

PANELES SOLARES CALCULO DE INSTALACION CON PANEL SOLAR

Boletín técnico N°75
Parte 2

Ing. Gregor Rojas

PANELES SOLARES. Cálculo de instalación fotovoltaica

PARTE 2

Por:

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

1. Generalidades.

El dimensionamiento preciso de una instalación solar fotovoltaica constituye un proceso fundamental para garantizar la eficiencia energética, la rentabilidad económica y la confiabilidad operativa del sistema.

Una correcta metodología de cálculo permite seleccionar adecuadamente los módulos fotovoltaicos, inversores, estructuras de soporte, conductores, protecciones eléctricas y sistemas de almacenamiento, asegurando que la generación de energía se adecue a la demanda prevista y a las condiciones ambientales específicas del emplazamiento.

En este boletín técnico se dará continuidad al boletín técnico 74, en tal sentido, es recomendable ver primero el boletín anterior para llevar la secuencia de la información.

En esta continuación se abordarán los criterios esenciales y las fórmulas de cálculo necesarias para el diseño de sistemas solares fotovoltaicos, considerando parámetros como radiación solar incidente, orientación e inclinación de los módulos, pérdidas por temperatura, eficiencia de conversión, autonomía requerida y factores de seguridad. Asimismo, se incluirán ejemplos prácticos y consideraciones normativas que optimicen el rendimiento global de la instalación.

La finalidad de este documento es proporcionar a ingenieros, técnicos y proyectistas una guía técnica que sirva como referencia en el desarrollo

de proyectos solares fotovoltaicos, contribuyendo así a la implementación de soluciones energéticas sostenibles y técnicamente sólidas.

Conexión de las paneles fotovoltaicos

En nuestra instalación los paneles solares seleccionados operan a 24V, mientras que nuestra instalación fotovoltaica lo hace a 48V.

Si se requiere una instalación que opere a 48V, como es el caso, tenemos que realizar una asociación en serie de grupos de dos paneles solares para que se sumen sus voltajes y obtengamos 48V.

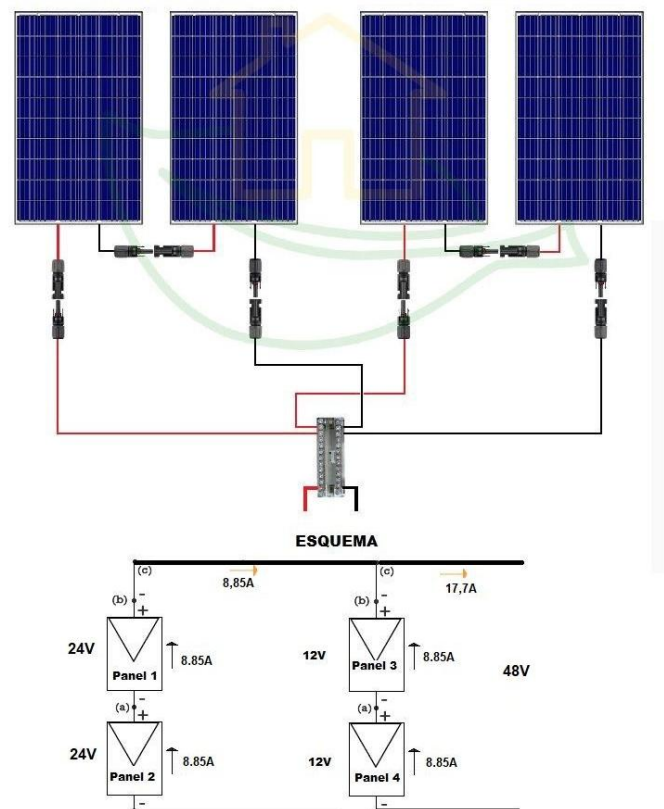


Figura 4 Paneles solares conectados en arreglo serie-paralelo

Esto se puede hacer así o elegir directamente paneles de 48V. Es importante tener presente que los paneles solares conectados en serie se suman los voltajes y en los paneles solares conectados en paralelo se suman las intensidades.

Es importante resaltar que las asociaciones de paneles fotovoltaicos conectados en serie se les denominan string.

En la figura 4 podemos observar este tipo de arreglo conformado por dos grupos de paneles solares interconectados en serie 24V cada uno lo que suman 48 VDC y paralelo.



Figura 5 Panel solar con Impp de 8.85 amp

Para nuestro ejemplo colocaríamos 5 ramas en paralelo, con 2 paneles solares conectados en serie en cada rama.

Para el calculo de las intensidades de cortocircuito (Isc) sería lo mismo, sumando las Isc de cada una de las ramas en paralelo.

En nuestros paneles solares coinciden las Isc con las Imp, luego sería lo mismo.

Como disponemos de 5 ramales conectados en paralelo, implica que $I_{sc-total} = I_{mp-total}$, por lo tanto, $8,85 \times 5 = 44,25A$

2.1.6 Quinto Paso:

Calculo de Baterías

La capacidad de las baterías viene expresada en AmperiosHora que pueden almacenar. Otro dato importante es establecer los días de autonomía,

Ing. Gregor Rojas

es decir, los días en que la instalación puede funcionar solo con la energía almacenada en las baterías.

Para instalaciones de uso de fin de semana donde se emplean para solo 2 días, se usa 2 días de autonomía, para las instalaciones de uso diario, es decir, todos los días de la semana, con frecuencia se colocan 2, 3 o 4 días de autonomía, pero este dato depende de la instalación y de las exigencias de cada usuario.

En las baterías de Litio generalmente viene indicada directamente la energía (consumo) que puede almacenar la batería en Kwh/día. De igual forma, en este tipo de baterías, normalmente viene la energía nominal y la real y con frecuencia varían significativamente. Tendremos que utilizar la real, es decir, que la real sea igual o mayor al consumo estimado anteriormente.

Como las baterías de Litio en la actualidad permanecen siendo costosas, la mayoría de las instalaciones utilizan baterías estacionarias OPzV (gel) u OpzS (ácido) y suelen venderse en vasos independientes y durar más de 15 años.

Para estos casos hay que conectar vasos en serie hasta que nos de el voltaje total de salida, en nuestra aplicación es de 48V lo cual representa 12 vasos.

La capacidad de todos los vasos en serie, es igual al de un solo vaso. En las baterías en serie solo se suman los voltajes.

Si al consumo diario lo dividimos entre el voltaje de operación, obtendríamos los Amperioshora/día, la unidad de capacidad de las baterías.

Con una batería de estos amperioshora tendríamos energía almacenada en la batería para un solo día de consumo. Si queremos almacenar energía para más días tendremos que multiplicar por el número de días que requerimos.

Es importante que tenga presente que el consumo diario = $wh = V \times I \times h$; si esta unidad la dividimos entre el voltaje obtenemos $I \times h$ o lo que es lo mismo los Amperios x hora al día.

Un factor muy importante a tener en cuenta es la profundidad de descarga. Esta profundidad de descarga o con siglas DOD es el tanto por ciento máximo del total de la batería que se puede descargar en un ciclo completo, es decir, cuando se carga y descarga.

En una instalacion fotovoltaica o ISFTV nunca se deberá descargar a más del 80% del total de la batería, ya que en caso contrario se reduciría mucho el tiempo de vida la batería.

Generalmente se coloca entre un 50% y un 80% de DOD. En las baterías de Litio se puede poner casi el 100%, pero lo recomendable es un 80% o 90%.

Para las baterías podemos recomendar que los AmperiosHoras o capacidad de la batería o baterías necesarias dependerá del número de días de autonomía que tiene que tener, si es para fin de semana 2 días, si es para uso diario 4 días, del DOD o profundidad de descarga, normalmente entre 0,5 y 0,8. Para el voltaje de operación 12V, 24V, 36V, etc.,. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

En esta formula se aplica un factor de 1.15 para considerar un 15% de perdidas por vefectos de la temperatura, rendimiento de los equipos, entre otras.

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Consumo diario} \times \text{Días de autonomia}}{\text{Profundidad de descarga} \times \text{voltaje}} \times 1.15$$

Entendiendo el consumo diario como el consumo total calculado anteriormente (el 100%).

En nuestra aplicación en resumen seria:

Consumo diario: 6.960 wh/día

Días de Autonomía: como es de uso diario 4 días.

Profundidad de Descarga de la Batería: el 60% = 0,6 para poner en la fórmula.

Voltaje: 48V

Por lo tanto, la capacidad de la batería sería aplicando la formula anterior:

$$\text{Capacidad de acumulación} = [(6.960 \times 4) / (0,6 \times 48)] \times 1,15$$

$$\text{Capacidad de acumulación} = 27.840/28,8 \times 1,15$$

Capacidad de acumulación = 1.111 Ah c100
seleccionaremos la más proxima a esta capacidad que se encuentre en el mercado.

El valor c100 indica que la capacidad de la batería será la suministrada por ciclos de carga de 100 horas, que es la frecuencia de carga normalmente establecida en electrificación rural.

2.1.7 Sexto Paso:

Calculo del Regulador de Carga

Este componente es el encargado de controlar la carga de la batería, ya que el inversor lo colocamos a la salida de la batería.

Este equipo debe ser capaz de regular potencias iguales a las de suministro máximo que en un momento determinado proceda de los paneles (carga), y la máxima que demanden los electrodomésticos (descarga), en caso contrario se destruiría.

Lo que se suele hacer por recomendación del IDAE es que sean capaces de aguantar un 25% más de la intensidad de cortocircuito de los generadores fotovoltaicos.

En resumen, se multiplica la Isc total por 1,25. Recuerda que era Isc-total del generador = 44,75A = Isc x N° de paneles en paralelo.

Intensidad de Carga del Regulador = $1,25 \times 44,75\text{amperios} = 55,93\text{A}$

Necesitamos un regulador de 48V con una intensidad de carga mayor de 56Amp y MPPT (con seguidor del punto de máxima potencia).

Es muy recomendable colocar proteccion termomagnetica o fusibles en la caja de conexiones de los paneles en cc con capacidad de corte igual a la intensidad total de cortocircuito del generador fotovoltaico. Además de otras funciones, protegería el regulador de sobrecargas.

Si conectáramos el inversor al regulador, en lugar de a las baterías, deberíamos calcular también la intensidad de consumo de la siguiente forma:

Intensidad de Consumo = $1,25 \times (\text{Consumo total en corriente alterna/voltaje en cc})$. En nuestra aplicación sería:

Intensidad de Consumo: $1,25 \times (3.500/48) = 91,2\text{A}$

Nota importante, a los bornes de cc del regulador generalmente conectan aparatos de cc para usar como cargador, no para conectar el inversor.

Cuando se requiere adquirir un regulador, en la placa de características del mismo viene la intensidad máxima que soporta a la entrada o intensidad máxima de carga, que es la máxima que puede recibir de los paneles, y la intensidad máxima de consumo, la máxima que puede suministrar a la instalación. Suelen coincidir los dos, aunque en algunos casos no es así.

2.1.8 Séptimo Paso:

Calculo del Inversor

Como todos sabemos, en una instalación solar fotovoltaica (ISFTV), el inversor es el aparato

encargado de convertir la corriente continua generada por la instalación, en corriente alterna igual a la de la red eléctrica, corriente alterna a 220V de valor eficaz de voltaje y 60Hz de frecuencia.

De esta forma podemos utilizar la energía generada para conectar los receptores habituales en VAC como TV, electrodomésticos, lámparas, etc.

Además en nuestro caso conectaremos el inversor a las baterías, por lo que debe de tener incorporado un controlador de la profundidad máxima de descarga de la batería hasta 60% tal y como estipulamos en los cálculos de la batería.

Debemos elegir un inversor cuya potencia nominal sea igual a la potencia que debe suministrar a las cargas que se van a conectar al inversor, y además, que tenga el mismo voltaje de entrada y salida que la instalación.

En nuestra aplicación debe ser capaz de soportar 3.500w y con voltaje de entrada de 48V y voltaje de salida a 220V.

Algo muy importante en el inversor es tener en cuenta que al enchufar electrodomésticos con motores, estos suelen tener picos de corrientes elevados en los arranques. Esto puede producir que se queme el inversor.

Para evitar esto se generalmente se sobredimensiona multiplicando por un factor de 1,25 la potencia de los electrodomésticos, es decir, un 25% más de la potencia prevista.

Aplicamos la sobredimensión = $3.500 \times 1,25 = 4.375\text{ vatios}$.

Para nuestra aplicación lo más lógico sería un inversor de 5.000 vatios de potencia nominal, con un voltaje de entrada de 48V y de salida a 220V a

60Hz de frecuencia. Por supuesto de onda senoidal en corriente alterna.

Nota Importante.

Colocar siempre fusibles o protección termomagnético entre la batería y el inversor para protegerlo. La intensidad de estos fusibles sería igual a la potencia del inversor dividida entre el voltaje.

Aplicado a nuestro caso tendríamos que $5.000\text{w}/48\text{V} = 104\text{Amp}$. Es preferible que se dispare el termomagnético o que se queme un fusible a que lo haga el inversor cuando se presente una sobrecarga o pico de corriente elevado.

Calculo de las Secciones de los Cables

En las instalaciones fotovoltaicas debe procurarse que todos los elementos estén lo más cerca posible unos de los otros para evitar que las caídas de voltajes en los conductores o cables generen problemas y sea la menor posible, por consiguiente la sección de los cables debe ser la menor posible.

En la figura 6 se pueden apreciar estos tipos de conductores empleados en los sistemas fotovoltaicos

Terminales para conectar los paneles

Una vez que tenemos la sección de los cables tendremos que elegir los terminales para unir los cables a nuestros paneles.



Figura 6 Terminales para sistemas solares

Estos terminales deben ser estanco para evitar la entrada de agua ya que generalmente están expuestos a la intemperie, es decir protegidos contra el agua, la humedad y también contra desconexiones accidentales.

Los terminales más utilizados son los llamados terminales TYCO y los MC3 o MC4. En la figura 6 se pueden apreciar estos tipos de terminales empleados en los sistemas fotovoltaicos.



Figura 6 Cables para sistemas solares