

PANELES SOLARES. CALCULO DE LA CAPACIDAD BATERÍAS PARTE 2

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. Generalidades.

Los paneles solares o placas fotovoltaicas generan electricidad en las horas donde la luz solar es más intensa, no obstante, cuando nos encontramos en horas cuando el sol se está poniendo, saliendo o durante la noche, la generación de energía de los paneles solares es nula.

Para almacenar la energía y utilizarla en las horas de poca generación solar las instalaciones solares fotovoltaicas emplean bancos de baterías o también llamados acumuladores para contrarrestar los periodos de poca o nada producción de energía a través del sol.

Las baterías, también llamado acumuladores solares o fotovoltaicos, se utilizan para almacenar la energía eléctrica generada por el sistema de generadores fotovoltaicos, con objeto de disponer de ella en periodos nocturnos o en aquellas horas del día que no luzca el sol.

Se entra en un ciclo de carga y descarga de la batería, en función de las horas del día, las baterías se cargan con la energía procedente de los paneles fotovoltaicos, por eso se dice que son baterías reversibles (carga y descarga).

2. Bancos de baterías para paneles solares.

En la mayoría de las instalaciones solares, los sistemas de acumulación de energía están conformados por grupos de baterías, conectadas en bien sea en serie o en paralelo de acuerdo al requerimiento del sistema solar, a objeto de

satisfacer las necesidades, bien de voltaje o de la capacidad que sea demandada.

A través del conexionado en serie de baterías se consigue aumentar el voltaje final respecto al voltaje de servicio que cada batería por sí sola puede ofrecer, en la figura 1 se puede apreciar una conexión de baterías en serie.

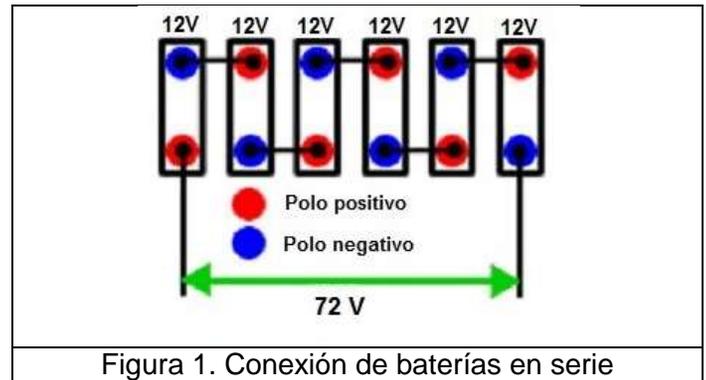


Figura 1. Conexión de baterías en serie

Con el conexionado en serie de varias baterías se debe conectar el borne negativo de cada batería con el positivo de la siguiente, así sucesivamente.

El voltaje que proporciona el conjunto es igual a la suma de las contribuciones de cada batería de forma individual, en la figura 2 se puede apreciar una conexión de baterías en paralelo.

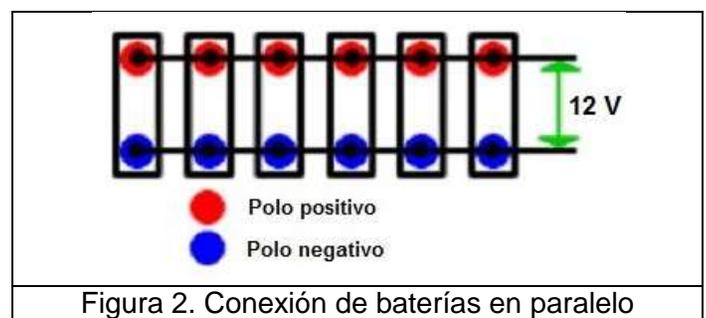


Figura 2. Conexión de baterías en paralelo

Cuando las conexiones de baterías son realizadas en paralelo se logra aumentar la capacidad de suministro del conjunto, lo que denominamos autonomía, esto se obtiene sumando la capacidad nominal de cada batería, manteniendo el mismo voltaje individual de cada batería.

Es importantes tener presente que toda batería empleada en sistemas solares deberá estar etiquetada, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Nombre del fabricante
- Número de serie.

Generalmente a la asociación de un grupo de baterías a menudo se le denomina banco de baterías o simplemente acumulador.

En la siguiente tabla se indica el nivel del voltaje del panel solar o módulo fotovoltaico en función de las necesidades de consumo de potencia que se demande una instalación fotovoltaica.

| Potencia demandada vatios | Voltaje de trabajo del sistema fotovoltaico en voltios |
|---------------------------|--|
| < de 1500 W | 12V |
| Entre 1500 W y 5000 W | 24V ó 48V |
| > 5000 W | 120V ó 300V |

5. Calculo de la Batería solar

Para calcular la batería o el banco de baterías de una instalación solar, los parámetros importantes para su dimensionamiento son la máxima profundidad de descarga tanto estacional como diaria y la cantidad de días de autonomía.

La capacidad de almacenamiento de energía de una batería viene expresada en AmperiosHora, no obstante, normalmente de la instalación se conoce que debemos alimentar un consumo diario que viene expresado en Vatioshora / día.

Por lo tanto, debemos pasar los wh/día a Amperiohora. Si dividimos la potencia entre el voltaje de trabajo de la instalación obtenemos los amperiohora que requerimos para suministrar a

través de la batería ese consumo diario a la instalación, de donde:

$$\text{Consumo diario de la Instalación} = W \times h \text{ al día}$$

$$\text{Como Potencia} = V \times I$$

Despejando I tenemos:

$$w \times h / V = \text{AmperioHora} / \text{al día}$$

Con esta capacidad tendríamos suficiente energía almacenada en la batería o banco de baterías solo para 1 día. Si queremos almacenar carga para más días, tendremos que multiplicar por la cantidad de días.

Normalmente, para una instalación solar de uso diario se toman por 4 días, si se trata de una instalación para fines de semana se multiplica por 2 días. No obstante, es potestad del diseñador establecer los días de autonomía del sistema.

Recuerden que las baterías en sistemas solares no se pueden descargarse totalmente, luego la capacidad de la batería también dependerá de la profundidad de descarga que requerimos para la batería o conjunto de baterías.

Las baterías para sistemas solares fotovoltaicos se deben dimensionar partiendo del consumo diario, los días de autonomía, la profundidad de descarga y el voltaje de operación.

La fórmula para el cálculo de la capacidad de una batería en Ah es como sigue:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{consumo diario} \times \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga} \times \text{voltaje}} \times 1,15$$

Se multiplica por 1,15 para considerar un 15% de perdidas por temperatura, rendimiento de los equipos, entre otras.

Para ilustrar lo anterior realizaremos un ejemplo, supongamos una instalación con el siguiente consumo diario:

| Descripción | Número | P(W) | h/día | Energía (Wh/día) |
|--|--------|------|-------|------------------|
| Cargador de móvil | 2 | 10 | 3 | 60,00 |
| Bomba | 1 | 1000 | 1 | 1.000,00 |
| TV | 1 | 130 | 3 | 390,00 |
| Iluminación luz LED | 10 | 9 | 5 | 450,00 |
| Nevera | 1 | 150 | 24 | 3.600,00 |
| Aire acondicionado | 2 | 350 | 5 | 3.500,00 |
| Microondas | 1 | 1000 | 0,5 | 500,00 |
| Lavadora | 1 | 1000 | 1 | 1.000,00 |
| Consumo total instalación en wh/día | | | | 10.500 |

Supongamos que se trata de una vivienda de fin de semana, en tal sentido, vamos a considerar 2 días de autonomía. Si fuese para uso diario consideramos la batería o banco de baterías con una autonomía para 4 días.

Comencemos estableciendo la profundidad de descarga, para los cálculos si tenemos una batería de GEL, AGM o estacionaria podemos considerar una profundidad de descarga del 70%. Tenga presente que las baterías de GEL y AGM pueden soportar profundidades de descarga mayores.

Para nuestro ejemplo emplearemos una batería con un 70% de profundidad de descarga.

El voltaje de la batería o banco de baterías puede ser de 12V, 24V o 48V. Para nuestra instalación destinaremos una batería de 12V.

Con estos datos calculamos y con los asumidos aplicamos la fórmula la capacidad de la batería para obtener su capacidad:

El siguiente paso consiste en multiplicar el consumo total obtenido antes por los días de autonomía que se establecieron, es decir, 2 días

que normalmente varía dependiendo de la situación geográfica o requerimientos especiales.

El criterio de diseño no es igual para cualquier ubicación geográfica ya que hay lugares más lluviosos o nublados que otros y en estos sitios se requieren mayor cantidad de días de autonomía.

Continuando con el ejemplo, se han considerado 2 días de autonomía, para un sistema de fin de semana donde:

$$10.500 \text{ wh/día} \times 2 \text{ días} = 21.000 \text{ Wh}$$

Obtenido el resultado de la capacidad requerida en Wh, procedemos a multiplicar este resultado por 2, de esta forma, garantizamos que no superaremos el 50% de capacidad cuando se descarga la batería, debido a que de superar este porcentaje habitualmente se reduce drásticamente la vida útil de la batería, calculando tenemos:

$$21.000 \text{ Wh} \times 2 = 42.000 \text{ Wh}$$

Debido a que los fabricantes de baterías ofrecen la capacidad de baterías en Ah. Requerimos realizar la transformación de la capacidad que se ha obtenido en Wh a Ah.

En este momento dependiendo del voltaje que se haya seleccionado para la operación del sistema solar a instalar. El cálculo para nuestro ejemplo sería el siguiente:

Para sistemas de 12V

$$42.000\text{Wh} / 12\text{V} = 3.500\text{Ah}$$

Para sistemas de 24V

$$42.000\text{Wh} / 24\text{V} = 1.750\text{Ah}$$

Para sistemas de 48V

$$42.000\text{Wh} / 48\text{V} = 875\text{Ah}$$

Este cálculo determina la capacidad necesaria de las baterías o banco de baterías en función del voltaje de los diferentes sistemas que se pueden seleccionar, con el fin de proporcionar la energía necesaria proveniente de baterías en caso de que las condiciones climatológicas no sean favorables.

Para nuestro ejemplo habíamos asumido un voltaje de 12V, por lo tanto la capacidad de las baterías o del banco de baterías será de 3.500 Ah.

Ahora veremos otra forma de realizar el cálculo aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{consumo diario} \times \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga} \times \text{voltaje}} \times 1,15$$

Sustituyendo valores

$$\text{Capacidad} = \frac{10.500 \text{ wh/día} \times 2 \text{ días}}{0,5 \times 12\text{V}} \times 1,15$$

$$\text{Capacidad} = 3.500 \text{ Ah} \quad \times 1,15$$

Fijense que se obtiene el mismo valor de 3.500 Ah pero sin tener presente el factor de corrección por la eficiencia de los equipos, recuerde que este factor va en función de los elementos que componen el sistema solar y a menudo se ubica en un 15%.

$$\text{Capacidad} = 4.025 \text{ Ah}$$

Sobre la base de los resultados, seleccionamos la batería o banco de baterías con la capacidad más cercana al valor en Ah calculado por exceso.

Comercialmente podemos encontrar baterías que aplican al ejemplo anterior, en la figura 3 se

aprecia una de ellas. Con la cual se conforma el banco de baterías del ejemplo anterior.



Figura 3. Batería solar 24V 2000Ah OPZS

Batería Solar 24V 2000Ah 16 OpzS transparente compuesta por 12 vasos solares. Esta batería está diseñada para aplicaciones de energía solar o estacionaria. Su capacidad de descarga es de (2180 Ah c10) y (3000 Ah c100).

Las baterías OpzS son las más utilizadas en aplicaciones solares, tienen una larga vida útil y pueden proporcionar grandes cantidades de energía. Este modelo OpzS es el más utilizado para grandes instalaciones.

La Batería solar 24V 2000Ah OpzS está diseñada para aplicaciones de energía solar o estacionarias. Su capacidad de descarga es de (2180 Ah c10) y (3000 Ah c100).

Cuenta con un recipiente transparente, lo que nos permite ver el interior de la batería y su reserva de agua en la parte superior del elemento permite una reserva de agua superior a la de otros modelos con lo cual el mantenimiento de esta batería será una vez por año aproximadamente.

La Batería solar 24V 2000Ah Opzs se distinguen por:

- su alta capacidad
- larga vida media
- mantenimiento reducido
- baja autodescarga
- control del nivel de ácido sencillo y rápido
- bajo nivel de consumo de agua
- dimensiones y pesos ajustados
- la más baja y constante corriente de flotación

Los elementos OPZS están contenidos en recipientes fabricados en estireno acrilonitrilo (SAN), un material que es extraordinariamente resistente a las influencias electro químicas y a los daños mecánicos.

Otro ejemplo práctico para ilustrar cómo calcular cuántas baterías solares requerimos sería.

Calculemos el sistema de baterías de plomo ácido para una vivienda que necesita una autonomía de 3 días de consumo.

Para resumir, partamos que tenemos ya determinado el consumo de todos los equipos que se encuentran en la vivienda y ya hemos obtenido el consumo que debemos alimentar, el cual es de 10 kWh por día. Tenga en cuenta:

- Días de autonomía = 4.
- Profundidad de descarga: para baterías de plomo-ácido (50%) dividido por 0,5 (para otros valores, como por ejemplo un 80%, dividirías por 0,8).
- Factor de corrección = 1,2 para plomo ácido.

La fórmula para el cálculo de la capacidad de una batería en Ah es como sigue:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{consumo diario} \times \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga} \times \text{voltaje}} \times 1,20$$

Se multiplica por 1,20 para considerar un 20% de pérdidas por temperatura, rendimiento de los equipos, entre otras.

Sustituyendo valores

$$\text{Capacidad} = \frac{10.000 \text{ wh/día} \times 4 \text{ días}}{0,5 \times 12V} \times 1,20$$

$$\text{Capacidad} = 6.667 \text{ Ah} \quad \times 1,20$$

Fíjense que se obtiene el mismo valor de 6.667 Ah pero sin tener presente el factor de corrección por la eficiencia de los equipos, recuerde que este factor va en función de los elementos que componen el sistema solar y a menudo se ubica en un 20%.

$$\text{Capacidad} = 8.000 \text{ Ah}$$

Sobre la base de los resultados, seleccionamos la batería o banco de baterías con la capacidad más cercana al valor en Ah calculado por exceso.

Hemos calculado para baterías de 12 voltios: 8.000 Amperios hora

Haciendo el mismo cálculo para un voltaje de 24 voltios se obtiene sustituyendo valores:

$$\text{Capacidad} = \frac{10.000 \text{ wh/día} \times 4 \text{ días}}{0,5 \times 24V} \times 1,20$$

$$\text{Capacidad} = 3.334 \text{ Ah} \quad \times 1,20$$

Haciendo el mismo cálculo para un voltaje de 48 voltios se obtiene sustituyendo valores:

$$\text{Capacidad} = \frac{10.000 \text{ wh/día} \times 4 \text{ días}}{0,5 \times 48V} \times 1,20$$

$$\text{Capacidad} = 1.667 \text{ Ah} \quad \times 1,20$$

Como se puede constatar de los cálculos, la batería o banco de baterías que se requiere estará en función del voltaje que se emplee en el sistema fotovoltaico.

Veamos un tercer ejemplo para uso diario.

Supongamos una instalación con un consumo diario de 6.500 Wh/día y que la usaremos a diario con una autonomía de 4 días, y hemos optado por no superar nunca el 20% de su profundidad de descarga, con un voltaje de operación de 24V.

La fórmula para el cálculo de la capacidad de una batería en Ah es como sigue:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{consumo diario} \times \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga} \times \text{voltaje}} \times 1,20$$

Se multiplica por 1,20 para considerar un 20% de pérdidas por temperatura, rendimiento de los equipos, entre otras.

Sustituyendo valores

$$\text{Capacidad} = \frac{6.500 \text{ wh/día} \times 4 \text{ días}}{0,2 \times 24V} \times 1,20$$

$$\text{Capacidad} = 5.417 \text{ Ah} \quad \times 1,20$$

Fíjense que se obtiene el mismo valor de 4.417 Ah pero sin tener presente el factor de corrección por la eficiencia de los equipos, recuerde que este factor va en función de los elementos que

componen el sistema solar y a menudo se ubica en un 20%.

En definitiva con el factor de corrección tenemos que la batería requerida sería:

$$\text{Capacidad} = 6.500 \text{ Ah}$$

A continuación encontraran una tabla con estimaciones del consumo anual de una vivienda en condiciones normales:

| Consumo promedio de electricidad en una vivienda por año | |
|---|--------------------------|
| Cantidad de habitantes | Consumo anual KWh |
| 1 | 1.800 |
| 2 | 2.700 |
| 3 | 3.500 |
| 4 | 4.150 |
| 5 | 4.900 |
| Consumo anual típico | 3.500 KWh |

Recuerda que es anual y que viene expresado en Kw, por lo tanto para pasar a wh/día debemos multiplicar por 1.000 y dividir la cantidad entre 365 días.

Hagamos un ejemplo aplicando los datos obtenidos de la tabla anterior.

Nos indican que calculemos el consumo anual típico de una vivienda:

$$\text{Consumo diario} = 3.500 \times 1.000 / 365 = 9.589 \text{ wh/día}$$

Ahora ilustremos como se obtendría la capacidad de una batería necesaria para una instalación solar, presumanos una vivienda con una potencia requerida de 9.589Wh/día y se desea colocar un sistema de energía solar fotovoltaica de

autoconsumo a 24V, autonomía de 2 días para la misma potencia.

Calculamos la intensidad que debe suministrar la batería. La fórmula para el cálculo de la capacidad de una batería en Ah es como sigue:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{consumo diario} \times \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga} \times \text{voltaje}} \times 1,15$$

Se multiplica por 1,20 para considerar un 20% de pérdidas por temperatura, rendimiento de los equipos, entre otras.

Profundidad de descarga de 50%

Sustituyendo valores

$$\text{Capacidad} = \frac{9.589 \text{ wh/día} \times 2 \text{ días}}{0,5 \times 24\text{V}} \times 1,15$$

$$\text{Capacidad} = 1.598 \text{ Ah} \quad \times 1,15$$

$$\text{Capacidad} = 1.838 \text{ Ah}$$

Sobre la base de los resultados, seleccionamos la batería o banco de baterías con la capacidad más cercana al valor 1.838 Ah calculado por exceso.