

MÓDULO 4: REGULADORES, INVERSORES Y BATERÍAS

1. Regulador o controlador de carga:

✓ Definición:

El regulador es un convertidor de potencia que gestiona la energía producida por los módulos FV. Se utiliza para lograr un correcto funcionamiento de la instalación. Es necesario instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador.

✓ Función:

Su función es evitar situaciones de sobrecarga y sobredescarga de la batería, lo que favorece asimismo la prolongación de su vida útil, básicamente por medio del uso de reguladores se puede:

- bloquear la corriente inversa.
- asegurar el llenado óptimo de la batería.
- prevenir de sobrecarga a la batería.



Ilustración 1: Imágenes de reguladores de carga.

El regulador trabaja entre las dos zonas:

- En la parte relacionada con la carga: su misión consiste en garantizar una carga suficiente al acumulador, evitando así las situaciones de descarga.
- En la parte de descarga: se ocupa de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería.

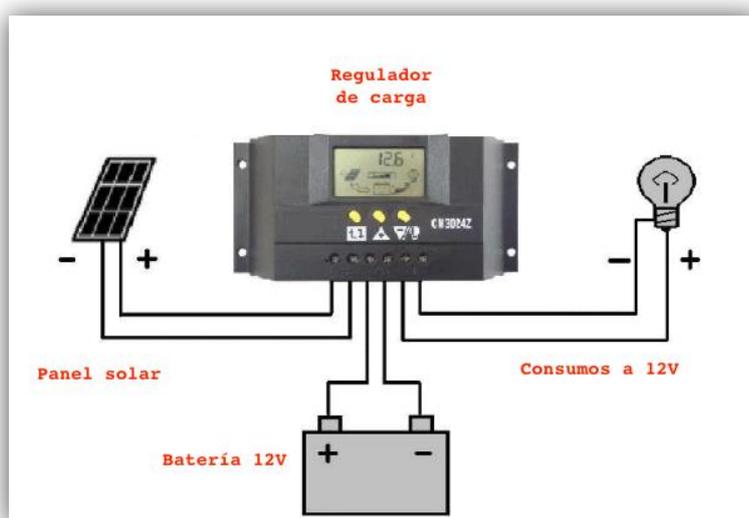
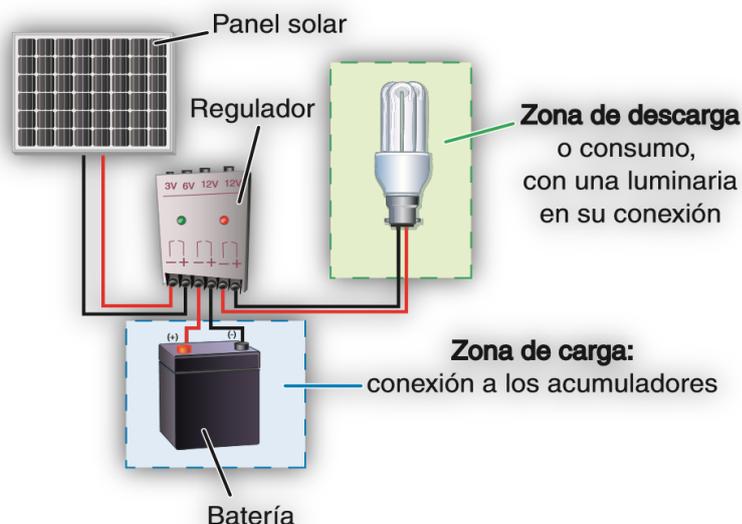


Ilustración 2: esquemas de sistema FV con regulador de carga de baterías.

✓ ¿Qué sucede si no existiera el regulador?

Podrían producirse sobrecargas dado que los módulos solares tienen una tensión nominal mayor que la batería. La tensión nominal de los módulos es mayor por dos razones:

- Atenuar posibles disminuciones de tensión por el aumento de la temperatura.
- Asegurar la carga correcta de la batería: para ello, la tensión VOC del módulo deberá ser mayor que la tensión nominal de la batería.

El dimensionado de la instalación solar se realiza de manera de asegurar que el suministro de energía en las peores condiciones de irradiación solar. Por este motivo se toman como referencia los valores de irradiación de invierno, lo que puede provocar que

durante el verano la energía aportada por los módulos solares sea en ocasiones casi el doble que en invierno. Esto podría llegar incluso a hacer “hervir” el electrolito de los acumuladores, con el riesgo que esto implica.

✓ **Hojas de características dada por los fabricantes:**

Los fabricantes son los que nos proporcionarán los valores de trabajo del regulador sobre una hoja de características. En estas hojas o fichas técnicas veremos:

- Características físicas del regulador: peso, dimensiones, material empleado en su fabricación, etc.
- Características eléctricas.
- Normas de seguridad que cumple.

Además, debemos considerar otro tipo de aspectos, como pueden ser medidas de seguridad, etc.

El regulador debe proteger tanto a la instalación como a las personas que lo manejen, por lo que deberá incluir sistemas que proporcionen las medidas de seguridad adecuadas.

✓ **Funcionamiento:**

Como mencionamos el regulador actúa entre los paneles solares y las baterías, para evitar las sobrecargas o sobre descargas de éstas.

✓ **Tipos de reguladores:**

Existen distintos tipos de reguladores, podemos clasificarlos por ejemplo según la tecnología del interruptor, cómo gestionan la energía o la posición del interruptor.

Clasificación	Tipo de regulador
Según <i>tecnología del interruptor</i> .	<ul style="list-style-type: none"> •Relé electromecánico. •Estado sólido.
Según <i>gestión de la energía</i> .	<ul style="list-style-type: none"> •PWM (pulse width modulation : modulación ancho de pulsos). •MPPT (Maximum Power Point Tracking: seguimiento del punto de máxima potencia)
Según <i>posición del interruptor</i> .	<ul style="list-style-type: none"> •Serie. •Paralelo.

En la clasificación según gestión de la energía, podemos hablar de PWM o de MPPT, una de sus principales diferencias es la siguiente:

PWM	MPPT
Trabajan siempre a la tensión de las baterías.	Trabajan en el punto de máxima potencia de los paneles.

Los reguladores PWM son reguladores sencillos que actúan como interruptores entre las placas fotovoltaicas y la batería. Estos reguladores fuerzan a los módulos fotovoltaicos a trabajar a la tensión de la batería. Un regulador PWM utiliza el voltaje que necesita la batería o el grupo de baterías para su carga o descarga. Si el módulo fotovoltaico está en un determinado momento generando a 16V y la tensión de la batería es de 12V, para su carga el regulador suministrará el voltaje de la batería y los 4V de diferencia no serían aprovechados.

EL regulador solar MPPT es capaz de separar la tensión de funcionamiento del grupo de módulos solares fv respecto de la tensión de la batería. Esto le permite situar la tensión de las placas solares en el punto óptimo para obtener la máxima potencia en cada momento. De ahí el nombre de “maximizador”.

Un regulador solar MPPT es un convertidor electrónico de corriente continua (CC) a corriente continua (CC) que optimiza el flujo eléctrico entre los paneles fotovoltaicos y el banco de baterías. Convierten una salida de corriente continua (CC) de mayor voltaje de los paneles solares a la tensión necesaria para cargar las baterías. El seguimiento del punto de máxima potencia de energía es un seguimiento electrónico. El regulador solar lee la salida de voltaje del panel o paneles fotovoltaicos y la compara con el voltaje de la batería. Luego se da cuenta de cuál es la mejor potencia que el panel puede suministrar para cargar la batería. Con esta información, convierte a la mejor la tensión de los paneles para obtener el máximo amperaje en la batería.

La mayoría de los reguladores solares MPPT tienen una eficiencia del 93-97% en la conversión. Por lo general, se obtiene una ganancia de potencia de 20 a 45% en invierno y 10-15% en verano. La ganancia real puede variar ampliamente según el clima, la temperatura, el estado de carga de la batería y otros factores.

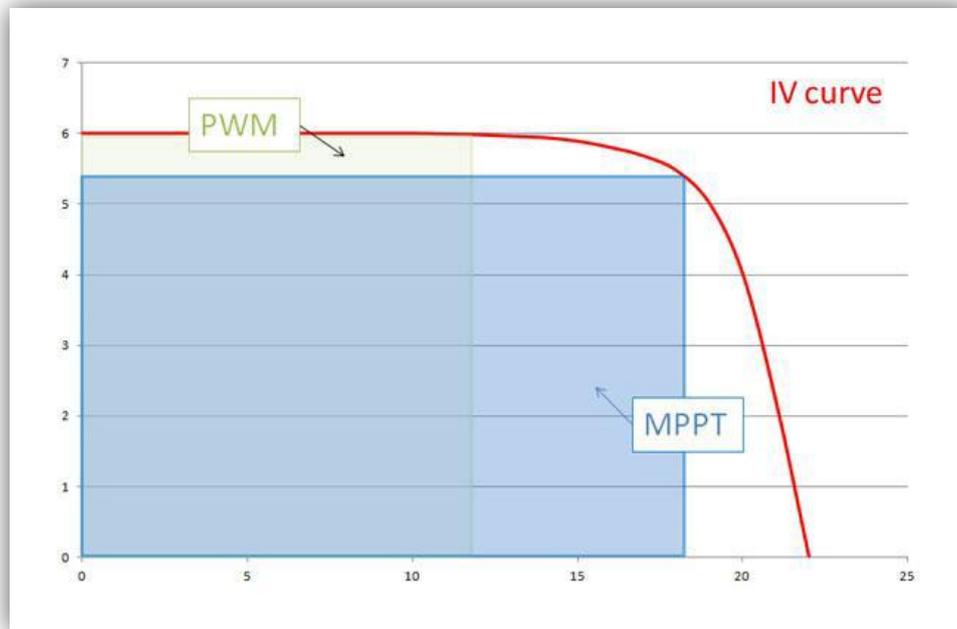


Ilustración 2: diferencia PWM y MPPT.

✓ **Parámetros importantes para los reguladores:**

- Tipo de regulador (PWM o MPPT).
- Tensión e Intensidad de corriente CC de Entrada.
- Rango de tensión de MPPT (si corresponde).
- Tensión e Intensidad de corriente CC de salida a la batería.

Debe calcularse cuál es la máxima corriente que debe soportar el regulador tanto a la entrada como a la salida.

2. Inversores

✓ Definición y función:

El inversor es un dispositivo que **convierte** la **corriente continua** (CC o DC) que suministran los paneles solares fv o las baterías a **corriente alterna** (CA o AC).

La CA es la que utilizamos en nuestros hogares, los electrodomésticos o equipos eléctricos normalmente funcionan a 220V de tensión monofásica o 380V de tensión trifásica. Las siguientes ilustraciones muestran un esquema del inversor y su ubicación en un sistema solar fv on-grid.

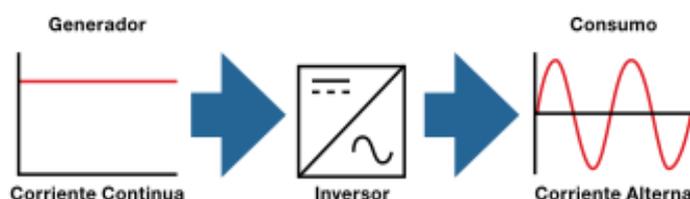


Ilustración 4. Esquema de función del Inversor.

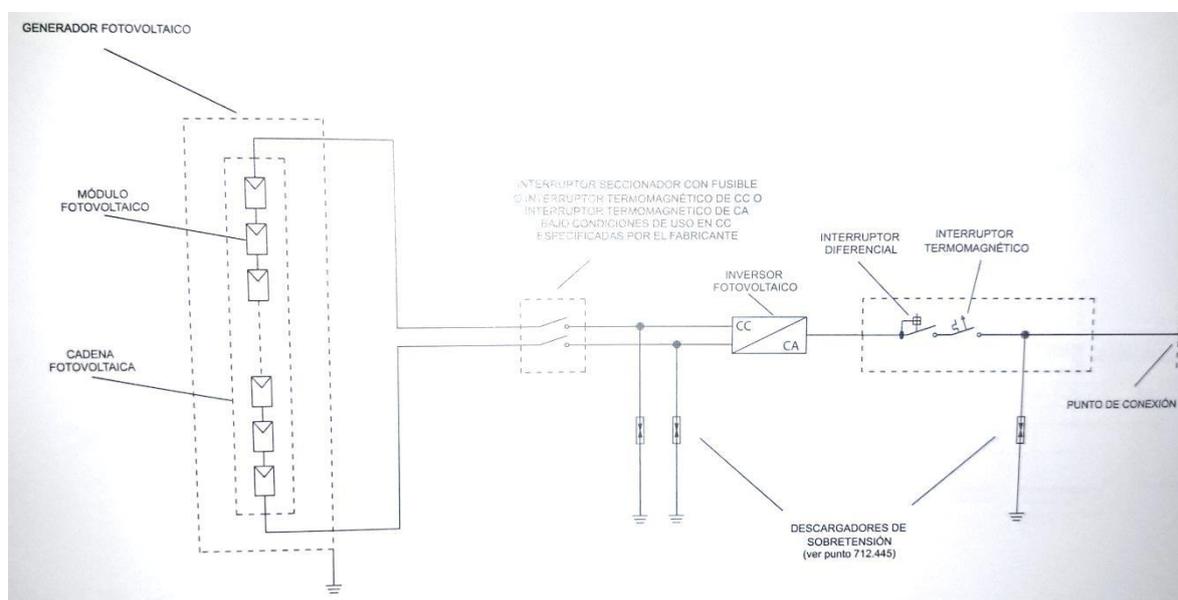


Ilustración 5: Esquema general de un generador fotovoltaico.

El inversor entonces es un equipo electrónico que, mediante sus componentes tiene la capacidad de ondular una corriente y tensión sin frecuencia a una onda senoidal de 50 Hz 220/380V. Para que la onda sea lo más sinusoidal posible se utiliza por ejemplo una técnica de modulación del ancho del pulso (PWM). Esta técnica permite regular la frecuencia y el valor rms de la forma de onda de salida.

Las partes fundamentales en un inversor son:

- **Control principal:** incluye todos los elementos de control general, los sistemas de generación de onda basados en sistemas de modulación de anchura de pulsos (PWM) y parte del sistema de protecciones.
- **Etapas de potencia:** esta etapa puede ser única o modular en función de la potencia deseada. Se opta por la tecnología en baja frecuencia ya que ofrece buenos resultados con una alta fiabilidad y bajo costo. Debe incorporar un filtro de salida para la onda, evitando el rizado en la tensión procedente de los módulos.
- **Control de red:** es la interfase entre la red y el control principal. Proporciona el correcto funcionamiento del sistema al sincronizar la forma de onda generada a la de la red eléctrica, ajustando tensión, fase, sincronismo, etc.
- **Seguidor del punto de máxima potencia (MPPT):** es uno de los factores más importantes en un inversor. Su función es acoplar la entrada del inversor a los valores de potencia variables que produce el generador fotovoltaico, obteniendo en todo momento la mayor cantidad de energía disponible, la máxima potencia.
- **Protecciones:** los inversores deben estar protegidos ante tensión y frecuencia de red fuera de márgenes, temperatura de trabajo elevada, tensión baja del generador, intensidad del generador fotovoltaico insuficiente, fallo de la red eléctrica y transformador de aislamiento, además de las protecciones pertinentes contra daños a personas y compatibilidad electromagnética.
- **Monitorización de datos:** los inversores disponen de microprocesadores que les faciliten una gran cantidad de datos tanto de los parámetros habituales (tensión, corriente, frecuencia, etc.) como de parámetros externos (radiación, temperatura ambiente, etc.) e internos (p.e. temperaturas de trabajo).

Debido al elevado costo de las instalaciones solares fotovoltaicas, durante la etapa de operación del sistema los inversores deben ofrecer un alto rendimiento y fiabilidad. Dicho rendimiento depende de la variación de la potencia de la instalación, por lo que debe procurarse trabajar con potencias cercanas o iguales a la nominal, puesto que si la potencia procedente de los paneles fotovoltaicos a la entrada del inversor varía, el rendimiento disminuye.

Los principales parámetros habituales a tener en cuenta en un inversor son:

- **Tensión nominal (V):** tensión que debe aplicarse en bornes de entrada del inversor.
- **Potencia nominal (VA):** potencia que suministra el inversor de forma continuada.
- **Potencia activa (W):** potencia real que suministra el inversor teniendo en cuenta el desfase entre tensión y corriente.
- **Capacidad de sobrecarga:** capacidad del inversor para suministrar una potencia superior a la nominal y tiempo que puede mantener esa situación.

- **Factor de potencia:** cociente entre potencia activa y potencia aparente a la salida del inversor. En el caso ideal, donde no se producen pérdidas por corriente reactiva, su valor máximo es 1.
- **Eficiencia o rendimiento:** relación entre las potencias de salida y entrada del inversor.
- **Autoconsumo:** potencia consumida por el inversor comparada con la potencia nominal de salida.
- **Armónicos:** un armónico ideal es una frecuencia de onda múltiplo de la frecuencia fundamental. Tener en cuenta que, sólo a frecuencia fundamental, se produce potencia activa.
- **Distorsión armónica:** la distorsión armónica total o THD (Total Harmonic Distortion) es el parámetro que indica el porcentaje de contenido armónico de la onda de tensión de salida del inversor.

(Fuente: UC3M; Escuela Politécnica Superior Departamento de Tecnología Electrónica)

Requisitos generales de los inversores:

- Alta eficiencia.
- Alta confiabilidad: resistencia a los picos de arranque.
- Baja distorsión armónica.
- Seguimiento del punto de máxima potencia.
- Bajo consumo en vacío (es decir sin cargas conectadas).
- Protección contra sobretensiones.
- Aislamiento galvánico.
- No funcionamiento en isla.
- Conexión/Desconexión automática.
- Sistema de monitorización.

El inversor debe tener una potencia correspondiente al consumo y a la generación fotovoltaica. Es decir, no debe sobrepasarse el umbral de potencia máxima del inversor (P_{\max} [kW]) ya que así fallaría el funcionamiento.



Ilustración 6: Fotos de Inversores.

✓ **Tipos de inversores:**

- Inversor conectado a la red.
- Inversor independiente.
- Inversor conectado a la red con almacenamiento en baterías (híbrido).

Una exigencia de los inversores prácticos es la posibilidad de mantener constante el valor eficaz de la tensión de salida frente a las variaciones de la tensión de entrada y de la corriente de la carga, o incluso poder variar la tensión de salida entre unos márgenes más o menos amplios.

Las soluciones existentes para este último problema se pueden agrupar en tres procedimientos:

- **Control de la tensión continua de entrada:** el control de la tensión de las baterías que alimentan al inversor, proporcionara una forma directa de controlar el valor

eficaz de la salida. Este tipo de inversor se denomina "variable dc-link Inverter".

- **Regulación interna en el propio inversor:** la tensión de las baterías de entrada es constante y la modulación PWM en la secuencia de conducción de los transistores, proporciona una cierta regulación de la tensión eficaz de salida y una reducción del contenido armónico, con ciertas restricciones dependiendo del tipo de modulación.
- **Regulación en la tensión de salida:** consiste en disponer de un autotransformador en la salida del inversor, controlado mecánicamente o electrónicamente mediante tiristores. Esta solución incorpora un retraso en la respuesta del sistema y un aumento del volumen si se necesita una tensión de salida elevada.

✓ **Selección de Inversores:**

Los inversores no se calculan, sino que se seleccionan según los siguientes parámetros:

- Tipo de Inversor.
- Potencia.
- Tensión e Intensidad de corriente de Entrada.
- Rango de tensión de MPPT (si corresponde).
- Potencia, Tensión, Intensidad de corriente y Frecuencia de Salida.
- Potencia pico o Capacidad de Sobrecarga.
- Eficiencia.

Ejemplos de características de diferentes tipos de inversores:

- Inversor autónomo:

Modelo	IS-3000-12	IS-3000-24	IS-3000-48
Especificaciones eléctricas			
Potencia continua		3000W	
Potencia de pico		6000W	
Voltaje de salida		220VCA	
Regulación salida		± 5%	
Forma de onda		Senoidal pura	
Voltaje de entrada	10~16VCC	20~32VCC	40~64VCC
Alarma bajo voltaje	11V ± 0,5V	22V ± 1V	44V ± 2V
Protección bajo voltaje	10V ± 0,5V	20V ± 1V	42V ± 2V
Protección alto voltaje	16V ± 0,5V	32V ± 1V	64V ± 2V
Frecuencia		50Hz ± 3%	
Eficiencia		> 90%	
Corriente en vacío	< 1,5A	< 0,7A	< 0,4A

Ilustración 7: Especificaciones técnicas de un inversor para instalaciones off-grid.

- Inversor a red:

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0
Entrada (CC)			
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp
Tensión de entrada máx.		600 V	
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V
Tensión asignada de entrada		365 V	
Tensión de entrada mín./de inicio		100 V/125 V	
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B		15 A/15 A	
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B		15 A/15 A	
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP		2/A;2; B:2	
Salida (CA)			
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA
Tensión nominal de CA/Rango		220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V	
Frecuencia de red de CA/Rango		50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz	
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red		50 Hz/230 V	
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A ²¹
Factor de potencia a potencia asignada		1	
Factor de desfase ajustable		0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	
Fases de inyección/conexión		1/1	
Rendimiento			
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0%/96,4%	97,0%/96,5%	97,0%/96,5%
Dispositivos de protección			
Punto de desconexión en el lado de entrada		•	
Monitorización de toma a tierra/de red		• / •	
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/ con separación galvánica		• / • / -	
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal		•	
Clase de protección [según IEC 62103]/Categoría de sobretensión [según IEC 60664-1]		I/III	

Ilustración 8: Especificaciones técnicas de un inversor para instalaciones on-grid.

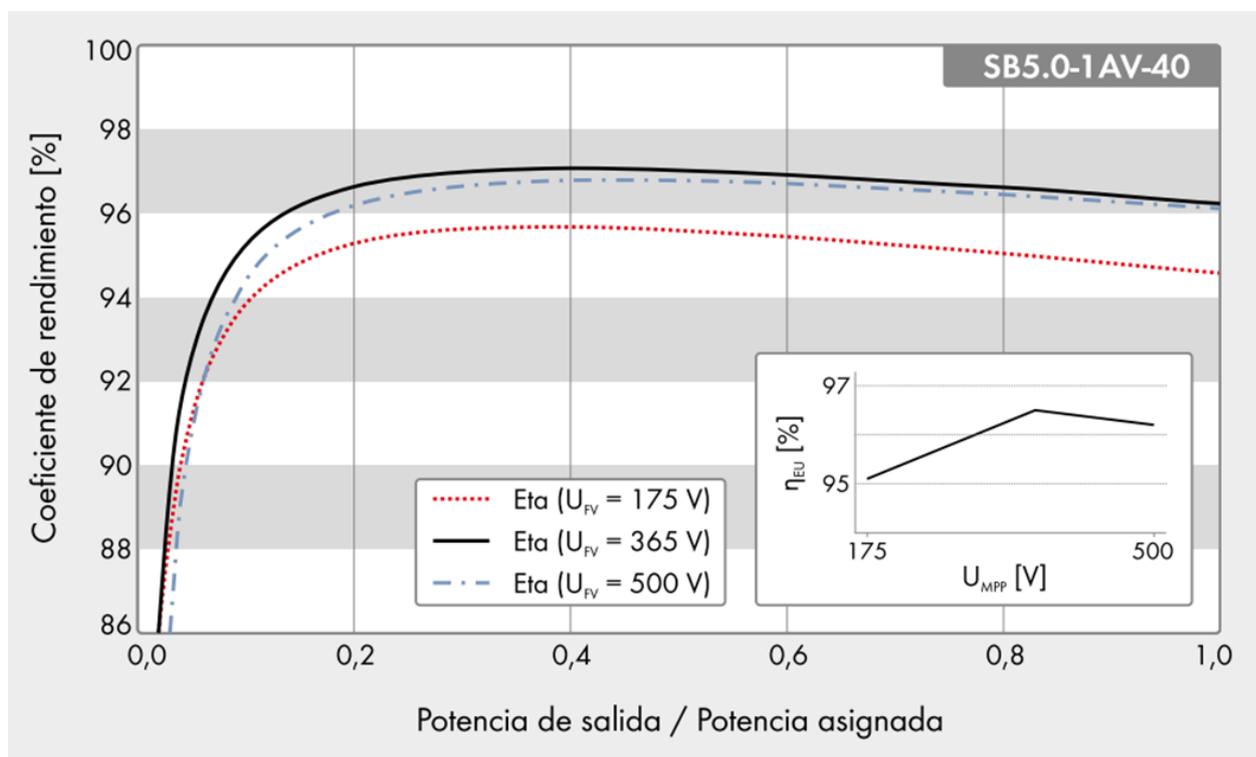


Ilustración 9: Gráfico de curva de potencia y rendimiento.

3. Baterías

En un sistema fotovoltaico la **función** de las baterías es **almacenar energía** en exceso que produzca el sistema. La energía que es almacenada en las baterías es utilizada durante la noche o en los períodos de menor irradiación.

Las baterías son parecidas a las baterías de los automóviles, pero las baterías para aplicaciones fotovoltaicas son lo que se conocen como ciclo profundo ("deep-cycled").

Este tipo de batería está diseñado para descargarse lentamente y recargarse irregularmente. Para el diseño debe calcularse un banco de baterías, cuya descarga diaria de alrededor del 20% para que pueda funcionar la vida útil prevista. Mientras menos se descarga la batería más ciclos de vida tiene.

En síntesis, las baterías:

- ✓ Son indispensables en los **sistemas autónomos**, para compensar la variabilidad de la energía solar.
- ✓ **Transforman la energía química en eléctrica.**
- ✓ Son recargadas a través de la electricidad generada por los paneles solares y luego alimentan las cargas.

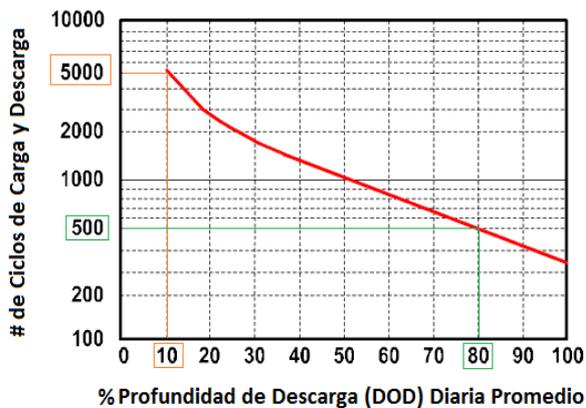


Ilustración 10: Ciclos de vida de las baterías según profundidad de descarga.

✓ Tipos de Baterías:

Los tipos más comunes de batería utilizados en los sistemas fotovoltaicos son:

- Baterías de ácido-plomo:
 - Batería con ventilación o mantenimiento.
 - Batería sellada o sin mantenimiento.
- Baterías alcalinas:
 - Batería de Níquel-Cadmio.

Batería de Níquel-Hierro.

✓ Capacidad:

La capacidad hace referencia a la energía entregada y depende de la rapidez con la cual se descarga la batería. La capacidad nos indica que la corriente que puede suplir a su voltaje nominal en un periodo de tiempo.

Esto podemos encontrarlo con su denominación por ejemplo C10, C20, C100, etc.

La capacidad de una batería está indicada en amperios-horas (Ah).

Por ejemplo una batería que tiene una capacidad de 10 Ah. Esto significa que esta batería puede suplir 10 amperios de corriente por 1 hora:

$$10 \text{ Ah} = 10 \text{ amperios} \times 1 \text{ hora}$$

Pero también hay otras combinaciones que nos dan el mismo resultado:

$$10 \text{ Ah} = 20 \text{ amperios} \times 0.5 \text{ hora}$$

$$10 \text{ Ah} = 5 \text{ amperios} \times 2 \text{ horas}$$

Las especificaciones de baterías que se muestran en el siguiente Cuadro proporcionan detalles sobre el tipo, capacidad, tipo borne, dimensiones y peso de las mismas, para elegir la batería adecuada al diseño requerido.

TAMAÑO DEL GRUPO BCI	TIPO	CAPACIDAD ^a Minutos			CAPACIDAD ^a Amp-Hora (AH)				ENERGIA (kWh) Capacidad a 100 hs	VOLTAJE	TIPO DE BORNE / POSTE ^b	DIMENSIONES ^c Decimales (mm)			PESO lbs. (kg)	HydroLink™ or Single-Point Watering Kit ^d
		a 25 amperios	a 56 amperios	a 75 amperios	a 5 hs	a 10 hs	a 20 hs	a 100 hs				Longitud	Ancho	Altura ^e		
BATERÍAS DE ELECTROLITO LÍQUIDO DE CICLO PROFUNDO DE 6 VOLTIOS CON T2 TECHNOLOGY™																
GC2	T-605	383	-	105	175	193	210	232	1.39	6 VOLT	1, 2, 3, 4	10.30 (262)	7.11 (181)	11.07 (281)	58 (26)	HydroLink
GC2	T-105	447	-	115	185	207	225	250	1.50	6 VOLT	1, 2, 3, 4	10.30 (262)	7.11 (181)	11.07 (281)	62 (28)	HydroLink
GC2	T-105 Plus	447	-	115	185	207	225	250	1.50	6 VOLT	1, 2, 3	10.30 (262)	7.11 (181)	11.07 (281)	62 (28)	Single-Point
GC2	T-125	488	-	132	195	221	240	266	1.60	6 VOLT	1, 2, 3, 4	10.30 (262)	7.11 (181)	11.07 (281)	66 (30)	HydroLink
GC2	T-125 Plus	488	-	132	195	221	240	266	1.60	6 VOLT	1, 2, 3	10.30 (262)	7.11 (181)	11.07 (281)	66 (30)	Single-Point
GC2H	T-145	530	-	145	215	239	260	287	1.72	6 VOLT	1, 2, 3, 4	10.30 (262)	7.11 (181)	11.90 (302)	72 (33)	HydroLink
GC2H	T-145 Plus	530	-	145	215	239	260	287	1.72	6 VOLT	1, 2, 3	10.30 (262)	7.11 (181)	11.90 (302)	72 (33)	Single-Point
DIN	TE35	500	-	135	201	225	245	270	1.63	6 VOLT	8	9.60 (244)	7.50 (191)	10.60 (269)	68 (31)	N/A
901	J250G	475	-	130	195	216	235	261	1.57	6 VOLT	7	12.17 (309)	6.85 (174)	11.43 (290)	67 (30)	HydroLink
901	J250P*	540	-	135	215	230	250	278	1.67	6 VOLT	6	11.66 (296)	6.94 (176)	11.54 (293)	72 (33)	Single-Point
902	J305E-AC	645	-	160	250	280	305	339	2.03	6 VOLT	7	12.17 (309)	6.85 (174)	14.41 (366)	83 (38)	HydroLink
902	J305G-AC	678	-	175	258	290	315	350	2.10	6 VOLT	7	12.27 (312)	6.85 (174)	14.41 (366)	88 (40)	HydroLink
902	J305P-AC*	711	-	195	271	304	330	367	2.20	6 VOLT	6	11.66 (296)	6.94 (176)	14.42 (366)	96 (44)	Single-Point
902	J305PG-AC	711	-	195	271	304	330	367	2.20	6 VOLT	7	12.27 (312)	6.85 (174)	14.41 (366)	96 (44)	HydroLink

Ilustración 11: Especificaciones técnicas de baterías.

✓ Conexionado:

En un banco las baterías, las mismas pueden conectarse tanto **en serie** como **en**

paralelo, para obtener un **voltaje** y una **capacidad** en amperios-hora deseados.

En un banco las baterías se conectan en serie y en paralelo para obtener el voltaje y la capacidad en amperios-hora deseados.

→ **La conexión en serie** se utiliza para aumentar el valor del voltaje de salida del banco.

Ejemplo: si se conectan 2 baterías de 12 V en serie la salida del banco es de 24 V. Si se conectan 4 baterías de 12 V en serie la salida del banco es de 48 V.

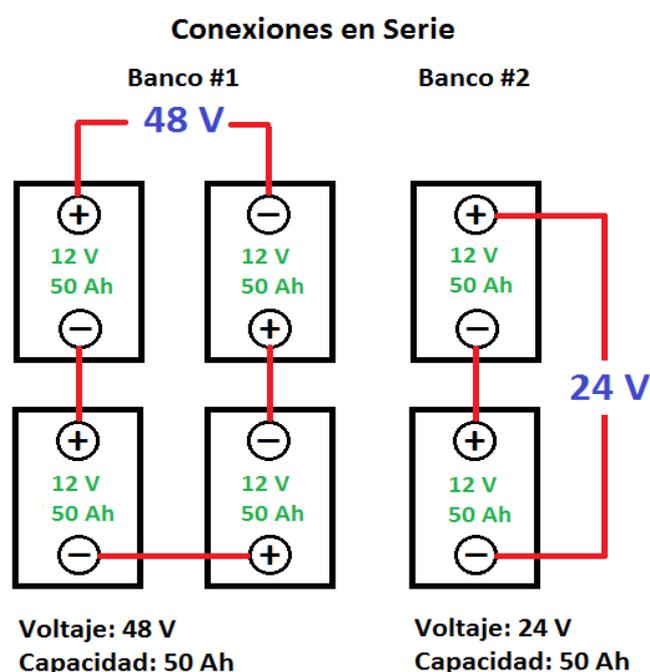


Ilustración 12: Esquema de conexiones de baterías en serie.

→ **La conexión en paralelo** se utiliza para aumentar la capacidad en amperios-hora del banco. Así, si se conectan 2 baterías con una capacidad de 50 Ah en paralelo la capacidad del banco será de 100 Ah. Si se conectan 3 baterías de 200 Ah en paralelo la capacidad del banco será de 600 Ah.

Conexiones en Paralelo

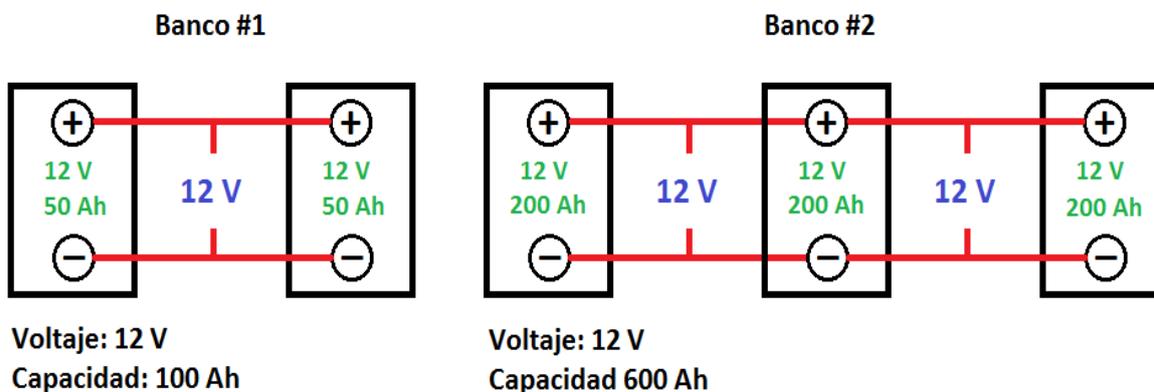


Ilustración 13: Esquema de conexiones de baterías en paralelo.

Otros parámetros a considerar son:

- Temperatura
- Capacidad y tensión de trabajo

La temperatura es preponderante en el rendimiento de las baterías como podemos observar en el siguiente gráfico:

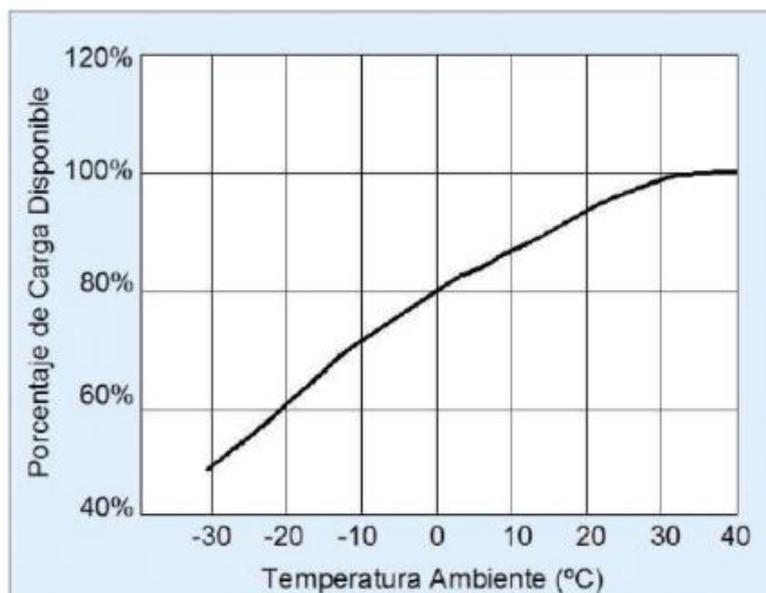


Ilustración 14. Esquema de conexiones de baterías en paralelo.

✓ Ejemplo de cálculo de baterías:

$$E_{\text{BatNEC}} = [\text{Energía consumida (Wh)} \times \text{Autonomía (días)}] / \text{Prof. descarga}$$

Corriente Alterna				
Artefacto (electrodomesticos)	Cantidad de artefactos	Consumo artefacto (Watt)	Horas de Funcionamiento diario (hs)	Consumo diario (Wh/día)
Tv. Color	1	100	4	400
Ventilador de techo	1	70	4	280
Radio AM - FM	1	40	4	160
Cargador celular	1	15	1	15
Bomba de agua	1	200	0,5	100
			Consumo diario	955

Siguiendo el ejemplo anterior y tomando la autonomía de 2 días:

$E_{\text{BatNEC}} = (955 \text{ Wh} \times 2) / 0,5 = \mathbf{3820 \text{ Wh}}$ para profundidad de descarga del 50% (1000 ciclos).

$E_{\text{BatNEC}} = (955 \text{ Wh} \times 2) / 0,8 = \mathbf{2388 \text{ Wh}}$ para profundidad de descarga del 80% (500 ciclos).

Por último, seleccionamos una batería y vemos cuántas necesitamos y cómo conectamos.

Suponiendo Trojan T-105 de electrolito líquido para C20: 6V y 225 Ah, implica $E_{\text{bat}}=1350 \text{ Wh}$.

$C_{\text{ant}} = 3820 / 1350 = \mathbf{2,83} \rightarrow \mathbf{3}$. Si hacemos un circuito de 12V, necesitamos 2 baterías en serie, con lo cual vamos a **necesitar 4 baterías**, para hacer 2 series en paralelo.

$C_{\text{ant}} = 2388 / 1350 = \mathbf{1,77} \rightarrow \mathbf{2}$. Si hacemos un circuito de 12V, **necesitamos 2 baterías**.

Aplicación Práctica

Baterías de 6 V

Consumo kWh/día	% de Descarga		
	50%	60%	70%
1	333	277	238
2	666	555	476
3	1000	833	714
4	1333	1111	952
5	1666	1388	1190
1000 a 500		750 a 400	550 a 300
Ciclos Promedio de Vida Util			

Baterías 12 V

Consumo kWh/día	% de Descarga		
	50%	60%	70%
1	166	138	119
2	333	277	238
3	500	416	357
4	666	555	476
5	833	694	595
1000 a 500		750 a 400	550 a 300
Ciclos Promedio de Vida Util			

Como ejemplo de aplicación tomamos un consumo diario de 1 kWh, necesitaremos 333 Ah con una batería de 6 V. y 166 Ah con una batería de 12 V.

Elegimos una batería Trojan T105 de 6 V., en C20 esta batería tiene una capacidad de 225 Ah.

Si armamos una instalación de 12 V., cuyo banco de batería este compuesto por 2 T105 en serie, tendremos una capacidad de 225 Ah si la instalación es 6 V. pero con 2 T105 en paralelo tendremos una capacidad de 450 Ah.

En estos casos en particular elegidos, recalcularemos la autonomía ya que será mayor a un día.

$$\text{Autonomía} = \frac{450 \text{ Ah}}{333 \text{ Ah}} = 1,35 \text{ días}$$

$$\text{Autonomía} = \frac{225 \text{ Ah}}{166 \text{ Ah}} = 1,35 \text{ días}$$

Ah en C20

ELECTRICAL SPECIFICATIONS BATERÍA TROJAN T 105

Cranking Performance		Capacity * Minutes		Capacity * Amp-Hours (AH)			Energy (kWh)	Internal Resistance (mΩ)	Short Circuit Current (amps)
C.C.A. ³ @ 0°F (-18°C)	C.A. ³ @ 32°F (0°C)	@ 25 Amps	@ 75 Amps	5-Hr	10-Hr	20-Hr	100-Hr	100-Hr	
—	—	447	115	185	207	225	250	1.50	—



Marcelo Lenzi
Ing. Mecánico
Mat. 1.2021.9

ML - Ingesol S.A
Cel. 03401 - 15589033
administracion@ml-ingesol.com.ar
www.ml-ingesol.com.ar

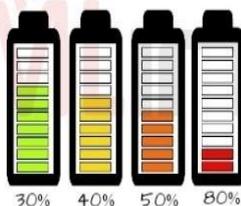
Tengamos en cuenta que...

Autonomía: Es la cantidad de días en que se puede descargar una batería, sin recibir carga de energía solar.

C20: Es la capacidad en Ah de una batería, cuando se descarga en su totalidad en un tiempo de 20 horas.

Ciclos: Es el número de veces que puede ser cargada y descargada una batería. Cada ciclo de carga - descarga puede representar un día en una instalación fotovoltaica.

Profundidad de descarga:



A mayor profundidad de descarga, menor cantidad de ciclos, menor vida útil de la batería.

Ciclos y Profundidad de descarga

TAMAÑO GRUPO BCI	TIPO	VOLTAJE	CAPACIDAD ¹ Amperio-horas (AH)				ENERGÍA (KWH)		TERMINAL predet.	DIMENSIONES ² Pulg. (mm)			PESO lbs. (Kg)
			Tasa de 5 hr	Tasa de 10 hr	Tasa de 20 hr	Tasa de 100 hr	Tasa de 100 hr	Largo		Ancho	Alto ³		
LÍNEA PREMIUM - BATERÍAS DE ELECTROLITO LÍQUIDO DE CICLO PROFUNDO - 1,600 CICLOS A 50% DOD - CON SMART CARBON™													
GCZH	T-105 RE	6 VOLTIOS	185	207	225	250	1.50	5	10.30 (262)	7.11 (181)	11.67 (296)	67 (30)	
903	L16RE-A*	6 VOLTIOS	267	299	325	360	2.16	5	11.67 (296)	6.95 (177)	17.56 (446)	115 (52)	

C20



Marcelo Lenzi
Ing. Mecánico
Mat. 1.2021.9

ML - Ingesol S.A
Cel. 03401 - 15589033
administracion@ml-ingesol.com.ar
www.ml-ingesol.com.ar

4. Ejercicios de dimensionamiento

✓ Sistemas FV conectado a red con inversor:

En estos casos, lo más conveniente es tomar el consumo anual de energía de una factura eléctrica y calcular la potencia necesaria para cubrir dicha demanda.

A continuación se muestra un ejemplo, considerando datos de radiación solar de la ciudad de San Jorge (Santa Fe) y el consumo eléctrico de un emprendimiento rural.

Consumo eléctrico anual en kWh:

Bimestre 1	Bimestre 2	Bimestre 3	Bimestre 4	Bimestre 5	Bimestre 6	Total
1110	1096	1125	991	1940	680	6942

Horas solares pico diarias:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
6,25	5,86	5,36	4,61	3,96	3,44	3,85	4,57	5,41	5,45	6,02	6,09	5,07

Horas solares pico mensuales:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
193,75	158,22	166,16	138,3	122,76	103,2	119,35	141,67	162,3	168,95	180,6	188,79	1843,87

Generación eléctrica fv en kWh, seleccionando un panel solar de 310Wp (0,31kWp):

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
60,06	50,86	51,51	42,87	38,06	31,99	37	43,91	50,31	52,37	55,99	58,52	47,79

Cantidad de paneles requeridos (consumo bimestral / generación eléctrica bimestral por panel):

Bimestre 1	Bimestre 2	Bimestre 3	Bimestre 4	Bimestre 5	Bimestre 6	Promedio
10	12	16	12	19	6	12,5

PFV NEC = Energía consumida por año (kWh) / HSP anuales

PFV NEC = 6942 kWh / 1843,87 HSP anuales = 3,76 kW

Cantidad de paneles solares requeridos = Potencia total / Potencia panel = 3,76kW / 0,31 kW = 12,14

Inversor seleccionado:

- SMA Sunny Boy 3,6 con 2 entradas MPPT.
- Potencia solar máxima: 5500 W.
- Corriente de entrada máxima: 15 A por string.
- Tensión de inicio: 125 V.
- Rango MPPT: 130 – 500 V.
- Potencia entregada: 3,68 kW monofásica.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Corriente máxima: 16 A.
- Rendimiento: 97%.

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 7.6
Entrada (CC)			
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7000 Wp
Tensión de entrada máx.	600 V		
Rango de tensión del MPPT	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 110 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V		
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V		
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A		
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	15 A/15 A		
Número de entradas de MPPT independientes/Strings por entrada de MPPT	2/A;2; B:2		
Salida (CA)			
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4600 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4600 VA
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 250 V		
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a 65 Hz		
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V		
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	16 A
Factor de potencia a potencia asignada	1		
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo		
Fases de inyección/conexión	1/1		
Rendimiento			
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0%/96,4%	97,0%/96,5%	97,0%/96,4%

Módulos FV: se utilizarán 12 módulos Luxen Solar 310 Wp, mono o poli cristalino.

Cada entrada MPPT tendrá 6 módulos FV en serie ($V_p = 218,4 \text{ V}$ e $I_p = 8,52 \text{ A}$), que

cumplimenta con los requisitos del rango MPPT del inversor (130 – 500 V).

Además, se aprovechan ambos MPPT para separar los conjuntos de generación por si se presentan problemas en alguno de ellos.

6 / 72 Cells

MONO

STC	300W	305W	310W	315W	320W
Maximum Power (P _{max})	300W	305W	310W	315W	320W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	44.6V	44.8V	44.9V	45.1V	45.3V
Short Circuit Current (I _{sc})	8.87A	8.97A	9.09A	9.13A	9.17A
Voltage at Maximum Power (V _{mp})	36.1V	36.3V	36.4V	36.5V	36.7V
Current at Maximum Power (I _{mp})	8.31A	8.40A	8.52A	8.63A	8.72A
Module Efficiency (%)	15.51%	15.77%	16.03%	16.28%	16.54%

STC: Irradiance: 1000 W/m², module temperature: 25°C, AM=1.5, Best in Class AA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

POLY

STC	295W	300W	305W	310W	315W
Maximum Power (P _{max})	295W	300W	305W	310W	315W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	44.5V	44.6V	44.8V	44.9V	45.1V
Short Circuit Current (I _{sc})	8.74A	8.84A	8.94A	9.06A	9.16A
Voltage at Maximum Power (V _{mp})	35.9V	36.1V	36.3V	36.4V	36.6V
Current at Maximum Power (I _{mp})	8.22A	8.31A	8.40A	8.52A	8.61A
Module Efficiency (%)	15.25%	15.51%	15.77%	16.03%	16.28%

Mechanical Characteristics		Operating Module Temperature	
Solar Cell	156x156mm (6inches)	-40°C to +85°C	
No. of Cells	72 (6 x 12)	Maximum System Voltage	1000V DC (IEC) / 600V DC (UL)
Dimensions	1950x 992 x 40mm	Maximum Series Fuse Rating	15 A
Weight	23.0kgs	Power Tolerance	0/+5W
Front	Glass 3.2 mm tempered glass	Temperature Characteristics	
Frame	Anodized aluminium alloy	Nominal Operating Cell Temperature (N _{oc})	45±2°C
Junction Box	IP65/IP67 rated (3 bypass diodes)	Temperature Coefficient of P _{max}	-0.44%/°C
Output Cables	TUV (2P) 169-2007,	Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.33%/°C
	UL 4703, 4.0 mm ² ,	Temperature Coefficient of I _{sc}	0.055 %/°C
Connectors	symmetrical length	Packing Configuration	
	(-) 900mm and (+) 900mm	Container	20' GP 40' GP
Mechanical load test	MC4 compatible	Pieces per pallet	26 26
	5400Pa	Pallets per container	10 22
		Pieces per container	260 572

✓ **FV autónomo con batería e inversor:**

En estos casos, el **cálculo es bastante más complejo**, pero trataremos de simplificarlo.

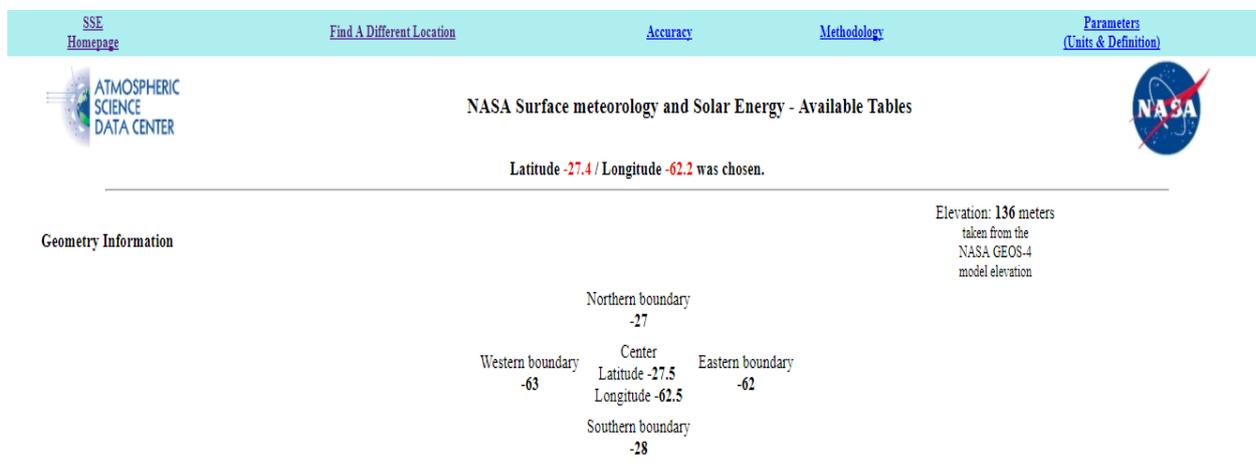
Hay que calcular la cantidad mínima de módulos FV para abastecer siempre la demanda, las baterías correspondientes para una determinada autonomía y seleccionar el regulador e inversor que se adapte a los consumos que necesitamos abastecer.

- Datos con lo que contamos:
 - Ubicación de la vivienda.
 - Consumos de electrodomésticos.
- Dimensionamiento y cálculo de:
 - Potencia fotovoltaica a instalar (cantidad y tipo de paneles).
 - Selección del inversor.

- Selección de baterías.
- Protecciones.
- Cableado.

Ubicación:

La vivienda se encuentra en la zona rural de la localidad de Quimili, en la provincia de Santiago del Estero en 27° 38´ latitud Sur y 62°25´ longitud Oeste aproximadamente. Con estos datos y usando el software de la NASA, obtendremos las horas de Insolación/día.



The screenshot shows the NASA Surface meteorology and Solar Energy - Available Tables interface. It includes navigation links like 'SSE Homepage', 'Find A Different Location', 'Accuracy', 'Methodology', and 'Parameters (Units & Definition)'. The main content area displays the selected location: 'Latitude -27.4 / Longitude -62.2 was chosen.' Below this, there is a 'Geometry Information' section showing a map with boundary coordinates: Northern boundary -27, Western boundary -63, Eastern boundary -62, Southern boundary -28, and Center Latitude -27.5, Longitude -62.5. To the right, it states 'Elevation: 136 meters taken from the NASA GEOS-4 model elevation'.

Parameters for Tilted Solar Panels:

Monthly Averaged Radiation Incident On An Equator-Pointed Tilted Surface (kWh/m²/day)

Lat -27.4 Lon -62.2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
SSE HRZ	6.56	6.05	4.93	3.78	3.23	2.77	3.30	4.19	5.19	5.84	6.47	6.80	4.92
K	0.55	0.54	0.51	0.48	0.51	0.49	0.55	0.58	0.59	0.56	0.55	0.56	0.54
Diffuse	2.46	2.22	1.93	1.55	1.18	1.05	1.03	1.21	1.56	2.03	2.35	2.48	1.75
Direct	5.93	5.64	4.70	3.89	4.11	3.74	4.77	5.50	5.88	5.69	5.98	6.24	5.17
Tilt 0	6.53	5.90	4.87	3.75	3.14	2.71	3.22	4.16	5.13	5.72	6.44	6.77	4.86
Tilt 12	6.39	5.95	5.07	4.07	3.58	3.17	3.78	4.71	5.48	5.83	6.34	6.57	5.07
Tilt 27	5.93	5.74	5.09	4.29	3.97	3.59	4.29	5.17	5.66	5.70	5.93	6.05	5.12
Tilt 42	5.20	5.26	4.87	4.30	4.15	3.82	4.56	5.34	5.55	5.29	5.25	5.24	4.90
Tilt 90	2.11	2.39	2.76	2.98	3.26	3.18	3.75	3.99	3.39	2.55	2.16	2.05	2.88
OPT	6.53	5.95	5.11	4.33	4.16	3.86	4.61	5.34	5.66	5.83	6.44	6.77	5.38
OPT ANG	0.00	9.00	21.0	35.0	47.0	51.0	51.0	43.0	29.0	13.0	0.00	0.00	25.0

NOTE: Diffuse radiation, direct normal radiation and tilted surface radiation are not calculated when the clearness index (K) is below 0.3 or above 0.8.

[Parameter Definition](#)

Consumos:

Los electrodomésticos requeridos son los siguientes:

- 15 lámparas LED para la iluminación de la vivienda y un galpón.
- 1 TV color con convertidor para DIRECTV.
- 1 bomba de agua de 1 HP.

La potencia de cada electrodoméstico y la cantidad de horas que funcionen al día, se podrá calcular la energía requerida en Wh/día.

Estos datos se utilizarán en una planilla de cálculo para determinar la cantidad de módulos solares y baterías, según necesidad.

Planilla de Consumos						
Consumo	Cantidad	Tensión (V)	η conv. (0-1)	Potencia (W)	Encendido (h/día)	Energía (Wh/día)
Bomba de agua	1	220	0,9	745	0,5	413,9
TV color + conv. DIRECTV	1	220	0,9	180	2	400,0
Iluminación exterior galpón	2	12	1	30	2	120,0
Iluminación interior galpón	4	12	1	30	2	240,0
Iluminación exterior casa	2	12	1	15	2	60,0
Iluminación baño	1	12	1	10	2	20,0
Iluminación pasillo	1	12	1	10	1	10,0
Iluminación cocina comedor	3	12	1	15	4	180,0
Iluminación habitaciones	2	12	1	15	2	60,0
	0	1	1			0,0
	0	1	1			0,0
	0	1	1			0,0
Total sin pérdidas (Wh/día)						1503,9
Cp (0,88 a 0,86): Sociedad 5-15% // Batería: 10-20%			Coficiente de pérdida de corriente (Cp)			0,86
Total (Wh/día)						1748,7
Tensión de Trabajo del Sistema:		12 V	Demanda total (Ah/día)			145,7
0 - 500 W → 12V // 500 - 2000 W → 24V // 2 - 10 kW → 48V // >10 kW → >48V						
Electrodomésticos						
			Consumo diario no permanente	Días/sem.	Total (Ah)	
			Consumo eléctrico promedio (Ah):	1	145,7	
Módulo Fotovoltaico						
Mód. Fotov. seleccionado por I (A) y P (W)						
Marca y Modelo	Pot. (W)	Voltaje (V)	Corr. (A)	Hs. Insol.	Cant. (I)	Cant. (P)
Luxen Solar LNSE-260P	310,0	36,4	8,52	3,83	4,5	1,5
Horas diarias de insolación a 1000 W/m ² (zona centro): 4,19 (promedio) // 5 (verano) // 3,5 (invierno)						
Batería						
Tipo: Gel, AGM, Electrolito, etc						
Marca y Modelo	Cap. (Ah)	Voltaje (V)	Ciclos	Descarga	Aut. (días)	Cantidad
Ultracell UL100-12	100,0	12,0	1200,0	50,0%	2,00	5,8
Trojan T105plus	207,0	6,0	800,0	50,0%	2,00	5,6
Capacidad de Batería (Ah) sin tener en cuenta la tensión del módulo fotovoltaico: 12V bat. p/ 17-18V mod. fot.						

Tensión de cada aparato

Horas que van a funcionar por día

Potencia de cada aparato

Energía necesaria

Corriente en Ah

Cantidad de paneles

Días de autonomía

Horas de Insolación

Cantidad de baterías

Datos de catálogo de la batería

Planilla de Consumos						
Consumo	Cantidad	Tensión (V)	η conv. (0-1)	Potencia (W)	Encendido (h/día)	Energía (Wh/día)
Bomba de agua 1 HP	1	220	0,9	745	0,5	413,9
TV color + conv. DIRECTV	1	220	0,9	180	2	400,0
Iluminación exterior galpón	2	12	1	30	2	120,0
Iluminación interior galpón	4	12	1	30	2	240,0
Iluminación exterior casa	2	12	1	15	2	60,0
Iluminación baño	1	12	1	10	2	20,0
Iluminación pasillo	1	12	1	10	1	10,0
Iluminación cocina comedor	3	12	1	15	4	180,0
Iluminación habitaciones	2	12	1	15	2	60,0
Total sin pérdidas (Wh/día)						1503,9
Cp (0,68 a 0,86): Sociedad 5-15 % // Bateria: 10-20%						Coficiente de pérdida de corriente (Cp) 0,86
Total (Wh/día)						1748,7
Tensión de Trabajo del Sistema: 12 V		Demanda total (Ah/día) 145,7				
0 - 500 W → 12V // 500 - 2000 W → 24V // 2 - 10 kW → 48V // >10 kW → >48V						
TTS		d		Consumo diario no permanente		
				Días/sem.		Total (Ah)
				1		145,7
Módulo Fotovoltaico						
Mód. Fotov. seleccionado por I (A) y P (W)						
Marca y Modelo	Pot. (W)	Voltaje (V)	Corr. (A)	Hs. Insol.	Cant. (I)	Cant. (P)
Luxen Solar LNSE-260P	310,0	36,4	8,5	3,83	4,5	1,5
	0,0					
	0,0					
	0,0					
Horas diarias de insolación a 1000 W/m ² (zona centro): 4,13 (promedio) // 5 (verano) // 3,5 (invierno)						
Batería						
Tipo: Gel, AGM, Electrolito, etc						
Marca y Modelo	Cap. (Ah)	Voltaje (V)	Ciclos	Descarga	Aut. (días)	Cantidad
Ultracell UL100-12	100,0	12,0	1200,0	50,0%	2,00	5,8
Trojan T105plus	207,0	6,0	800,0	50,0%	2,00	5,6
Capacidad de Batería (Ah) sin tener en cuenta la tensión del módulo fotovoltaico: 12V bat. pl 17-18V mod. fot.						

Equipamiento seleccionado:

Inversor: será con regulador incorporado del tipo MPPT. La potencia más crítica que debe abastecer es la bomba (745 W), la cual se puede multiplicar varias veces en un arranque. A su vez, contemplar simultaneidad con otros equipos en funcionamiento.

Se selecciona el inversor marca “MPP Solar 1212”:

- Potencia entregada: 1,2 kW.
- Potencia pico entregada: 2,4 kW.
- Tensión entrada: 12 Vcc.
- Rendimiento: 93%.
- Potencia solar máxima: 500W.
- Corriente de carga máxima: 40A.
- Tensión de entrada FV máxima: 100V.
- Rango MPPT: 18 – 80 Vcc.

PIP-MS/MSX Series	1212	824	1624	2424	2424
ELECTRICAL SPECIFICATIONS					
Continuous Output	1.2KW	800W	1.6KW	2.4KW	2.4KW
Surge Rating	5 seconds max, 2X				
Input Power Factor	0.8				
Input Voltage Range	90~280VAC (Appliance mode), 170~280V				
Input/Output Frequency	50Hz / 60Hz				
Output Voltage	230VAC±5%				
Output Waveform	Pure Sine Wave				
Output Regulation	< 3% RMS for battery voltage				
Peak Efficiency	93%	91%			
Nominal DC Voltage	12V			24V	
Max DC Voltage	16V			31V	
Transfer Time (2 Modes)	<10ms (UPS mode), <20ms (Appliance mode)				
Charging Mode	3-stage				
Boost Voltage (Flooded, MF)	14.6V/14.1V			29.2V/28.2V	
Float Voltage	13.5V			27.0V	
Max AC Charging Current	60A	10-20A		20-30A	
No Load Power Consumption	<20W			<25W	
Power Saving Consumption	<10W			<10W	
Solar Charger					
Max PV Input / Output	500W		600W		
Max Charging Current	40A		25A		
Max PV Input Voc, MPPT Range	100V, 18~80V		75V, 30~66V		145V
Algorithm	MPPT				

Módulos FV: se utilizarán 2 módulos Luxen Solar 310 Wp, mono o poli cristalino.

Por las características de entrada solar que permite el inversor, los módulos pueden conectarse en serie ($V_p = 72,8 \text{ V}$ e $I_p = 8,52 \text{ A}$) o en paralelo ($V_p = 36,4 \text{ V}$ e $I_p = 17,04 \text{ A}$)

Características del módulo:

- $V_{oc} = 44,9 \text{ V}$
- $I_{sc} = 9,09 \text{ A}$
- $V_p = 36,4 \text{ V}$
- $I_p = 8,52 \text{ A}$

2 módulos suman 620 Wp:

6 / 72 Cells

MONO

STC	300W	305W	310W	315W	320W
Maximum Power (P_{max})	300W	305W	310W	315W	320W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	44.6V	44.8V	44.9V	45.1V	45.3V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.87A	8.97A	9.09A	9.13A	9.17A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	36.1V	36.3V	36.4V	36.5V	36.7V
Current at Maximum Power (I_{mp})	8.31A	8.40A	8.52A	8.63A	8.72A
Module Efficiency (%)	15.51%	15.77%	16.03%	16.28%	16.54%

STC Irradiance: 1000 W/m², module temperature: +25°C, AM=1.5, Best in Class AAA solar simulator (IE C60 904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

POLY

STC	295W	300W	305W	310W	315W
Maximum Power (P_{max})	295W	300W	305W	310W	315W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	44.5V	44.6V	44.8V	44.9V	45.1V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.74A	8.84A	8.94A	9.06A	9.16A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	35.9V	36.1V	36.3V	36.4V	36.6V
Current at Maximum Power (I_{mp})	8.22A	8.31A	8.40A	8.52A	8.61A
Module Efficiency (%)	15.25%	15.51%	15.77%	16.03%	16.28%

Mechanical Characteristics		Operating Module Temperature	
Solar Cell	156x156mm (6inches)	Operating Module Temperature	-40°C to +85°C
No. of Cells	72 (6 x 12)	Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC) / 600V DC (UL)
Dimensions	1950x 992 x 40mm	Maximum Series Fuse Rating	15 A
Weight	23.0kgs	Power Tolerance	0/+5W
Front	Glass 3.2 mm tempered glass	Temperature Characteristics	
Frame	Anodized aluminium alloy	Nominal Operating Cell Temperature (N_{oc})	45±2°C
Junction Box	IP65/IP67 rated (3 bypass diodes)	Temperature Coefficient of P_{max}	-0.44 %/°C
Output Cables	TUV (2Pfg1 169-200 7),	Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.33 %/°C
	UL 4703, 4.0 mm ² ,	Temperature Coefficient of I_{sc}	0.055 %/°C
Connectors	symmetrical length	Packing Configuration	
	(-) 900mm and (+) 900mm	Container	20' GP 40' GP
Mechanical load test	5400Pa	Pieces per pallet	26 26
		Pallets per container	10 22
		Pieces per container	260 572

Technical drawing of the solar module showing dimensions and section A-A. Key dimensions include: 1950mm height, 992mm width, 40mm thickness, 942±1mm mounting hole spacing, and 280±1mm junction box height. Section A-A shows the module's profile with a 36mm depth.

Baterías: se deben utilizar 6 baterías:

- Ultracell de 100 Ah – 12 V de gel (en C10), sin mantenimiento.
Todas en paralelo: 600 Ah – 12 V.
- Trojan T-105 de 207 Ah – 6 V electrolito líquido (en C10), con mantenimiento.
Series de 2 baterías, puesta en 3 paralelos: 621 Ah – 12 V.

UCG 100-12
12V 100AH
Deep Cycle Gel

Ultracell®
Quality in Every Language

UCG100-12



Physical Specification

Part Number:	UCG100-12
Length:	328 ± 2 mm
Width:	173 ± 2 mm
Container Height:	212 ± 2 mm
Total Height (with terminal):	232 ± 2 mm
Approx Weight:	Approx 30.4kg

Specifications

	Normal Voltage	12V
	Normal Capacity (10HR)	100AH
Terminal Type	Standard Terminal	F10
	Optional Terminal	F11
Container Material	Standard Option	ABS
	Flame Retardant Option (FR)	UL94:VO
Rated Capacity	104.0 AH/5.20A	(20hr, 1.80V/cell, 25°C / 77°F)
	100.0 AH/10.0A	(10hr, 1.80V/cell, 25°C / 77°F)
	88.0 AH/17.6A	(5hr, 1.75V/cell, 25°C / 77°F)
	76.2 AH/25.4A	(3hr, 1.75V/cell, 25°C / 77°F)
	63.8 AH/63.8A	(1hr, 1.60V/cell, 25°C / 77°F)
Max Discharge Current	1000A (5s)	
Internal Resistance	Approx 5.9mΩ	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -20 ~ 55°C (-4 ~ 131°F) Charge: 0 ~ 40°C (32 ~ 104°F)



DATA SHEET

T-105 PLUS

MODEL **T-105 Plus with Flip Top**
 VOLTAGE **6**
 MATERIAL **Polypropylene**
 DIMENSIONS **Inches (mm)**
 BATTERY **Deep-Cycle Flooded/Wet Lead-Acid Battery**
 COLOR **Maroon**
 WATERING **N/A**



6V

PRODUCT + PHYSICAL SPECIFICATIONS

RO Group Size	Type	Voltage	Cell(s)	Terminal Type ⁶	Dimensions ⁷ Inches (mm)			Weight Lbs. (kg)
					Length	Width	Height ⁷	
CC2	T-105 Plus	6	3	1, 2, 3	10.30 (262)	7.11 (181)	11.07 (281)	62 (28)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Cranking Performance		Capacity ⁸ Minutes		Capacity ⁸ Amp-Hours (AH)					Energy (Wh)	Internal Resistance (mΩ)	Short Circuit Current (amps)
CCA ⁹ @ 0°F (-18°C)	CA ⁸ @ 32°F (0°C)	@ 25 Amps	@ 75 Amps	5-Hr	10-Hr	20-Hr	100-Hr	100-Hr			
—	—	447	115	185	207	225	250	1.50	—	—	

CHARGING INSTRUCTIONS

Charger Voltage Settings (at 77°F/25°C)					
System Voltage	6V	12V	24V	36V	48V
Bulk Charge	7.41	14.82	29.64	44.46	59.28
Float Charge	6.75	13.50	27.00	40.50	54.00
Equalize Charge	8.10	16.20	32.40	48.60	64.80

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.

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

Add	Subtract
-----	----------

STATE OF CHARGE MEASURE OF OPEN-CIRCUIT VOLTAGE

Percentage Charge	Specific Gravity	Cell	6 Volt
-------------------	------------------	------	--------