque generado por cada carga.

Indicadores y control

La llave ON/OFF enciende o apaga el circuito de control del inversor. No desconecta al inversor de la fuente de energía.

Cuando la llave se encuentra en OFF el inversor no consume corriente de la batería. Si la llave se encuentra en ON pero el inversor no tiene cargas conectada a la salida, el consumo es <0,4A (para 12V) o <0,2A (para 24V) o <0,1A (para 48V).

Límites de funcionamiento.

1. Sobrecarga

El inversor puede alimentar cualquier tipo de carga dentro del rango de potencia del equipo. Si existiera una sobrecarga el inversor automáticamente se apagará y volverá a arrancar hasta cinco intentos, si la sobrecarga continua, se apagará indefinidamente.

2. Sobre-Temperatura

La alarma sonora se activa en caso de un exceso de temperatura en el inversor. Luego de esto el inversor se apagará. Por favor resetee el equipo cuando la temperatura haya disminuido para que vuelva a funcionar.

El forzador trabaja con cinco niveles distintos de velocidad, dependiendo de la temperatura del inversor.

3. Voltaje de Entrada

El inversor funcionará en los rangos de voltaje de 10V-16V (ver. 12V) o 20V-32V (ver. 24V). Si el voltaje de entrada se encuentra por debajo de 10,5V (ver. 12V), 21V (ver. 24V) o 42V (48V ver.) sonará una alarma de bajo voltaje.

El inversor de apagará si el voltaje cae por debajo de 10V (ver. 12V), 20V (ver. 24V) o 40V (ver. 48V). Esto protege a las baterías de una descarga profunda.

El inversor también se apagará si el voltaje de entrada excede los 16V (ver. 12V), los 32V (ver. 24V) o los 64V (ver. 48V). Esto protege al inversor de un excesivo voltaje de entrada.

Por más que el inversor incorpora protección por alto voltaje, puede ser dañado si el voltaje supera los 20V (ver. 12V), los 40V (ver. 24V) o los 80V (ver. 48V).

el error de lectura de voltaje es $\pm 0,5V$

3. Selector de Frecuencia

Ajusta la frecuencia 50/60Hz mediante su correspondiente llave selectora.

Alarmas:

1 sonido: 50Hz

2 sonidos: 60Hz

Por favor vuelva a encender el inversor una vez que haya cambiado la frecuencia.

Problemas:

1. Problemas Comunes

Interferencia en televisores:

El funcionamiento del inversor puede producir interferencia en algunos canales. Si esto ocurre, los siguientes pasos pueden ayudar a resolver el problema:

- Asegúrese de que la conexión del borne de tierra del inversor esté correctamente conectada al sistema de tierra del vehículo, embarcación o casa.

- No alimentar grandes cargas cuando utiliza el inversor para ver televisión.

- Asegúrese de que la antena o cable proporciona la señal adecuada y que se esté utilizando un cable de buena calidad.

- Coloque el televisor tan lejos como pueda del inversor de potencia.

- Mantenga los cables entre la batería y el inversor tan cortos y juntos como pueda.

2. Solución de Problemas:

Problema	Posible Causa	Solución
Alto Voltaje de Batería Apagado del Inversor	Voltaje de Batería muy alto.	Revisar el sistema de carga de las baterías. Resetear el inversor manualmente.
Bajo voltaje de Batería Alarma Apagado del Inversor	Voltaje de Batería muy bajo.	Revisar las baterías. Resetear el inversor manualmente.
Sobrecarga Apagado del Inversor	Corriente de entrada demasiado alta. Probablemente exista una sobrecarga en la salida.	Reducir la carga del inversor.
Sobre-temperatura Alarma Apagado del Inversor	Sobre-temperatura en el sistema.	Mejorar la ventilación del inversor o reducir la carga.
Apagado del Inversor	Sobrecarga o falla en el circuito electrónico del inversor.	Desconecte todas las cargas, resetee el inversor y controle que el mismo arranque, si no lo hace, contáctese con su vendedor para revisar el equipo.

Mantenimiento

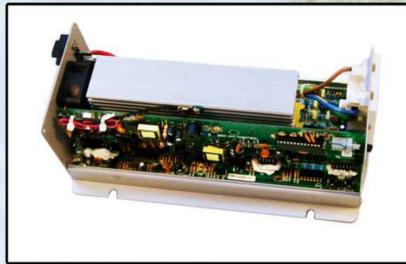
Debe limpiar el exterior de la unidad periódicamente para prevenir el acumulación de polvo y suciedad. Al mismo tiempo apriete los terminales de entrada de corriente continua.

Garantía

Ofrecemos 24 meses de garantía a partir de la fecha de compra de nuestro producto. La garantía se limita únicamente a la reparación (material y mano de obra) de los equipos, en ningún caso incluye gastos de envío o eventuales daños causados por el uso o imposibilidad de uso del equipo. Queda específicamente prohibido el uso de nuestros productos en equipos de soporte vital. El uso o posesión continuada de los productos después del periodo de vencimiento de la garantía, se considerará evidencia concluyente de que la misma ha sido cumplida a completa satisfacción del comprador. La garantía arriba estipulada no se aplicará a los fallos o deficiencias causadas por el uso inadecuado, anormal o abusivo de los productos, o por negligencia, alteración, instalación incorrecta, apertura, modificación no autorizada, entrada de cuerpos extraños, accidentes o causas externas al producto, incluidas las de fuerza mayor. En caso de no estar conforme con los términos de la garantía se deberá devolver el equipo en un plazo no superior a 15 días con su embalaje y accesorios originales.



CABLES DE CONEXIÓN



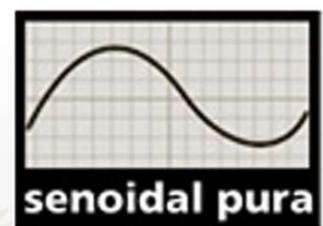
INTERIOR DEL GABINETE



FORZADOR AUTOMÁTICO



ESPECIFICACIONES			
Modelo	IS-300-12	IS-300-24	IS-300-48
Potencia Continua	300W		
Potencia de Pico	600W		
Voltaje de Salida	220V CA		
Regulación Salida	± 5%		
Forma de Onda	Senoidal Pura		
Distorsión	< 2%		
Voltaje de Entrada	10~16Vcc	20~32Vcc	40~64Vcc
Alarma Bajo V.	11V ± 0,5V	22V ± 1V	44V ± 2V
Protección Bajo V.	10V ± 0,5V	20V ± 1V	42V ± 2V
Protección Alto V.	16V ± 0,5V	32V ± 1V	64V ± 2V
Frecuencia	50Hz ± 3%		
Eficiencia	> 90%		
Corriente en Vacío	< 0,4A	< 0,2A	< 0,1A
Refrigeración	Automática - Forzador		
Cables de Conexión	SI		
Alarma Audible y Visual	SI		
Protección Bajo y Alto Voltaje de Entrada	SI		
Protección de Sobrecarga	SI		
Protección de Cortocircuito	SI		
Protección de Temperatura	55°C ± 5°C		
Protección de Inversión de Polaridad	Por Fusible		
Temp. de Trabajo	-20°C ~ 50°C		
Dimensiones (LxAxA) en mm	250 x 129 x 82		
Peso Neto en Kg.	1,9		



senoidal pura

SALIDA SENOIDAL PURA

- Salida Senoidal Pura
- Alta potencia de pico
- Forzador automático
- Borneras de conexión
- Cables de alimentación
- Tecnología switching
- Control por microprocesador
- Adaptación dinámica de la tensión de salida
- Gabinete de aluminio
- Resistente a vibraciones y corrosión
- Fácil fijación
- Alarmas audibles y visuales
- Protecciones automáticas (con Re-Start)

garantía
2 años
total

DISTRIBUIDOR:

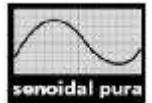
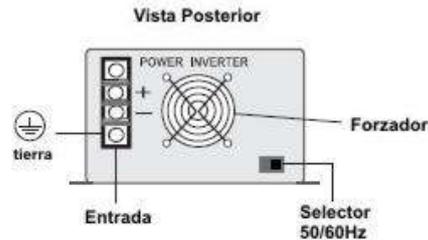
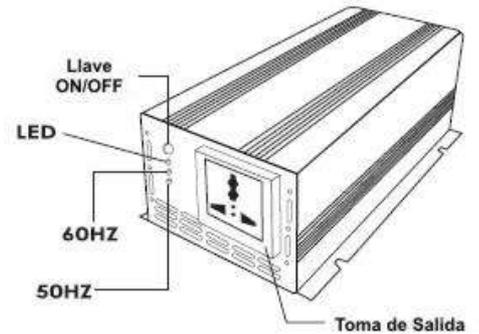


Inversor de Potencia IS-300

300W
Senoidal Pura

Modelo: IS-300

- Salida Senoidal Pura (<2% THD)
- Entrada & Salida Aisladas
- Alto rendimiento
- Alta corriente para arranque de motores
- Control del forzador con 5 estados
- Selección de frecuencia 50/60Hz
- Auto Re-Start
- Diseño compacto



Por favor lea cuidadosamente este manual antes de instalar o usar este producto.

ESPECIFICACIONES			
Modelo	IS-300-12	IS-300-24	IS-300-48
Potencia continua de Salida	300W		
Potencia máxima de Salida	600W		
Voltaje de Salida	220V CA		
Regulación	± 5%		
Voltaje de Entrada	10~16Vcc	20~32Vcc	40~64Vcc
Frecuencia	50Hz ± 3%		
Eficiencia	> 90%		
Corriente en Vacío	< 0,4A	< 0,2A	< 0,1A
Forma de Onda	Senoidal Pura		
Distorsión	< 2%		
Protección de Temperatura	55°C ± 5°C		
Alarma Bajo Voltaje de Entrada	SI		
Protección Bajo Voltaje de Entrada	SI		
Alarma Alto Voltaje de Entrada	SI		
Protección de Sobrecarga	SI		
Protección de Cortocircuito	SI		
Dimensiones (LxAxA) en mm	250 x 129 x 82		
Peso neto en Kg.	1,9		

Introducción

Los inversores de potencia pertenecen a la más avanzada línea de sistemas móviles de generación de energía disponibles.

Este modelo es usado en un amplio rango de aplicaciones incluido, motorhomes, embarcaciones a vela o motor, automóviles, ómnibus, energía eólica o solar, etc. Puede alimentar cualquier aparato como: TV, Video, Radio, Herramientas, Ventiladores, Iluminación..... etc.

Para obtener el mayor rendimiento del inversor, tiene que estar instalado y ser usado apropiadamente.

Montaje rápido y prueba

Si usted desea realizar un montaje rápido del inversor para probar su funcionamiento antes de acoplarlo a su instalación eléctrica, por favor siga esta guía:

1. Desembalar e inspeccionar la unidad, controlar que la llave esté en la posición OFF.
2. Conectar los cables a los bornes de entrada en la parte posterior del inversor. El terminal rojo es positivo (+) y el terminal negro es negativo (-). Ajuste las tuercas hasta asegurar la conexión.
3. Conectar el cable del borne negativo del inversor al negativo de la fuente de energía. Asegure la conexión.

⚠ PRECAUCIÓN!! Una mala conexión o dejar los terminales flojos puede provocar un recalentamiento de la cables y la ruptura del aislamiento.

4. Una vez realizado lo anterior, revise cuidadosamente que haya conectado el negativo del inversor al negativo de la fuente de energía o batería.

⚠ PRECAUCIÓN!! Invertir la polaridad de conexión destruirá los fusibles internos del equipo.

Los daños causados por la inversión de polaridad no son cubiertos por nuestra garantía.

5. Conectar el cable del borne positivo del inversor al positivo de la fuente de energía. Asegure la conexión.

⚠ ADVERTENCIA!! Usted puede observar un salto de chispa cuando realiza esta conexión, esto se debe a la carga de los capacitores en el inversor. No realice esta conexión en presencia de materiales inflamables o explosivos ya que puede generar un incendio.

6. Mover la llave a la posición ON. Controlar los indicadores en el frente del inversor. Si los indicadores están apagados, revisar la fuente de energía y la conexión del inversor.

7. Mover la llave a la posición OFF. Los indicadores pueden encenderse un instante, junto con la alarma interna, esto es normal.

8. Mover la llave a la posición ON, el inversor debería alimentar las cargas conectadas, luego encienda lasargas.

Instalación

1. Donde instalarlo

El inversor debería estar instalado en lugares con los siguientes requerimientos:

- a. Seco – no permitir goteo de agua o salpicaduras sobre el inversor
- b. Frío – la temperatura ambiente debería estar entre 0°C y 40°C, a menor temperatura, mejor.
- c. Ventilado – permitir al menos 5cm de espacio alrededor del inversor para la circulación de aire. Asegurarse de que las ventanas de ventilación en la parte posterior y debajo del inversor no estén obstruidas.
- d. Seguro – no instalar el inversor en ningún compartimiento que puedan contener líquidos inflamables como la gasolina y en lo posible no instalarlo en el mismo compartimiento de las baterías.

2. Cableado

Los inversores requieren una alta corriente y bajo voltaje de entrada de corriente continua para la conversión a baja corriente y alta tensión de salida de corriente alterna.

Para su correcto funcionamiento conectar los bornes de entrada de corriente continua del inversor directamente a la batería con cables de igual o mayor sección que los indicados en la siguiente tabla:

Salida Max.	Aprox. A en 12V	Sección de Cable
150W	15A	4mm
350W	35A	6mm
600W	60A	10mm
1000W	100A	16mm
1500W	150A	25mm
2000W	180A	25mm
2500W	220A	2 x 25mm
3000W	270A	2 x 25mm

3. Conexión a Tierra

El inversor de potencia tiene una born de conexión a tierra en su parte posterior "chassis ground". Este es para conectar el chasis del inversor a tierra. El terminal de tierra del toma de salida también está conectado al borne de tierra del inversor. El borne de tierra del inversor debe estar conectado al punto de descarga a tierra de la instalación eléctrica, esto puede variar dependiendo de donde está instalado el inversor. En vehículos conectar el borne de descarga a tierra del inversor al chasis del vehículo. En embarcaciones conectar al sistema de tierra de la misma. En cualquier otra situación conectar el borne directamente a la tierra.

El neutro de salida del toma del inversor también está conectado al chasis.

Por lo tanto cuando el chasis se conecta a tierra, el neutro de salida también queda conectado a tierra. Es requerimiento de los códigos eléctricos nacionales para fuentes de energía (como inversores o generadores) tener el neutro conectado a tierra al igual que la red eléctrica tiene su neutro conectado a tierra.

ADVERTENCIA!!

No utilice el inversor sin su correspondiente descarga a tierra conectada, de lo contrario puede sufrir un shock eléctrico.

Utilización

Para utilizar el inversor de potencia, enciéndalo accionando la llave ON/OFF en el frente de la unidad. Ahora el inversor está preparado para suministrar la energía a las cargas conectadas. Si tiene conectada una gran cantidad de cargas, encender una a la vez después de encender el inversor. Esto le asegura que el inversor tenga la potencia necesaria para poder alimentar el pico de arranque generado por cada carga.

Indicadores y control

La llave ON/OFF enciende o apaga el circuito de control del inversor. No desconecta al inversor de la fuente de energía.

Cuando la llave se encuentra en OFF el inversor no consume corriente de la batería. Si la llave se encuentra en ON pero el inversor no tiene cargas conectada a la salida, el consumo es <0,4A (para 12V) o <0,2A (para 24V) o <0,1A (para 48V).

Límites de funcionamiento.

1. Sobrecarga

El inversor puede alimentar cualquier tipo de carga dentro del rango de potencia del equipo. Si existiera una sobrecarga el inversor automáticamente se apagará y volverá a arrancar hasta cinco intentos, si la sobrecarga continua, se apagará indefinidamente.

2. Sobre-Temperatura

La alarma sonora se activa en caso de un exceso de temperatura en el inversor. Luego de esto el inversor se apagará. Por favor resetee el equipo cuando la temperatura haya disminuido para que vuelva a funcionar.

El forzador trabaja con cinco niveles distintos de velocidad, dependiendo de la temperatura del inversor.

3. Voltaje de Entrada

El inversor funcionará en los rangos de voltaje de 10V-16V (ver. 12V) o 20V-32V (ver. 24V). Si el voltaje de entrada se encuentra por debajo de 10,5V (ver. 12V), 21V (ver. 24V) o 42V (48V ver.) sonará una alarma de bajo voltaje.

El inversor de apagará si el voltaje cae por debajo de 10V (ver .12V), 20V (ver. 24V) o 40V (ver. 48V). Esto protege a las baterías de una descarga profunda.

El inversor también se apagará si el voltaje de entrada excede los 16V (ver. 12V), los 32V (ver. 24V) o los 64V (ver. 48V). Esto protege al inversor de un excesivo voltaje de entrada.

Por más que el inversor incorpora protección por alto voltaje, puede ser dañado si el voltaje supera los 20V (ver. 12V), los 40V (ver. 24V) o los 80V (ver. 48V).

el error de lectura de voltaje es $\pm 0,5V$

3. Selector de Frecuencia

Ajusta la frecuencia 50/60Hz mediante su correspondiente llave selectora.

Alarmas:

1 sonido: 50Hz

2 sonidos: 60Hz

Por favor vuelva a encender el inversor una vez que haya cambiado la frecuencia.

Problemas:

1. Problemas Comunes

Interferencia en televisores:

El funcionamiento del inversor puede producir interferencia en algunos canales. Si esto ocurre, los siguientes pasos pueden ayudar a resolver el problema:

- Asegúrese de que la conexión del borne de tierra del inversor esté correctamente conectada al sistema de tierra del vehículo, embarcación o casa.

- No alimentar grandes cargas cuando utiliza el inversor para ver televisión.

- Asegúrese de que la antena o cable proporciona la señal adecuada y que se esté utilizando un cable de buena calidad.

- Coloque el televisor tan lejos como pueda del inversor de potencia.

- Mantenga los cables entre la batería y el inversor tan cortos y juntos como pueda.

2. Solución de Problemas:

Problema	Posible Causa	Solución
Alto Voltaje de Batería Apagado del Inversor	Voltaje de Batería muy alto.	Revisar el sistema de carga de las baterías. Resetear el inversor manualmente.
Bajo voltaje de Batería Alarma Apagado del Inversor	Voltaje de Batería muy bajo.	Revisar las baterías. Resetear el inversor manualmente.
Sobrecarga Apagado del Inversor	Corriente de entrada demasiado alta. Probablemente exista una sobrecarga en la salida.	Reducir la carga del inversor.
Sobre-temperatura Alarma Apagado del Inversor	Sobre-temperatura en el sistema.	Mejorar la ventilación del inversor o reducir la carga.
Apagado del Inversor	Sobrecarga o falla en el circuito electrónico del inversor.	Desconecte todas la cargas, resetee el inversor y controle que el mismo arranque, si no lo hace, contáctese con su vendedor para revisar el equipo.

Mantenimiento

Debe limpiar el exterior de la unidad periódicamente para prevenir el acumulación de polvo y suciedad. Al mismo tiempo apriete los terminales de entrada de corriente continua.

Garantía

Ofrecemos 24 meses de garantía a partir de la fecha de compra de nuestro producto. La garantía se limita únicamente a la reparación (material y mano de obra) de los equipos, en ningún caso incluye gastos de envío o eventuales daños causados por el uso o imposibilidad de uso del equipo. Queda específicamente prohibido el uso de nuestros productos en equipos de soporte vital. El uso o posesión continuada de los productos después del periodo de vencimiento de la garantía, se considerará evidencia concluyente de que la misma ha sido cumplida a completa satisfacción del comprador. La garantía arriba estipulada no se aplicará a los fallos o deficiencias causadas por el uso inadecuado, anormal o abusivo de los productos, o por negligencia, alteración, instalación incorrecta, apertura, modificación no autorizada, entrada de cuerpos extraños, accidentes o causas externas al producto, incluidas las de fuerza mayor. En caso de no estar conforme con los términos de la garantía se deberá devolver el equipo en un plazo no superior a 15 días con su embalaje y accesorios originales.



FLEXmax™

Controlador de carga con seguidor continuo de punto de máxima potencia.

- Incrementa la producción de su matriz FV un 30%
- Algoritmo avanzado de seguimiento del punto de máxima potencia en tiempo real
- 80 Amps de salida hasta 40°C
- Voltajes de batería de 12 a 60 VCC
- Detección automática de voltaje de batería
- Programable a través de la red de datos OutBack
- Salida auxiliar programable
- 128 días de registro de datos
- Compatible con sistemas de tierra positivo o negativo



El controlador FLEXmax 80 es la última innovación de OutBack Power Systems en reguladores de carga con seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT). El nuevo algoritmo del FLEXmax 80 es a la vez continuo y activo, incrementando la producción energética hasta un 30%. Con un sistema de ventilación mejorado, el FLEXmax 80 mantiene su salida de 80 Amps hasta una temperatura ambiente de 40°C.

Incluye idiomas de programación español e inglés seleccionables en el mismo equipo.

El FLEXmax 80 incorpora todas las ventajas del revolucionario MX60 diseñado por OutBack Power Systems: como el amplio rango de voltajes de batería y capacidad de trabajar con alto voltaje de módulos FV cargando una batería de voltaje reducido. La pantalla retroiluminada y botonera integradas permiten acceso a la información. La comunicación en red con el resto de equipos OutBack Power Systems permite su programación remota a través del controlador programador MATE.

El nuevo FLEXmax 80 es la mejor elección cuando busque un regulador de carga de altas prestaciones, eficiente y adaptable para su sistema de energía solar fotovoltaica.

OutBack
Power Systems™

www.outbackpower.com

Especificaciones FLEXmax

	 FLEXmax[®] 80 - FM80-150VDC	 FLEXmax[®] 60 - FM60-150VDC
Voltajes de batería nominal	12, 24, 36, 48 o 60 VCC (en el mismo equipo - a seleccionar al poner en marcha el equipo)	12, 24, 36, 48 o 60 VCC (en el mismo equipo - a seleccionar al poner en marcha el equipo)
Corriente máxima de salida	80 amperios @ 40°C/104°F con límite de corriente ajustable	60 amperios @ 40°C/104°F con límite de corriente ajustable
Potencia máxima matriz FV	12VCC systems 1250W / 24VCC systems 2500W / 48 VCC systems 5000W / 60 VCC systems 7500W	12VCC systems 900W / 24 VCC systems 1800W / 48 VCC systems 3600W / 60 VCC systems 4500W
Voltaje circuito abierto matriz FV	150VCC valor máximo en condiciones de baja temperatura / 145VCC para arranque y condiciones máximas de operación	150VCC valor máximo en condiciones de baja temperatura / 145VCC para arranque y condiciones máximas de operación
Consumo en espera	Menor a 1W	Menor a 1W
Eficiencia de conversión de potencia	97,5% @ 80 Amps en sistema de 48 VCC típica	98,1% @ 60 Amps en sistema de 48 VCC típica
Regulación de carga	Cinco estados: carga máxima (bulk), absorción, flotación, silenciosa e igualización	Cinco estados: carga máxima (bulk), absorción, flotación, silenciosa e igualización
Puntos de ajuste de regulación de voltaje	De 10 a 60 VCC, ajustable por el usuario con protección mediante contraseña	De 10 a 60 VCC, ajustable por el usuario con protección mediante contraseña
Voltaje de igualización	Voltaje y temporización programables - Finalización automática.	Voltaje y temporización programables - Finalización automática.
Compensación de temperatura de batería	Automática con RTS opcional (sensor de temperatura remoto) / 5.0 mV por °C por celda de batería de 2 VCC	Automática con RTS opcional (sensor de temperatura remoto) / 5.0 mV por °C por celda de batería de 2 VCC
Capacidad de voltaje reducido	Permite cargar una batería de voltaje inferior con una matriz FV de voltaje superior - Max 150 VCC	Permite cargar una batería de voltaje inferior con una matriz FV de voltaje superior - Max 150 VCC
Salida auxiliar de control	Salida programable de 12VCC disponible para diferentes aplicaciones (máx. 0,2A CC)	Salida programable de 12VCC disponible para diferentes aplicaciones (máx. 0,2A CC)
Pantalla de información	8cm (3,1") Pantalla LCD retroiluminada de 4 líneas y 80 caracteres	8cm (3,1") Pantalla LCD retroiluminada de 4 líneas y 80 caracteres
Pantalla y controlador a distancia	Opcional - MATE o MATE2 con puerto serie RS232 para comunicaciones	Opcional - MATE o MATE2 con puerto serie RS232 para comunicaciones
Conexión red de datos OutBack	Red OutBack de datos mediante conector RJ45 con cable CAT 5e (8 hilos)	Red OutBack de datos mediante conector RJ45 con cable CAT 5e (8 hilos)
Registro de datos	Últimos 128 días - Ah, Wh, W pico, Amps, Voltaje de FV, tiempo en flotación, Voltaje max y min de batería, absorción para cada día además de valores acumulados de Ah y kWh	Últimos 128 días - Ah, Wh, W pico, Amps, Voltaje de FV, tiempo en flotación, Voltaje max y min de batería, absorción para cada día además de valores acumulados de Ah y kWh
Energía eólica/hidráulica	Consultar fabricante para sistemas compatibles	Consultar fabricante para sistemas compatibles
Sistemas positivo a tierra	Precisa interruptor interruptor bipolar para desconectar conductores positivo y negativo en matriz FV y batería. (No se recomienda el uso de HUB4 ni HUB10 en sistemas de positivo a tierra)	Precisa interruptor interruptor bipolar para desconectar conductores positivo y negativo en matriz FV y batería. (No se recomienda el uso de HUB4 ni HUB10 en sistemas de positivo a tierra)
Rango de temperatura de operación	-40°C a +60°C (La potencia de salida se desclasifica a partir de 40°C)	-40°C a +60°C (La potencia de salida se desclasifica a partir de 40°C)
Categoría ambiental	Para instalación en interior	Para instalación en interior
Orificios de conexionado	Uno 35mm (1") posterior; Uno 35mm (1") izquierda; Dos 35mm (1") inferior	Uno 35mm (1") posterior; Uno 35mm (1") izquierda; Dos 35mm (1") inferior
Garantía	5 años	5 años
Peso	Equipo 5,56 Kg. - 12,20 lbs Envío 7,10 Kg. - 15,75 lbs	5,3 Kg. - 11,65 lbs 6,4 Kg. - 14,55 lbs
Dimensiones (altoxanchoxprofundo)	Equipo 41,3x14x10 cm. - 16,25 x 5,75 x 4" Envío 53 x 27 x 25 cm - 21 x 10,5 x 9,75"	40 x 14 x 10 cm. - 13,5 x 5,75 x 4" 46 x 30 x 20 cm - 18 x 11 x 8"
Opciones	Sensor de temperatura remoto (RTS), HUB4, HUB10, MATE y MATE2	Sensor de temperatura remoto (RTS), HUB4, HUB10, MATE y MATE2
Idiomas de menu	Español e Inglés en el mismo equipo	Español e Inglés en el mismo equipo

* Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso

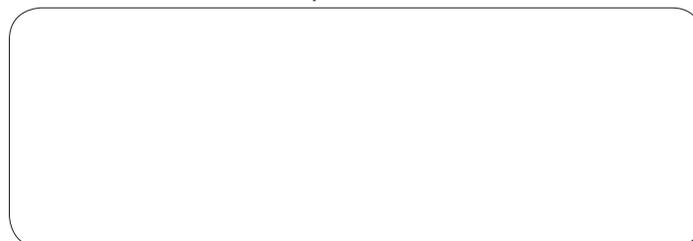
OutBack Power Systems™

Main Office:
19009 62nd Avenue NE
Arlington, WA 98223 USA
Phone: 360.435.6030
Fax: 360.435.6019

www.outbackpower.com

European Office:
C/ Castelló 17
08330 Sant Boi de Llobregat
BARCELONA, España
Phone: +34.93.654.9568
Fax: +34.93.661.7731

Disponible en:





Steca PR 2020 IP

Versión IP 65

La funcionalidad del Steca PR 2020 IP está basada en la serie de reguladores de carga solar Steca PR.

Ésta está dotada de un gran display que representa gráficamente el estado de carga actual (SOC) en por ciento y en forma de indicador de barra. La parte central del regulador de carga es la determinación del estado de carga de la batería, que ha sido claramente mejorada. El algoritmo de estado de carga con capacidad de „autoaprendizaje“ significa un cuidado y control óptimos de la batería para +una potencia de módulo de hasta 480 Wp. El Steca PR 2020 IP está concebido especialmente para el funcionamiento en entornos difíciles con altas concentraciones de sal, humedad y polvo.



Características del producto

- Regulador híbrido
- Determinación del estado de carga con Steca AtonIC (SOC)
- Selección automática de tensión
- Regulación MAP
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función de SOC
- Reconexión automática del consumidor
- Compensación de temperatura
- Toma de tierra en uno o varios terminales positivos o sólo en uno de los terminales negativos
- Registrador de datos integrado
- Función de luz nocturna y diurna
- Función de autocontrol
- Carga mensual de mantenimiento
- Contador de energía integrado

Funciones de protección electrónica

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería
- Fusible electrónico automático
- Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
- Protección contra sobretensión en la entrada del módulo
- Protección contra circuito abierto sin batería
- Protección contra corriente inversa por la noche
- Protección contra sobretemperatura y sobrecarga
- Desconexión por sobretensión en la batería

Indicaciones

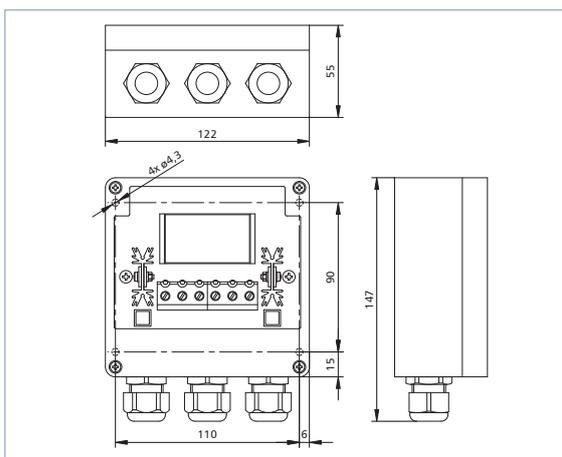
- Display LCD gráfico
- para parámetros de funcionamiento, avisos de fallo, autocontrol

Manejo

- Programación por medio de botones
- Conmutación manual de carga

Opciones

- Sensor de temperatura externo (pág. 55)
- Contacto de alarma* (pág. 55)



	PR 2020 IP
Funcionamiento	
Tensión del sistema	12 V (24 V)
Consumo propio	12 mA
Datos de entrada CC	
Tensión de circuito abierto del módulo solar	< 47 V
Corriente del módulo	20 A
Datos de salida CC	
Corriente de consumo	20 A
Tensión final de carga	líquido 13,9 V (27,8 V); gel 14,1 V (28,2 V)
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)
Protección contra descarga profunda (SOC / LVD)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)
Condiciones de uso	
Temperatura ambiente	-10 °C ... +50 °C
Equipamiento y diseño	
Terminal (cable fino / único)	16 mm ² / 25 mm ² - AWG 6 / 4
Grado de protección	IP 65
Dimensiones (X x Y x Z)	122 x 147 x 55 mm
Peso	350 g

Datos técnicos a 25 °C / 77 °F

Certificaciones

- Conforme al uso en zonas tropicales (DIN IEC 68 parte 2-30)
- Conforme a los estándares europeos (CE)
- Conforme a RoHS
- Fabricado en Alemania
- Desarrollado en Alemania
- Fabricado conforme a ISO 9001 e ISO 14001

[áreas de aplicación]



*Versión especial. Si se desea la opción de alarma, ésta debe estar anotada en el pedido.



Steca Solarix PRS

PRS 1010, PRS 1515, PRS 2020, PRS 3030

El regulador de carga solar Steca Solarix PRS impresiona tanto por su sencillez como por su potencia, y ofrece al mismo tiempo un diseño moderno y un display cómodo de manejar a un precio irresistible.

Varios LED de diversos colores simulan un indicador de barra que proporciona información sobre el estado de carga de la batería. Aquí entran en acción los algoritmos modernos de Steca, que aseguran un óptimo cuidado de la batería. Los reguladores de carga Solarix PRS están equipados con un fusible electrónico que garantiza una protección inmejorable. Trabajan en serie y separan el módulo solar de la batería para proteger a esta última contra sobrecarga.

Además, se pueden equipar con funciones especiales para proyectos mayores. Ejemplos de ello son la función de luz nocturna y las tensiones seleccionables, tanto al final de la carga como en la descarga total.

Características del producto

- Regulador serie
- Selección automática de tensión
- Regulación de tensión y corriente
- Regulación MAP
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función de la corriente
- Reconexión automática del consumidor
- Compensación de temperatura
- Toma de tierra en uno o varios terminales positivos o sólo en uno de los terminales negativos
- Función de autocontrol
- Carga mensual de mantenimiento

Funciones de protección electrónica

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería
- Fusible electrónico automático
- Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
- Protección contra sobretensión en la entrada del módulo
- Protección contra circuito abierto sin batería
- Protección contra corriente inversa por la noche
- Protección contra sobretemperatura y sobrecarga
- Desconexión por sobretensión en la batería

Indicaciones

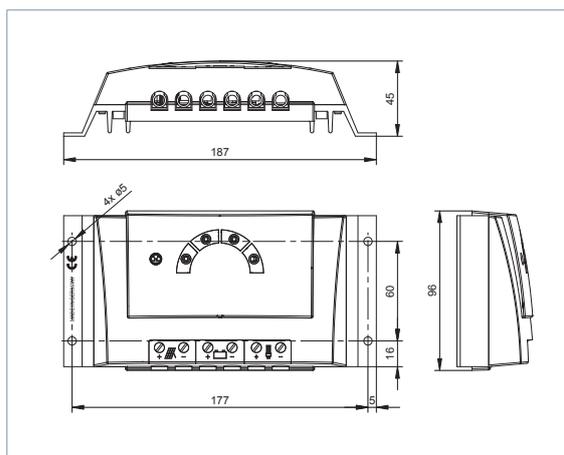
- Display LED multifuncional
- LED de varios colores
- 5 LED indican los estados de funcionamiento
 - para funcionamiento, estado de carga, avisos de fallo

Opciones

- Función de luz nocturna de fábrica o configurable por el Steca PA RC 100
- Parametrización de los valores funcionales con el Steca PA RC 100

Certificaciones

- Conforme a los estándares europeos (CE)
- Conforme a RoHS
- Fabricado en Alemania
- Desarrollado en Alemania
- Fabricado conforme a ISO 9001 e ISO 14001



	PRS 1010	PRS 1515	PRS 2020	PRS 3030
Funcionamiento				
Tensión del sistema	12 V (24 V)			
Consumo propio	< 4 mA			
Datos de entrada CC				
Tensión de circuito abierto del módulo solar	< 47 V			
Corriente del módulo	10 A	15 A	20 A	30 A
Datos de salida CC				
Tensión de la batería	9 V ... 17 V (17,1 V ... 34 V)			
Corriente de consumo	10 A	15 A	20 A	30 A
Tensión final de carga	13,9 V (27,8 V)			
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)			
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)			
Tensión de reconexión (LVR)	12,4 V ... 12,7 V (24,8 V ... 25,4 V)			
Protección contra descarga profunda (LVD)	11,2 V ... 11,6 V (22,4 V ... 23,2 V)			
Condiciones de uso				
Temperatura ambiente	-25 °C ... +50 °C			
Equipamiento y diseño				
Terminal (cable fino / único)	16 mm ² / 25 mm ² - AWG 6 / 4			
Grado de protección	IP 32			
Dimensiones (X x Y x Z)	187 x 96 x 45 mm			
Peso	345 g			

Datos técnicos a 25 °C / 77 °F



Steca PA RC100
Control remoto
(pág. 62)





Instrucciones de montaje y manejo

Reguladores de carga solar
10 A / 15 A / 20 A / 30 A



1 Acerca de estas instrucciones

Estas instrucciones de servicio son parte del producto.

- ▶ Leer detenidamente las instrucciones de servicio antes de usar,
- ▶ conservarlas en un lugar cercano durante toda la vida útil del producto,
- ▶ entregarlas a todos los propietarios o usuarios siguientes del producto.

1.1 Vigencia

Estas instrucciones de servicio describen la función, la instalación, el servicio y el mantenimiento del regulador de carga.

Otras informaciones técnicas se describen en un manual técnico por separado.

1.2 Destinatarios

Estas instrucciones de servicio van dirigidas al cliente final. En caso de dudas, consultar a un especialista.

1.3 Aclaración de símbolos

Así se reconocen las indicaciones de seguridad:



DESIGNACIÓN DE LA ADVERTENCIA

¡Tipo, fuente y consecuencias del peligro!

- ▶ Medidas para evitar el peligro
-

Las indicaciones que hacen referencia a la seguridad funcional de la instalación, aparecen en **negrita**.

2 Seguridad

2.1 Empleo previsto

El regulador de carga debe usarse sólo en sistemas PV para la carga y la regulación de baterías de plomo, según lo dispuesto en estas instrucciones de servicio y en las prescripciones de carga del fabricante de la batería.

2.2 Empleo inadmisibles

No conectar en el regulador de carga otras fuentes de energía que no sean generadores solares. No conectar bloques de alimentación, generadores diesel ni generadores eólicos.

No conectar equipos de medición que estén defectuosos o dañados.

2.3 Indicaciones generales de seguridad

- ▶ Siga las prescripciones generales y nacionales en materia de seguridad y de prevención de accidentes.
- ▶ Nunca modifique o retire los letreros e identificaciones de fábrica.
- ▶ Mantenga a los niños alejados del sistema PV.
- ▶ En ningún caso, abra el equipo.

2.4 Riesgos restantes

Peligro de incendio y de explosión

- ▶ No usar el regulador de carga en un ambiente polvoriento, en la proximidad de disolventes o si existe riesgo de que aparezcan gases y vapores inflamables.
- ▶ En la proximidad de las baterías no debe producirse ni fuego abierto, ni incidencia de luz, ni chispas.
- ▶ Mantener la sala bien ventilada.
- ▶ Controlar regularmente el proceso de carga.
- ▶ Siga las instrucciones de carga del fabricante de su batería.

Ácido de la batería

- ▶ Las salpicaduras de ácido que se hayan producido sobre la piel o la ropa se deben tratar inmediatamente con lejía jabonosa y enjuagar con abundante agua.
- ▶ Enjuagar inmediatamente los ojos con abundante agua, si se han producido salpicaduras de ácido. Acudir a un médico.

2.5 Comportamiento en caso de averías

El servicio del regulador de carga es peligroso en los siguientes casos:

- El regulador de carga no indica ninguna función.
 - El regulador de carga o los cables conectados están visiblemente dañados.
 - En caso de generación de humo o si ha penetrado algún líquido.
 - Si hay piezas flojas o sueltas.
- En estos casos, separar inmediatamente el regulador de carga del módulo solar y de la batería.

3 Descripción

3.1 Funciones

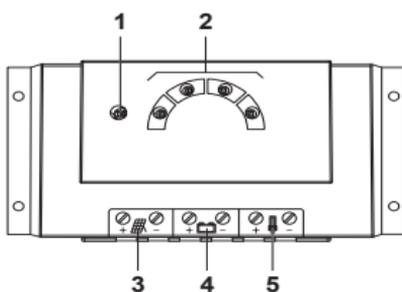
El regulador de carga

- vigila el estado de carga del acumulador de batería,
- regula el proceso de carga,
- controla la conexión y desconexión de los consumidores.

De este modo, se aprovecha al máximo la carga de la batería y se prolonga notablemente su vida útil.

Un algoritmo de carga de baterías protege la batería de estados perjudiciales. Las tres funciones de descarga total (LVW, LVD y LVR) se activan dependiendo del estado de carga SOC. Conforme con la corriente de descarga o de carga, el umbral de conmutación se encuentra dentro de los rangos de tensión correspondientes.

3.2 Estructura



El regulador de carga se compone de los siguientes componentes:

1. LED info
2. 4 LEDs para la visualización del estado de carga (rojo, amarillo, verde 1 y verde 2)
3. Bornero para conectar el módulo solar
4. Bornero para conectar la batería
5. Bornero para conectar los consumidores

3.3 Indicadores LED

LED	Estado	Significado
LED info	se enciende de color verde	Operación normal
	parpadea de color rojo	Estado de error (véase "Errores y su corrección")
LED rojo	parpadea rápidamente	Batería vacía, estado de carga < 40 % En caso de seguir bajando la carga, se activa la protección de desconexión por riesgo de descarga total
	parpadea	Desconexión por riesgo de descarga total, estado de carga < 30 %
LED amarillo	se enciende	Batería con poca carga, estado de carga < 50 %
	parpadea	El umbral de reconexión después de una desconexión por riesgo de descarga total no se ha alcanzado todavía, estado de carga entre 40 % y 50 %
1er LED verde	se enciende	Batería buena, estado de carga > 50 %
2o LED verde	se enciende	Batería llena, estado de carga > 80 %
	parpadea rápidamente	Batería llena, regulación de carga activa, es decir, corriente de carga reducida

4 Instalación



ADVERTENCIA

¡Peligro de explosión por la producción de chispas! ¡Peligro de electrocución!

- ▶ La conexión del regulador de carga a los consumidores locales y a la batería debe ser sólo realizado por personal capacitado, acorde a las prescripciones de instalación vigentes.
- ▶ Siga las instrucciones de montaje y de servicio de todos los componentes utilizados en el sistema PV.
- ▶ Asegurarse de que los cables no estén dañados.

4.1 Montaje del regulador de carga

4.1.1 Requisitos del lugar de montaje

- No montar el regulador de carga en la intemperie, ni en recintos húmedos.
- No exponer el regulador de carga a la irradiación directa del sol y a otras fuentes de calor.
- Proteger el regulador de carga contra el ensuciamiento y la humedad.
- El montaje debe realizarse en posición vertical en la pared (hormigón) sobre una superficie no inflamable.
- Mantener una distancia mínima de 10 cm a objetos situados encima y debajo del regulador para una libre circulación de aire.
- Fijar el regulador de carga lo más cerca posible a la batería (distancia de seguridad mínima 30 cm).

4.1.2 Fijación del regulador de carga

- ▶ Trasladar a la pared los huecos de fijación del regulador de carga.
- ▶ Perforar 4 huecos Ø 6 mm y utilizar espigas.
- ▶ Fijar el regulador de carga en la pared con 4 tornillos alomados M4x40 (DIN 7996) y con las aberturas para los cables hacia abajo.

4.2 Conexión

4.2.1 Preparación del cableado

La sección del cable de conexión depende de la potencia del regulador de carga.

Tipo de regulador	Corriente de trabajo/del módulo	Sección	AWG	Aislamiento
10 A	10 A	6 mm ²	10	85 °C
15 A	15 A	10 mm ²	8	85 °C
20 A	20 A	10 mm ²	8	85 °C
30 A	30 A	16 mm ²	6	85 °C

La tabla de arriba es válida para las siguientes longitudes de cables:

- 10 m de cable de conexión para el módulo solar
- 2 m de cable de conexión de la batería
- 5 m de cable de conexión para los consumidores

En el caso que las longitudes de cable no sean suficientes, dirigirse al vendedor.

Es necesario montar en el cable de conexión de la batería, cerca del polo, un fusible externo adicional (no incluido en el volumen de suministro):

El fusible externo evita cortocircuitos en las líneas eléctricas. Por ello se puede aplicar en todos los tipos de reguladores 40 A.

4.2.2 Conexión

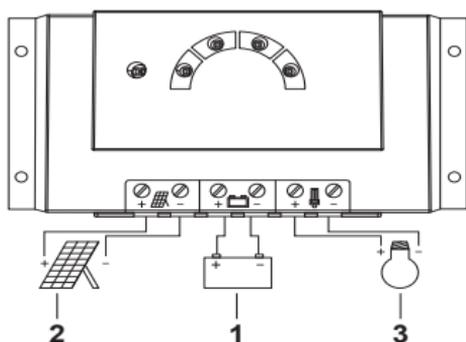


ADVERTENCIA

¡Peligro de explosión por la producción de chispas! ¡Peligro de electrocución!

Los módulos solares generan electricidad cuando son expuestos a la luz. También están bajo máxima tensión cuando el nivel de la incidencia de luz es bajo.

- ▶ Proteger el módulo solar durante la instalación contra la incidencia de luz, p. ej. cubrirlo.
- ▶ No tocar nunca finales de cable no aislados.
- ▶ Utilizar solamente herramientas aisladas.
- ▶ Asegurarse de que todos los consumidores que van a ser conectados estén apagados. Dado el caso, quitar el fusible.
- ▶ Respetar sin falta el orden de conexionado descrito abajo.

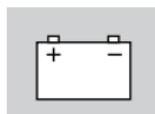


Orden de conexionado

1. Batería
2. Módulo solar
3. Consumidor

1^{er} paso: conectar la batería

- ▶ Marcar los cables de conexión de la batería como cable positivo (A+) y como cable negativo (A-).
- ▶ Tender en paralelo los cables de conexión de la batería entre el regulador y la batería.
- ▶ Conectar con la polaridad correcta en la pareja de bornes del medio (con el símbolo de la batería) los cables de conexión de la batería en el regulador de carga.
- ▶ Dado el caso, quitar el fusible externo.
- ▶ Conectar el cable de conexión de la batería A+ al polo positivo de la batería.
- ▶ Conectar el cable de conexión de la batería A- al polo negativo de la batería.
- ▶ Poner de nuevo el fusible externo en el cable de conexión de la batería.
- ▶ Si la polaridad de la conexión no es correcta, el LED info se enciende de color verde.



2^o paso: conectar el módulo solar

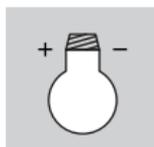
- ▶ Asegurarse de que el módulo solar está protegido contra la incidencia de luz.
- ▶ Asegurarse de que el módulo solar no supera la corriente de entrada máxima admisible.
- ▶ Marcar los cables de conexión del módulo solar como cable positivo (M+) y como cable negativo (M-).
- ▶ Tender en paralelo los dos cables de conexión del módulo solar entre el módulo y el regulador.
- ▶ Primero conectar el cable de conexión del módulo solar M+ en la pareja de bornes izquierda del regulador de carga (con el símbolo del módulo solar) con la polaridad correcta, entonces el cable M-.
- ▶ Retirar la cubierta del módulo solar.



3^{er} paso: conectar los consumidores

Indicaciones

- Aquellos consumidores que no deben desconectarse por la protección contra descarga total del regulador de carga (p. ej. iluminación de emergencia, radio), se conectarán directamente a la batería.
- Consumidores con un consumo de corriente más alto que la salida de corriente pueden conectarse directamente a la batería. Sin embargo, en este caso no se activará la protección contra descarga total del regulador de carga. Además, los consumidores conectados así deben protegerse por separado.



- ▶ Marcar los cables de conexión de los consumidores como cable positivo (L+) y como cable negativo (L-).
- ▶ Tender en paralelo los cables de conexión de los consumidores entre el regulador de carga y el consumidor.
- ▶ Primero conectar el cable de conexión del consumidor L+ en la pareja de bornes derecha (con el símbolo de la lámpara) con la polaridad correcta, entonces el cable L-.
- ▶ Aplicar los fusibles de los consumidores o encender los consumidores.

4^o paso: Trabajos de finalización

- ▶ Aplicar dispositivos de descarga de tracción en todos los cables cerca del regulador de carga (distancia aprox. 10 cm).

4.2.3 Puesta a tierra

En instalaciones aisladas la puesta a tierra de los componentes puede ser innecesaria, poco usual e incluso prohibida por disposiciones nacionales (p. ej. DIN 57100 parte 410: Prohibición de puesta a tierra de circuitos eléctricos de protección de baja tensión). Puede consultar otras indicaciones en el manual técnico.

4.2.4 Protección contra rayos

Para instalaciones que están expuestas a un alto riesgo de sufrir daños por sobretensión, recomendamos para evitar fallos colocar una puesta a tierra externa adicional / protección de sobretensión. Para informaciones más concretas consulte el manual técnico.

5 Operación

El regulador de carga entra inmediatamente en operación, una vez conectado a la batería o después de aplicar el fusible externo.

La visualización del regulador de carga nos indica el estado actual de operación. Actuaciones o ajustes por parte del usuario no son necesarias.

Funciones de protección

Mediante las siguientes funciones integradas de protección, el regulador de carga asegura que la batería recibe un trato cuidadoso.

Las siguientes funciones de protección forman parte de la función básica del regulador:

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra baja tensión de la batería
- Protección contra corriente de retorno al módulo solar

Los siguientes errores de instalación no conducen a una destrucción del regulador. Una vez corregidos los errores, el equipo trabaja conforme al uso previsto:

- Protección contra cortocircuito en el módulo solar / polaridad invertida en el módulo solar
- Protección contra cortocircuito en la salida del consumidor y/o corriente de consumo muy alta.
- Protección contra polaridad invertida en la conexión de la batería.
- Protección contra sobrecorriente en el módulo solar
- Protección contra sobretemperatura del equipo
- Protección contra sobretensión en la salida del consumidor
- Protección contra un conexionado desordenado

6 Mantenimiento

El regulador de carga no necesita mantenimiento.

Todos los componentes del sistema PV deben comprobarse como mínimo una vez al año, de acuerdo con las indicaciones de los respectivos fabricantes.

- ▶ Asegurar la ventilación del disipador de calor.
- ▶ Comprobar los dispositivos de descarga de tracción.
- ▶ Comprobar que las conexiones estén firmemente instaladas.
- ▶ Apretar los tornillos, si hiciera falta
- ▶ Corrosión de los bornes

7 Errores y su corrección

Error	Causa	Corrección
No hay visualización	• Tensión de la batería muy baja	▶ Cargar previamente la batería
	• El fusible externo en el cable de conexión de la batería se ha activado	▶ Sustituir el fusible externo
	• Batería no conectada	1. Desembornar todas las conexiones 2. Conectar la batería (nueva) con la polaridad correcta 3. Conectar de nuevo el módulo solar y el consumidor
	• Batería conectada con la polaridad invertida	
• Batería defectuosa		
LED info parpadea de color rojo	• El proceso de carga se ha interrumpido debido a una corriente de carga muy alta	El proceso de carga continua de forma automática, en cuanto la corriente de carga se encuentra en un nivel admisible
El consumidor no se deja operar o sólo por poco tiempo + LED info parpadea de color rojo	• Desconexión de la salida del consumidor debido a una corriente de consumo muy alta	▶ Reducir la corriente de consumo, si fuera necesario desconectar el consumidor o desembornarlo ▶ Comprobar el consumidor
	• Desconexión de la salida del consumidor debido a un cortocircuito en la salida	1. Desembornar el consumidor 2. Corregir la causa del cortocircuito 3. Conectar de nuevo el consumidor
	• Desconexión de la salida del consumidor debido a un sobrecalentamiento del regulador de carga	La salida del consumidor se conecta de forma automática, en cuanto el regulador de carga se ha enfriado ▶ Mejorar la circulación de aire para un mejor enfriamiento ▶ Evitar la influencia de otras fuentes de calor ▶ Comprobar las condiciones de uso y el lugar de montaje

<p>El consumidor no se deja operar + LED info parpadea de color rojo + LED batería parpadea de color rojo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconexión de la salida del consumidor debido a una tensión muy baja de la batería 	<p>La salida del consumidor se conecta de forma automática, en cuanto la tensión de la batería ha alcanzado el valor umbral</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Cargar previamente la batería ▶ Equipar con una protección contra descarga total aquellos consumidores que están conectados directamente a la batería ▶ Comprobar la batería y si hiciera falta sustituirla
<p>El consumidor no se deja operar + LED info parpadea de color rojo + 2o LED verde parpadea</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconexión de la salida del consumidor debido a una tensión muy alta de la batería • Puesta a tierra errónea • Las fuentes de carga externas no tienen limitación de tensión 	<p>La salida del consumidor se conecta de forma automática, en cuanto la tensión de la batería se encuentra en un nivel admisible</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Comprobar la puesta a tierra ▶ Comprobar las fuentes de carga externas ▶ Si fuera necesario, desconectar las fuentes de carga externas
<p>El consumidor no se deja operar + LED info verde</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Defecto del consumidor o error de instalación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Conectar correctamente el consumidor ▶ Sustituir el consumidor
<p>La batería no carga</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo solar no conectado • Módulo solar conectado con la polaridad invertida • Cortocircuito en la entrada al módulo solar • Tensión errónea del módulo solar • Módulo solar defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Conectar el módulo solar ▶ Conectar el módulo solar con la polaridad correcta ▶ Corregir la causa del cortocircuito ▶ Aplicar el módulo solar con la tensión requerida ▶ Sustituir el módulo solar
<p>La visualización de la batería salta rápidamente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente de impulso muy grande • Batería defectuosa 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Adaptar el consumo de corriente a la capacidad de la batería ▶ Sustituir la batería

8 Datos técnicos

Tipo regulador de carga	10 A	15 A	20 A	30 A
Corriente de cortocircuito máx. del módulo solar a 50 °C	10 A	15 A	20 A	30 A
Corriente de consumo máx. a 50 °C	10 A	15 A	20 A	30 A
Bornes de conexión (de alambre fino/de un alambre)	16/25 mm ² = 6/4 AWG			
Peso	345 g			
Dimensiones	187 x 96 x 45 mm			
Grado de protección	IP 32			
Tensión del sistema	12 V / 24 V			
Temperatura ambiental permitida	-25 °C ... +50 °C			
Tensión máx. del módulo solar	47 V CC			
Compensación de temperatura	-4 mV/K/célula			

	Sistema 12 V	Sistema 24 V
Rango de tensión de la batería permisible*	9 - 17 V	17,1 - 34 V
Advertencia ante descarga profunda (SOC/LVW)	< 40 % / 11,7 V ~ 12,3 V	< 40 % / 23,4 V ~ 24,6 V
Protección contra descarga profunda (SOC/LVD)	< 30 % / 11,2 V ~ 11,6 V	< 30 % / 22,1 V ~ 23,2 V
Tensión de reconexión (SOC/LVR)	> 50 % / 12,4 V ~ 12,7 V	> 50 % / 24,8 V ~ 25,4 V
Tensión final de carga (float)	13,9 V	27,8 V
Tensión de carga reforzada (boost)	14,4 V	28,8 V
Carga de compensación (equal)	14,7 V	29,4 V

NOTA:

Datos técnicos que difieran de éstos se indicarán mediante una pegatina en el equipo. Sujeto a cambios.

*Si la tensión de la batería cae por debajo de 9 V, el regulador se desconecta y no puede cargar la batería de nuevo de forma autónoma, incluso si hay a disposición la suficiente potencia del módulo.

9 Garantía legal

De conformidad con las regulaciones legales alemanas, el cliente tiene sobre este producto

una garantía legal de 2 años.

El vendedor reparará todos los defectos de fabricación y de material que se manifiesten en el producto durante el tiempo de garantía legal y que afecten el funcionamiento del mismo. El desgaste normal no representa ningún fallo. La garantía legal no se aplicará en aquellos casos en los que el fallo sea imputable a terceros o se deba a un montaje incorrecto o una puesta en servicio deficiente, un tratamiento indebido o negligente, un transporte indebido, un esfuerzo excesivo, unos medios de producción inadecuados, unos trabajos de construcción deficientes, un terreno impropio, una utilización no conforme a lo previsto o un servicio o manejo inadecuado. La garantía legal se aplicará solamente si el fallo se comunica inmediatamente después de ser constatado. La reclamación deberá dirigirse al vendedor.

Antes de proceder a la tramitación de un derecho de garantía legal, deberá informarse al vendedor. Para la tramitación de la garantía legal, deberá incluirse una descripción detallada del fallo, así como la factura o el albarán de entrega correspondientes.

El derecho de garantía legal se hará efectivo a discreción del vendedor, mediante reparación o sustitución del producto defectuoso. Si no fuera posible subsanar el defecto ni suministrar un equipo de repuesto, o si la reparación o el envío no se llevasen a cabo en un plazo razonable, aunque el cliente hubiese concedido por escrito una prórroga, se pagará una indemnización por la pérdida de valor causada por el fallo o, si esto no satisficiera los intereses del cliente final, se podrá rescindir del contrato.

Queda excluida cualquier otra reclamación al vendedor en base a esta garantía legal, en particular la reclamación de indemnizaciones por beneficio no obtenido, uso, así como daños indirectos, salvo que exista una responsabilidad obligatoria prescrita por la ley alemana.

septiembre PRECIOS DE LOCOS



MundoSolar, Tel: (011) 4486-6943 (de 10 a 13hs Y de 15 a 18hs)
 e-mail: mundosolar@speedy.com.ar - ventas@mundosolar.com.ar - Web Site:
 www.mundosolar.com.ar

Lista de precios de productos en PESOS

listado de precios CON IVA

Para los artículos que no aparecen en la lista, envíenos un mail

25 - Agosto 2012

PUBLICO

codigo	Descripcion	PRECIO
MARCAMOS EN NARAJA LOS PRODUCTOS MAS VENDIDOS		
PANELES SOLARES		
DINARG		
DSP-10M	Panel solar "DINARG" monocristalino 10 Watts	\$ 232
DSP-20M	Panel solar "DINARG" monocristalino 20 Watts	\$ 388
DSP-30M	Panel solar "DINARG" monocristalino 30 Watts	\$ 582
DSP-40M	Panel solar "DINARG" monocristalino 40 Watts	\$ 781
DSP-60M	Panel solar "DINARG" monocristalino 60 Watts	\$ 1.169
DSP-85M	Panel solar "DINARG" monocristalino 85 Watts	\$ 1.649
DSP-120M	Panel solar "DINARG" monocristalino 120 Watts	\$ 2.328
DSP-145M	Panel solar "DINARG" monocristalino 145 Watts	\$ 2.813
REGULADORES DE CARGA DE LED / DIGITALES / MPPT		
CON LED		
RCMS-1205	Regulador de Carga MundoSolar 12/24v 5 amp con voltmetro Alta/Baja	\$ 155
Solsum10.10F	Regulador de Carga solar Steca Solsum 10.10F 12V/24V 10A	\$ 305
PRS2020	Regulador de Carga solar Steca Solarix PRS2020 - 12V/24V 20A	\$ 392
PRS3030	Regulador de Carga solar Steca Solarix PRS3030 - 12V/24V 30A	\$ 420
CON DISPLAY		
WS-C2430 30A	Regulador de Carga WELLSEE 12/24V 30AMP. Digital programable.	\$ 921
PRL1010	Regulador de Carga solar LCD iluminado Solarix PRL1010 - 12V/24V 10A	\$ 593
PRL1515	Regulador de Carga solar LCD iluminado Solarix PRL1515 - 12V/24V 15A	\$ 627
PRL2020	Regulador de Carga solar LCD iluminado Solarix PRL2020 - 12V/24V 20A	\$ 661
PRL3030	Regulador de Carga solar LCD iluminado Solarix PRL3030 - 12V/24V 30A	\$ 696
Tarom 245	Regulador de Carga solar LCD Steca Tarom 245 12/24V 45A	\$ 1.734
CONTROL DE LUCES		
WS-L1206 12V6A	Regulador-Controlador de Luces Solar WELLSEE 12/24V 6AMP.	\$ 111
WS-AL2415	Regulador-Controlador de Luces Solar WELLSEE 12/24V 6AMP.	\$ 384
MPPT (profesionales)		
OUTBACK80	Regulador de Carga solarOutoBack MPPT80 - 12V/24/48/60V 80A U.S.A.	\$ 9.384
INVERSORES DE CORRIENTE DE 12/24/48V A 220V		
PROBATTERY		
FI-150/12-CPB	INVERSOR 12V/220V PROBATTERY - 150 WATTS (onda cuadrada)	\$ 233
FI-300/12-CPB	INVERSOR 12V/220V PROBATTERY - 300 WATTS (onda cuadrada)	\$ 347
FI-600/12-CPB	INVERSOR 12V/220V PROBATTERY - 600 WATTS (onda cuadrada)	\$ 588
FI-1000/12-CPB	INVERSOR 12V/220V PROBATTERY - 1000 WATTS (onda cuadrada)	\$ 1.141
FI-1500/12-CPB	INVERSOR 12V/220V PROBATTERY - 1500 WATTS (onda cuadrada)	\$ 1.965
FI-600/24-CPB	INVERSOR 24V/220V PROBATTERY - 600 WATTS (onda cuadrada)	\$ 711
FI-1000/24-CPB	INVERSOR 24V/220V PROBATTERY - 1000 WATTS (onda cuadrada)	\$ 1.312
FI-1500/24-CPB	INVERSOR 24V/220V PROBATTERY - 1500 WATTS (onda cuadrada)	\$ 2.259
ZURICH		
RCOM30250	INVERSOR 12V/220V ZURICH - 250 WATTS (Doble Salida)	\$ 372
RCOM30400	INVERSOR 12V/220V ZURICH - 400 WATTS (Doble Salida)	\$ 463
RCOM30800	INVERSOR 12V/220V ZURICH - 800 WATTS (Doble Salida)	\$ 908
RCOM01715	CONVERSOR 24V/12V 15 AMP. ZURICH DC/DC	\$ 517
WELLSEE		
FI-200WELL	INVERSOR 12V/220V - WELLSEE - 200 WATTS * OFERTA*	\$ 455

ENERTIK		
IE-600-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 600W (onda cuadrada)	\$ 675
IE-1000-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 1000W (onda cuadrada)	\$ 1.187
IE-1500-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 1500W (onda cuadrada)	\$ 1.912
IE-2000-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 2000W (onda cuadrada)	\$ 2.417
IP-2500-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 2500W (onda cuadrada)	\$ 3.128
IP-3000-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 3000W (onda cuadrada)	\$ 3.874
ENERTIK INVERSORES DE ONDA PURA		
IS-300-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 300W (onda SENOIDAL PURA)	\$ 1.237
IS-600-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 600W (onda SENOIDAL PURA)	\$ 2.140
IS-1200-12	INVERSOR 12V/220V 50Hz ENERTIK – 1200W (onda SENOIDAL PURA)	\$ 3.085
ENERTIK INVERSORES DE ONDA PURA INTEGRALES C/CARGADOR		
ICP-1K2-12	Inversor/Cargador Senoidal Pura 12Vcc a 220Vca – 1200VA / 25A	\$ 4.090
ICP-1K2-12S	Inversor/Cargador Senoidal Pura 12Vcc a 220Vca – 1200VA / 25A (c/reg. solar)	\$ 4.908
ICP-2K4-24S	Inversor/Cargador Senoidal Pura 24Vcc a 220Vca – 2400VA / 30A (c/reg. solar)	\$ 6.394
ICP-2K4-24SDG	Inversor/Cargador Senoidal Pura 24Vcc a 220Vca – 2400VA / 30A (solar, enc. grupo)	\$ 7.044
ICP-3K6-24S	Inversor/Cargador Senoidal Pura 24Vcc a 220Vca – 3600VA / 40A (c/reg. solar)	\$ 7.251
ICP-3K6-24SDG	Inversor/Cargador Senoidal Pura 24Vcc a 220Vca – 3600VA / 40A (solar, enc. grupo)	\$ 7.920
ICP-5K-24S	Inversor/Cargador Senoidal Pura 24Vcc a 220Vca – 5000VA / 50A (c/reg. solar)	\$ 11.594
ENERTIK INVERSORES DE CONEXIÓN A RED PARA AUTOCONSUMO		
1600TL	Inversor de Alta Eficiencia Para Conexión a Red Con MPPT – 1600W	\$ 11.772
3300TL	Inversor de Alta Eficiencia Para Conexión a Red Con MPPT – 3300W	\$ 18.945
5200TL	Inversor de Alta Eficiencia Para Conexión a Red Con MPPT – 5200W	\$ 24.596
10000TL	Inversor de Alta Eficiencia Para Conexión a Red Trifásico Con MPPT – 10000W	\$ 44.984
ENERTIK CARGADORES DE BATERIAS INTELIGENTES		
IC-15-12	Cargador Automático de Batería - 12Vcc 15A (c/modo fuente regulada)	\$ 597
IC-7-24	Cargador Automático de Batería - 24Vcc 7A (c/modo fuente regulada)	\$ 661
IC-25-12	Cargador Automático de Batería - 12Vcc 25A (c/modo fuente regulada)	\$ 1.009
IC-13-24	Cargador Automático de Batería - 24Vcc 13A (c/modo fuente regulada)	\$ 1.088
IC-40-12	Cargador Automático de Batería - 12Vcc 40A (c/panel remoto, modo fuente regulada)	\$ 1.351
IC-20-24	Cargador Automático de Batería - 24Vcc 20A (c/panel remoto, modo fuente regulada)	\$ 1.464
BATERIAS		
TROJAN		
24TMX	BATERIA TROJAN ECTROLITO LIQUIDO 12V - 85 AMP.	\$ 1.329
27TMX	BATERIA TROJAN ECTROLITO LIQUIDO 12V - 105 AMP.	\$ 1.472
T105 (recomendada)	BATERIA TROJAN ECTROLITO LIQUIDO 6V - 225 AMP.	\$ 1.493
T105RE	BATERIA TROJAN ECTROLITO LIQUIDO 6V - 225 AMP.	\$ 1.784
ZURICH GEL		
BSLA-0628	BATERIA GEL 6V ZURICH - 2,8 AMP.	\$ 75
BSLA-0645	BATERIA GEL 6V ZURICH - 4,5 AMP.	\$ 57
BSLA-1212	BATERIA GEL 12V ZURICH - 1,2 AMP.	\$ 74
BSLA-1223	BATERIA GEL 12V ZURICH - 2,3 AMP.	\$ 107
BSLA-1245	BATERIA GEL 12V ZURICH - 4,5 AMP.	\$ 132
BSLA-1270	BATERIA GEL 12V ZURICH - 7 AMP.	\$ 178
BSLA-06100	BATERIA GEL 6V ZURICH - 10 AMP.	\$ 162
BSLA-12120	BATERIA GEL 12V ZURICH - 12 AMP.	\$ 310
BSLA-12170	BATERIA GEL 12V ZURICH - 17 AMP.	\$ 418
BSLA-12250	BATERIA GEL 12V ZURICH - 25 AMP.	\$ 711
BSLA-12400	BATERIA GEL 12V ZURICH - 40 AMP.	\$ 1.026
BSLA-12700	BATERIA GEL 12V ZURICH - 70 AMP.	\$ 1.679
LAMPARAS DE LED 12V		
120° ZOCALO E27		
BG4811-12-007WTF	Lampara 12V 1,1 watts E27 - 120° - 7 leds SMD LUZ FRIA	
BG4811-12-012WTF	Lampara 12V 1,8 watts E27 - 120° - 12 leds SMD LUZ FRIA	
BG4811-12-020WTF	Lampara 12V 3 watts E27 - 120° - 20 leds SMD LUZ FRIA	
BG6011-12-036WTF	Lampara 12V 5,4 watts E27 - 120° - 36 leds SMD LUZ FRIA	
BG8011-12-060WTF	Lampara 12V 9 watts E27 - 120° - 60 leds SMD LUZ FRIA	\$ 207
360° ZOCALO E27		
HG4511-018WTF	Lampara 12V 3,2 watts E27 - 360° - 18 leds SMD LUZ FRIA	
30° DICROICA		
DL-4X1W	DICROICA DE LED 12v 30° 4w - 4X1W leds - MR16	
REFLECTORES		
RFI-1210WIP67	Reflector 12v 10 watts 1 led IP67	
INSTRUMENTAL		
VOLTIMETROS & AMP.		
VA1015DC	Voltmetro Analogico MundoSolar 10-15vcc	\$ 68
VA015DC	Voltmetro Analogico 0-15vcc	\$ 91
AA30ASS	Amperimetro Analogico 30A DC s/shunt	\$ 83
XL3DC19.9V	Voltmetro Digital XIELI 19,9vcc	\$ 110
XL3600V-1	Amperimetro Digital XIELI 30Amp. DC s/shunt	\$ 98
XLS12DCDC-AUM	Voltmetro-Amperimetro XIELI	\$ 340

SHUNT	Shunt de 30 amp	\$ 76
CONECTORES		
MC4		
MC4H	Conector MC4 macho	\$ 38
MC4M	Conector MC4 hembra	\$ 38
2MC4M1H	Conector dual MC4 2 machos 1 hembra	\$ 98
2MC4H1M	Conector dual MC4 2 hembras 1 macho	\$ 98
LLAVES TERMICAS - FUSIBLES - PROTECCION		
TERMOMAGNETICAS		
LLTM1X10	Llave termomagnetica unipolar DC 10 AMPERES	\$ 42
LLTM1X20	Llave termomagnetica unipolar DC 20 AMPERES	\$ 42
LLTM2X10	Llave termomagnetica bipolar DC 10 AMPERES	\$ 85
LLTM2X20	Llave termomagnetica bipolar DC 20 AMPERES	\$ 85
RECT50A	Rectificador Trifasico 50amp (para turbinas eolicas)	\$ 113
RECT100A	Rectificador Trifasico 100amp (para turbinas eolicas)	\$ 182
JUNBOX10	juntionbox para panel solar hasta 10w	\$ 17
JUNBOX30	juntionbox para panel solar hasta 30w	\$ 36
VARIOS		
ACCESORIOS PANEL		
FLUXPEN	Fluxpen marcador limpiador de pista para soldaduras de celdas solares OFERTA	\$ 45
KITCEL20W	Kit 36 celdas para armar panel de 20w (12v) + tabwire + fluxpen + diodo OFERTA	\$ 303
KITCEL65W	Kit 36 celdas para armar panel de 65w (12v) + tabwire + fluxpen + diodo OFERTA	\$ 771
SYLGARD	Sylgrad elastomero de encapsulacion para panel de 65w OFERTA	\$ 310
HELADERAS SOLARES 12/24V C/CONTROL ELECTRONICO		
UNICOLD		
HL-30	Unicold H30L - 12 o 24 V CC. Transportable 430x600x320 mm	\$ 4.215
MT-80	Unicold MT-80 - 12 v 80 litros c/congelador 680x445x445 mm	\$ 5.531
MT-170	Unicold MT-170 - Bajo Mesada - 12v 170 litros c/congelador 830x548x565	\$ 6.519
MT230	Unicold MT-230 - 12 v 230 litros c/congelador 1165x550x610 mm	\$ 7.414
FREEZEER	Unicold Freezer/Enfriador de Botellas 120L - 12 o 24 V CC.900x610x610 mm	\$ 6.846
TERMOTANQUES SOLARES		
SOLARGY		
SG-150	Termotanque solar SOLARGY 150 litros no presurizado 2-3 PERSONAS	\$ 3.170
SG-200	Termotanque solar SOLARGY 200 litros no presurizado 3-4 PERSONAS	\$ 4.485
SG-300	Termotanque solar SOLARGY 300 litros no presurizado 4-6 PERSONAS	\$ 7.155
SG-PE200	Termotanque solar SOLARGY 200 litros presurizado CON SERPENTINA	\$ 8.335
ACCESORIOS		
45089	Tubos de vidrio borosilicato 3,3	\$ 70
45090	Tanque de asistencia	\$ 310
45091	Valvula de presion y temperatura 1/2	\$ 174
45092	Valvula de alvio de presion 1/2	\$ 95
45093	Valvula mezcladora1/2	\$ 654
45094	Valvula mezcladora 3/4	\$ 835
45095	Barra de magnesio Ø20mm ,L:20mm	\$ 52
45096	Buje de 1" 1/4	\$ 33
45096	Tapon de 3/4	\$ 17
45097	Apoyo tubos (bases de plastico)	\$ 3
45098	Dust ring - Cubre polvo	\$ 3
45099	Tapa de fuga	\$ 19
45100	Caja protectora de la resistencia electrica	\$ 26
45101	Resistencia electrica con termostato 1500w Italiana 220v	\$ 424
45102	Economizador de agua ahorra agua hasta 70%	\$ 180

Datos y condiciones bancarias

Razon social: DE LA TORRE ALEJANDRO GABRIEL
Cta.Cte. BANCO **Santander** sucursal 038 (SAN JUSTO)
Cta. Cte. \$ 038-15981/8
CBU 0720038020000001598186
C.U.I.T.: 20-22549048-2 RESPONSABLE INSCRIPTO
tel. (011) 4486-6943
Isidro Casanova (1765) - Buenos Aires - Argentina