

## Manual para instalaciones fotovoltaicas autónomas

### Introducción

Hoy en día son muchos los soportes digitales que facilitan el trabajo de cálculo para todo tipo de instalaciones fotovoltaicas, introducimos los datos, pulsamos un botón y, listo, ya tenemos nuestra instalación calculada.

Hace mucho tiempo, un profesor me dió un valioso consejo: “Lo importante es saber de dónde salen las cosas”. Es decir, está muy bien que un programa nos haga todo el trabajo, pero siempre saldremos ganando si sabemos el por qué de las cosas. Nos enriquecerá conceptualmente y seguramente en más de una ocasión podremos mejorar la propuesta que nos haya dado un simple software de cálculo.

Ese es el objetivo de este manual, ofrecer una visión general sobre en qué consiste una instalación fotovoltaica autónoma, cuales son los elementos que suelen formar parte de ella y como hay que hacer el dimensionado de la misma, todo de un modo general y al mismo tiempo acompañado de conceptos importantes y un desarrollo relativamente minucioso del proceso de cálculo.

Esperamos que sea de su interés y sobre todo, de utilidad.

Mis agradecimientos en especial a Don Leocadio Hontoria por su inestimable ayuda para la redacción de este documento.

Firmado:

José A. Alonso Lorenzo

**“Ahorre en su factura de la luz,  
invierta en un futuro mejor”**



# Sistemas Fotovoltaicos Autónomos

## Nociones básicas sobre sistemas fotovoltaicos aislados

En primer lugar, antes de adentrarnos en el desarrollo del cálculo de un sistema fotovoltaico autónomo estándar, definiremos, a grandes rasgos, los equipos que componen dicho tipo de sistema.

Actualmente en España, a falta de una regulación para el autoconsumo que será realidad en los próximos meses, únicamente resulta rentable la construcción de una instalación fotovoltaica autónoma en viviendas aisladas que necesiten más de 700m de tendido eléctrico para abastecerse. Aunque esta cifra está descendiendo rápidamente gracias al abaratamiento de los componentes, sobre todo de los módulos fotovoltaicos, y pronto (se estima entre 2014-2015) será más rentable el autoconsumo fotovoltaico que la conexión a la red eléctrica, "Grid Parity".

Los sistemas fotovoltaicos autónomos más habituales (Fig. 1) son de poca potencia, habitualmente de entre 3 y 10 kWp pero también nos encontramos casos muy rentables como son el bombeo de agua, alimentación de equipos de medida, de telecomunicaciones, iluminación y señalización en lugares aislados etc.

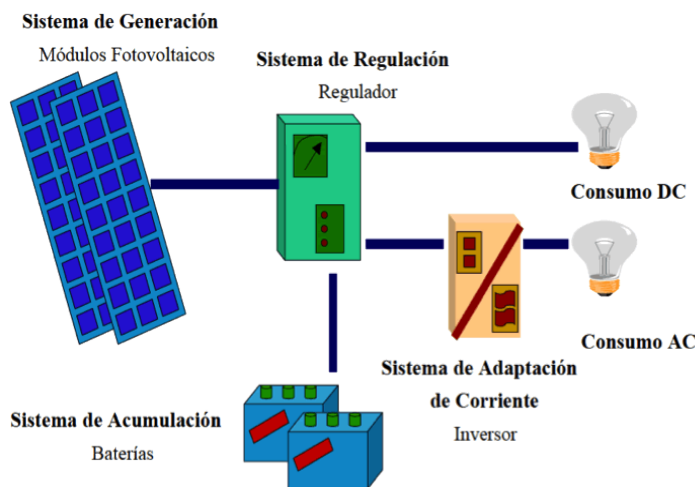


Fig. 1. Esquema básico instalación fotovoltaica autónoma

Los elementos fundamentales de un sistema fotovoltaico aislado son:

### Módulos Fotovoltaicos:

Serán los encargados de la generación eléctrica. Pueden ser de varios tipos, entre ellos, los más utilizados para este tipo de instalación son los paneles con tecnología monocristalina y policristalina. Los paneles solares monocristalinos y policristalinos, con uniones en serie de sus células, rondan los 12-18 voltios para uniones de 36 células y los 24-34 voltios para uniones de 72 células. Es importante fijarnos siempre en la curva I-V que proporciona cada fabricante en sus hojas técnicas y en la influencia de la temperatura en la corriente y tensión del módulo (Fig. 2). El aumento de temperatura hace aumentar ligeramente la corriente y en mayor medida, disminuir la tensión de salida del módulo.



## Regulador:

Se encarga de controlar la carga de las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas. De un modo sencillo, un regulador se puede entender como un interruptor, cerrado y conectado en serie entre paneles y batería para el proceso de carga y abierto cuando la batería está totalmente cargada. Las intensidades máximas de entrada y salida del regulador adecuado para cada aplicación dependerán de la corriente de máxima que pueda producir el sistema de generación fotovoltaico para la entrada y la corriente máxima de las cargas para la salida. Para tener en cuenta los posibles picos de irradiancia o los cambios de temperatura, es recomendable que, a la hora de escoger el regulador, sea aquel con un 15-25% superior a la corriente de cortocircuito que le puede llegar del sistema de generación fotovoltaico ( $I_{\text{entrada}}$ ) o bien, de la que puede consumir la carga del sistema ( $I_{\text{salida}}$ ). La elección del regulador será aquel que soporte la mayor de las dos corrientes calculadas.

## Baterías:

Se encargan de acumular la energía eléctrica generada por el sistema de generación fotovoltaico para poder disponer de ella en las horas del día que no luzca el sol. Las más recomendadas para este tipo de instalaciones son las estacionarias de plomo ácido, con vasos de 2V cada uno, que se dispondrán en serie y/o paralelo para completar los 12, 24 o 48 Vcc que sea adecuado en cada caso.

El criterio que podemos utilizar a la hora de escoger el nivel de voltaje del módulo fotovoltaico 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 tipo de baterías pueden permanecer largos periodos de tiempo cargadas y soportar descargas profundas esporádicamente. Para definir el tamaño necesario de las baterías es necesario tener en cuenta un par de parámetros:

**Profundidad de descarga máxima**, qué es el nivel máximo de descarga que se le permite a la batería antes de la desconexión del regulador, para proteger la duración de la misma. Las profundidades de descarga máximas que se suelen considerar para un **ciclo diario** (profundidad de descarga máxima diaria) están en torno al 15-20%. Para el caso del **ciclo estacional**, qué es el número máximo de días que podrá una batería estar descargándose sin recibir los módulos radiación solar suficiente, están en torno a 4-10 días y un profundidad de descarga del 70% aproximadamente. En instalaciones fotovoltaicas no se buscan descargas agresivas, sino más bien progresivas, por esta razón las baterías a utilizar suelen ser con descarga de 100 horas ( $C_{100}$ ), pues cuanto más intensa es la descarga de una batería menos energía es capaz de suministrar. Además, se suelen especificar con tiempos de descarga de 100 horas por que al hablar de tiempos de autonomía de 5 o más días la descarga se produciría en, por ejemplo,  $24 \times 5 = 120h$ , y por defecto, se escogen entonces las 100 horas.



## Inversor u Ondulador:

Si las cargas que debemos alimentar son a 230Vac, necesitaremos un equipo que transforme la corriente continua procedente del regulador en corriente alterna para alimentar las cargas. Esta es la función del inversor. A la hora de dimensionar el inversor, se tendrá en cuenta la potencia que demanda la suma de todas las cargas AC en un instante, de este modo se elegirá un inversor cuya potencia sea un 20% superior a la demandada por las cargas, suponiendo su funcionamiento al mismo tiempo.

## Procedimiento para el Cálculo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo

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 irradiancia solar constante de 1000 W/m<sup>2</sup>. Es decir, una hora solar pico "HPS" equivale a 1kWh/m<sup>2</sup> o, lo que es lo mismo, 3.6 MJ/m<sup>2</sup>. 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<sup>2</sup>.

En este punto, hay que hacer un apunte importante:

**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/m<sup>2</sup> o unidades equivalentes.*

**Irradiación:** *Es la cantidad de irradiancia recibida en un lapso de tiempo determinado, es decir, la potencia recibida por unidad de tiempo y por unidad de superficie. Se suele medir en Wh/m<sup>2</sup> o, en caso de un día, en Wh/m<sup>2</sup>/día o unidades equivalentes.*

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

Los pasos a seguir siempre para dimensionar el sistema fotovoltaico autónomo son siempre:

### 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. Si la instalación se realizara para una vivienda de uso diario todo el año, se escogerá el valor medio de todo el año. Si la instalación se realizara para el uso ocasional, por ejemplo en verano, hay que escoger los valores de los meses de verano.



2- Datos del lugar donde se realizará la instalación para saber la irradiación de la que dispondremos.

3- Dimensionado del generador fotovoltaico (número de paneles necesarios).

4- Dimensionado del sistema de acumulación (número de baterías).

Para el dimensionado del sistema de acumulación 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 irradiación 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.

6- Dimensionado del inversor.

Una vez definidos los pasos, exponemos el método de cálculo con un ejemplo típico.

Suponemos un consumo para una vivienda con uso diario durante todo el año, como por ejemplo:

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (Watt)	Horas de funcionamiento al Día (Horas)	Total Energía necesaria (Wh)	Total Energía necesaria (Wh) x Margen Seguridad 20%
5	Lámparas (DC)	15	5	375	450
1	Lavadora (AC)	350	1.5	525	630
1	Calefacción (AC)	110	10	1.100	1.320
<b>TOTAL</b>				<b>2.000 Wh / día</b>	<b>2.400 Wh / día</b>

Con los datos de esta "Tabla de Consumos" obtenemos el consumo medio diario de la instalación al que se le ha aplicado un 20% como margen de seguridad recomendado. Debemos también tener en cuenta que en la instalación habrá pérdidas por rendimiento de la batería y del inversor y esto influye en la energía necesaria final. Generalmente, para el buen dimensionamiento, tomaremos un rendimiento de la batería de un 95%, del inversor un 90% y de los conductores un 100%.



Así pues para el cálculo de los consumos medios diarios ( $L_{md}$ ) consideramos la siguiente expresión:

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}} = \frac{450 + \frac{1950}{0,90}}{0,95 \cdot 1} = 2.755 Wh / día$$

Siendo ( $L_{md}$ ) el consumo medio de energía diario, ( $L_{md,DC}$ ) el consumo medio de energía diario de las cargas en continua y ( $L_{md,AC}$ ) el de las cargas en alterna.

O bien, si lo queremos expresar como el consumo de energía medio en Ah/día:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} = 114,8 Ah / día$$

Como era de esperar, el consumo medio diario real es ligeramente superior al nominal, pues como se mencionaba, hemos tomado en cuenta las pérdidas que se pueden producir en algunos de los elementos de la instalación y el margen de seguridad del 20%.

Como dato adicional, podríamos calcular el consumo total anual (LT) y medio anual (Lma):

$$LT = Lmd \cdot 365 \text{ días} = 1.005.575 \text{ Wh/año}$$

Lma = LT/365 = 2.755 Wh/día (En este caso coincide con el medio diario, pues el consumo que se ha estimado es constante todo el año, no sucedería así si hubiera variaciones de consumos estacionales)

Una vez calculado el consumo, buscamos los datos de radiación solar global en Badalona, localización de la vivienda, utilizando, por ejemplo, el PVGIS, que es una aplicación online gratuita:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>



Tendremos una pantalla tal como esta:



Una vez hechas las consultas en PVGIS, obtendremos la **"Tabla de Radiaciones"** (Wh/m2/dia) según las inclinaciones a estudio:

Mes	Inclinación 30°	Inclinación 40°	Inclinación 50°	Inclinación 60°
Enero	3.240	3.240	3.400	3.480
Febrero	3.630	3.830	3.930	3.940
Marzo	4.860	4.960	4.940	4.800
Abril	5.250	5.160	4.950	4.630
Mayo	5.680	5.430	5.070	4.600
Junio	6.120	5.770	5.300	4.730
Julio	6.320	5.990	5.540	4.960
Agosto	5.990	5.830	5.530	5.100
Septiembre	5.360	5.410	5.320	5.100
Octubre	4.200	4.390	4.460	4.420
Noviembre	3.100	3.330	3.470	3.530
Diciembre	2.780	3.040	3.220	<b>3.320</b>

Calculamos ahora la inclinación óptima para nuestra instalación, para ello aplicamos el **criterio del Mes Crítico**, así pues, se ha de



preparar a partir de la tabla de radiaciones, la “**Tabla de Cocientes**” Consumo / Radiación que es la que se muestra a continuación:

Mes	Inclinación 30°	Inclinación 40°	Inclinación 50°	Inclinación 60°
Enero	850,31	850,31	810,29	791,67
Febrero	758,95	719,32	701,02	699,24
Marzo	566,87	555,44	557,69	573,96
Abril	524,76	533,91	556,57	595,03
Mayo	485,04	507,37	543,39	598,91
Junio	450,16	477,47	519,81	582,45
Julio	435,92	459,93	497,29	555,44
Agosto	459,93	472,56	498,19	540,20
Septiembre	513,99	509,24	517,86	540,20
Octubre	655,95	627,56	617,71	623,30
Noviembre	888,71	827,33	793,95	780,45
<b>Diciembre</b>	991,01	906,25	855,59	<b>829,82</b>

Para cada inclinación buscamos el mayor valor de todos los cocientes de cada columna, pues se corresponderán con el momento del año donde la relación entre el consumo de energía y la irradiación disponible será mayor, con lo que habrá que asegurar el suministro de energía sobre todo en ese momento aunque eso implique un sobredimensionamiento para los otros meses, como por ejemplo, los de verano, donde habrá excedente de energía. Se han señalado estos valores con las celdas sombreadas.

Como se puede comprobar, puesto que en este caso el consumo es constante todo el año, esos valores máximos coinciden con el mes de diciembre, que es cuando hay menos radiación solar. Una vez que se conocen esos valores se elige a continuación el menor de todos ellos, para evitar un excesivo sobredimensionamiento, que en este caso corresponde al valor de 829,82 y 60 ° de inclinación (señalado en negrita y celda más destacada). Es decir, *nuestra instalación deberá disponer de una inclinación de 60°*.

Procedemos ahora con el **cálculo del número total de módulos necesarios**:

$$N_T = \frac{L_{mdcrit}}{P_{MPP} \cdot HPS_{crit} \cdot PR} = \frac{2755}{180 \cdot 3,32 \cdot 0,90} = 5,12 \cong 6$$

La explicación de esta ecuación es simple, necesitamos saber cuántos paneles necesitamos para generar la energía que demanda



nuestro sistema cada día, así que dividimos esa energía entre la que genera cada panel, pues **la energía diaria que puede darnos cada panel** se obtiene de la ecuación:

$$E_P = P_{MPP} \cdot HPS_{crit} \cdot PR$$

Así pues, necesitaríamos un total de 6 paneles para cubrir las necesidades del sistema, aunque este número podría cambiar. Siendo,

( $L_{mdcrit}$ ) el consumo medio diario mensual para el mes crítico, "**Tabla de Consumos**", (en este caso, es siempre el mismo [2.755 wh/día], pues el consumo diario es constante todo el año)

( $P_{MPP}$ ) la potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, en este caso, estamos utilizando el modelo SW180 del fabricante SolarWorld, con 180 wattios de potencia pico en STC.

( $HPS_{crit}$ ) son las horas de sol pico del mes crítico calculado a partir de la "**Tabla de Radiaciones**", es decir: Irradiación del mes crítico (Diciembre 60°) / 1000 W/m<sup>2</sup> = 3,32 HPS

( $PR$ ) el factor global de funcionamiento que varía entre 0.65 y 0.90. Usaremos 0.90 por defecto.

Respecto a la **conexión de los módulos calculados en serie o paralelo**, teniendo en cuenta que el SW180 de SolarWorld tiene una  $V_{max} = 36,55$  Volt., hacemos:

$$N_{SERIE} = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD,MPP}} = \frac{24}{36,55} = 0,65 = 1$$

$$N_{PARALELO} = \frac{N_T}{N_{SERIE}} = 6$$

Así pues, conectaríamos 6 ramas en paralelo con un panel por rama.

**Si no se va a instalar un regulador con seguimiento de punto de máxima potencia MPPT** se debe utilizar otro criterio, el de **Amperios-Hora**, pues será entonces la batería la que marque la tensión del sistema (12, 24, 48 Volt.) y rara vez se alcanzará el punto



de máxima potencia de los módulos empleados. Tenemos inicialmente el consumo de energía medio en Ah/día calculado anteriormente:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} = \frac{2755Wh / día}{24V} = 114,8Ah / día$$

Así pues, la corriente que debe generar el campo de captación fotovoltaico (el total de los paneles instalados) en las condiciones de radiación solar del mes crítico sería:

$$I_{GFV,MPP} = \frac{Q_{Ah}}{HPS_{crit}} = \frac{114,8}{3,32} = 34,57A$$

Siendo,

( $I_{GFV,MPP}$ ) la corriente generada por el campo de captación fotovoltaico (el total de los paneles instalados).

Si la dividimos entre la corriente unitaria de cada módulo fotovoltaico ( $I_{MOD,MPP}$ ) que en el caso del SW180 es  $I_{max}=4,90$  Amp., obtendremos el total de módulos necesarios conectados en paralelo:

$$N_{PARALELO} = \frac{I_{GFV,MPP}}{I_{MOD,MPP}} = \frac{34,57}{4,90} = 7$$

Así pues, **finalmente son 7 ramas en paralelo con 1 módulo por rama las necesarias para cubrir las necesidades del sistema, si no usamos un regulador MPPT (lo recomendable es usarlo).**

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. Como norma general, tomaremos estos parámetros:

**Profundidad de Descarga Máxima Estacional ( $P_{D_{MAX,E}}$ ) = 70% = 0,7**



**Profundidad de Descarga Máxima Diaria ( $P_{D_{max,d}}$ ) = 15% = 0,15**

**Número de días de Autonomía (N) = 6**

Calculamos entonces ahora la capacidad nominal necesaria de las baterías en función de la profundidad de descarga estacional y diaria. La mayor de ellas será la que seleccionemos, pues de lo contrario podríamos incurrir en una insuficiencia estacional o diaria.

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

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{D_{max,d}} \cdot F_{CT}} = \frac{2755}{0,15 \cdot 1} = 18.367Wh$$

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}} = \frac{18367}{24} = 765,3Ah$$

La explicación de las dos ecuaciones es sencilla, necesitamos generar una energía diaria  $L_{md}$  con nuestras baterías pero permitiendo solamente un 15% de descarga máxima diaria y suponiendo un **Factor de corrección de Temperatura** ( $F_{CT} = 1$ ). Una vez sabida la energía en Wh de la batería, simplemente dividimos entre la tensión de la misma (24V en este caso) 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 ( $C_{ne}$ ):

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} \cdot N}{P_{D_{max,e}} \cdot F_{CT}} = \frac{2755 \cdot 6}{0,7 \cdot 1} = 23.614,3Wh$$

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} = \frac{23614,3}{24} = 983,9Ah$$

La explicación es similar a la anterior, necesitamos generar una energía diaria  $L_{md}$  con nuestras baterías pero que podamos disponer



de ella durante 6 días sin sol, sin permitir una descarga mayor del 70% y suponiendo un **Factor de corrección de Temperatura** ( $F_{CT} = 1$ ). Una vez sabida la energía en Wh de la batería, simplemente dividimos entre la tensión de la misma (24V en este caso) y ya tenemos la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de los días de autonomía.

Así pues escogeríamos la mayor, es decir la capacidad nominal de las baterías sería, como mínimo,  $C_{100}=984Ah$

Procedemos ahora al **cálculo del regulador**, (!! ánimo que ya estamos acabando !!), para ello debemos calcular cual es la máxima corriente que debe soportar el regulador, a su entrada pero también a su salida.

Para calcular la corriente de entrada al regulador hacemos el producto corriente de cortocircuito de un módulo, en este caso la del SW180 de SolarWorld es de  $I_{sc} = 5,30$  Amp., y multiplicamos por el número de las ramas (la corriente de cada rama en paralelo será aproximadamente la misma) en paralelo calculado anteriormente:

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot I_{MOD,SC} \cdot N_P = 1,25 \cdot 5,30 \cdot 7 = 46,37 A$$

Siendo,

( $I_{MOD,SC}$ ) la corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito, en este caso, para el SW180, es de  $I_{sc} = 5,30$  Amp. 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.

( $NP$ ) el número de ramas en paralelo, en este caso, 7.

**1,25** es un factor de seguridad para evitar daños ocasionales al regulador.

Para el cálculo de la corriente de salida hemos de valorar las potencias de las cargas DC y las cargas AC:

$$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{BAT}} = \frac{1,25 \cdot \left(15 + \frac{350 + 110}{0,95}\right)}{24} = \frac{624,01}{24} = 26 A$$

Siendo,



( $P_{DC}$ ), potencia de las cargas en continua.

( $P_{AC}$ ), potencia de las cargas en alterna.

( $n_{inv}$ ), rendimiento del inversor, en torno a 90-95%.

Así pues, el regulador debería soportar una corriente, como mínimo de 47 Amp. a su entrada y 26 Amp. a su salida.

Por último, para el **cálculo del inversor**, únicamente hemos de calcular la suma de las potencias de las cargas de alterna. En nuestro caso, sería la lavadora (350W) y la calefacción (110W) y aplicar un margen de seguridad del 20%. Así pues:

$$P_{inv} = 1,2 \cdot P_{AC} = 1,2 \cdot (350 + 110) = 552W$$

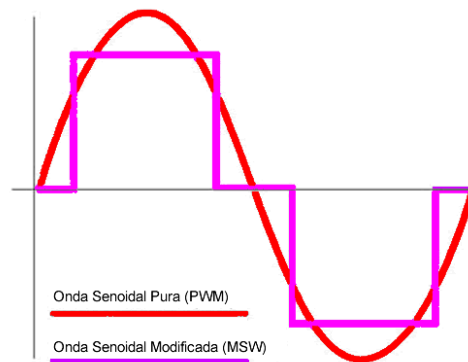
Así pues, será necesario un inversor de 550W aproximadamente. Ahora bien, debemos tener en cuenta algo importante a la hora de seleccionar nuestro inversor. Muchos de los electrodomésticos y aparatos con motor utilizados tienen "**picos de arranque**", como los frigoríficos, lavadoras etc, lo que supone que para su arranque van a demandar mayor potencia que la nominal, en ocasiones hasta 4 o 5 veces más de la potencia nominal prevista. Es por esta razón que, para evitar problemas y deficiencias en el correcto funcionamiento de nuestra instalación, es recomendable hacer un sobredimensionamiento que contemple los picos de arranque:

$$P_{inv} = 1,2 \cdot P_{AC} = 1,2 \cdot (350 \cdot 4 + 110) = 1.812W$$

Es decir, nuestro inversor debería cubrir, al menos, 1.812W de demanda para tener bien cubiertas las necesidades de la vivienda, incluso los picos de demanda por arranque del motor de la lavadora.

Por último, para seleccionar nuestro inversor, sabemos que en el mercado podemos encontrar inversores de **onda senoidal pura (PWM)** y de **onda senoidal modificada (MSW)**. Mi recomendación es utilizar, siempre que sea posible, los de onda senoidal pura pues aunque son algo más caros, nos evitarán más de un problema que nos podrían ocasionar los de onda modificada con aparatos con motores.





Los inversores de onda senoidal pura modificada (PWM) pueden alimentar a la mayoría de 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 es la mejor opción la alimentar los equipos eléctricos y electrónicos actuales.

Esta ha sido, de un modo general, la explicación de qué es una instalación fotovoltaica autónoma, qué elementos la componen y cómo se realiza un cálculo típico.

#### **Bibliografía:**

Sistemas Fotovoltaicos, Miguel Alonso Abella. Era Solar.

Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Enrique Alcor. Progensa.

Energía Solar Fotovoltaica, Miguel Pareja Aparicio. Mancorbo.

Sistemas Fotovoltaicos Autónomos, Leocadio Hontoria García. CIEMAT.

C. Rus, F.J. Muñoz, L. Hontoria et al. Instalaciones Fotovoltaicas (Cap. 2. Radiación Solar)

#### **Autor:**

José A. Alonso Lorenzo (jose@sfe-solar.com)

Ingeniero Técnico Industrial por la EUP de Ferrol.

