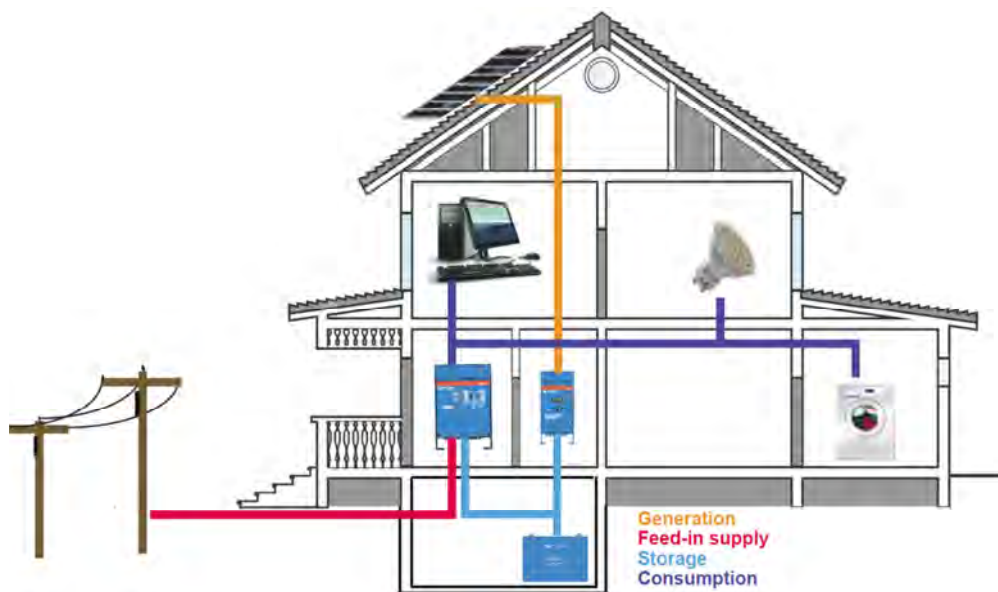


# Autoconsumo

con el Storage Hub (centro de almacenamiento) de Victron Energy



# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## 1. Introducción

## 2. Tres sistemas alternativos

- 2.1. VE Storage Hub-1
- 2.2. VE Storage Hub-2
- 2.3. VE Storage Hub-3

## 3. Característica esencial de los tres sistemas alternativos: GridAssist

## 4. Descripción breve de los componentes principales del VE Storage Hub

- 4.1. Batería: ácido-plomo o Li-Ion, 1ª parte.
- 4.2. Inversores/cargadores MultiPlus y Quattro
- 4.3. Controlador de carga solar BlueSolar MPPT
- 4.4. Inversor FV

## 5. Consumo eléctrico doméstico

- Carga base (cargas de 1ª categoría)
- Otras aplicaciones listas para conectar (cargas de 2ª categoría)
- Cargas fijas (cargas de 3ª categoría)

## 6. Eficiencia del Hub

## 7. El Hub para viviendas conectadas a la red

- 7.1. Alimentación de la carga base con el Hub-1 y una batería de Li-Ion
- 7.2. Carga base más otras aplicaciones listas para conectar (cargas de categoría 2 y 3) alimentadas por el Hub-1
- 7.3. Alimentación de la carga base con los Hub-2 y -3
- 7.4. Carga base más otras aplicaciones listas para conectar alimentadas con los Hub-2 ó -3
- 7.5. Problemática de los inviernos oscuros y lluviosos

## 8. El Hub no conectado a la red

- 8.1. Micro-CHP
- 8.2. Generador diesel

## 9. Definición: el sistema 100% FV y 100% batería

## 10. Coste

- 10.1. Autoconsumo: capacidad de almacenamiento óptima
- 10.2. Sistema no conectado a la red: capacidad de almacenamiento óptima
- 10.3. Batería: ácido-plomo o Li-Ion, 2ª parte.
- 10.4. El sistema FV
- 10.5. Ejemplos: coste de los componentes principales

La cantidad de electricidad generada por el sol y/o el viento nunca concuerda con el consumo eléctrico real.

Como consecuencia, cuando generamos demasiada electricidad debemos devolverla a la red, y cuando no generamos suficiente debemos recurrir a dicha red.

Cuanta más energía solar o eólica llega, más difícil y costoso resulta garantizar la estabilidad en la red.

Como consecuencia, el almacenamiento intermedio de energía se está convirtiendo en una herramienta indispensable para mantener las fluctuaciones de energía en la red dentro de unos límites razonables.

Además, debido al descenso de las tarifas de alimentación a la red eléctrica (feed in tariff), los motivos económicos para instalar un sistema de almacenamiento de energía doméstico que incremente el autoconsumo son cada día más sólidos.

El almacenamiento intermedio de energía aumenta el autoconsumo de la energía solar o eólica recogida.

El siguiente paso natural es un autoconsumo del 100% y la independencia de la red eléctrica.

## **El Storage Hub de Victron Energy ofrece una solución y numerosos beneficios adicionales**

Con decenas de miles de sistemas, tanto independientes como conectados a la red, instalados por todo el mundo, contamos con la experiencia y los productos necesarios para diseñar el sistema más adecuado.

- **Batería**

El núcleo del centro de almacenamiento es la batería, que se carga si hay un exceso de energía solar/eólica y se descarga si el consumo excede la producción.

Se ha comprobado que las baterías de placa tubular OPzS y las de plomo-ácido OPzV funcionan muy bien en sistemas conectados a la red, así como en sistemas no conectados a la red.

Como alternativa, una batería de Li-Ion será la mejor opción cuando sea importante la eficacia de alta carga/descarga y un tamaño o un peso pequeños.

Para más información, consulte las secciones 4.1 y 9.3.

- **Respetuoso con la red**

El centro de almacenamiento puede emplearse para reducir la demanda máxima en la red (descargando la batería), así como el suministro máximo de vuelta a la red (recargando la batería).

Para más información, consulte la sección 9.1.

- **Poder operar en caso de apagones**

La energía almacenada en la batería puede emplearse para suministrar energía a los equipos esenciales durante un apagón.

- **Independencia de la red eléctrica**

Con suficiente capacidad de batería y, si es necesario, un micro-cogenerador CHP o un generador auxiliar, puede conseguirse una independencia total de la red.

- **Flexible**

No ofrecemos un solo centro de almacenamiento, sino tres configuraciones alternativas,

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

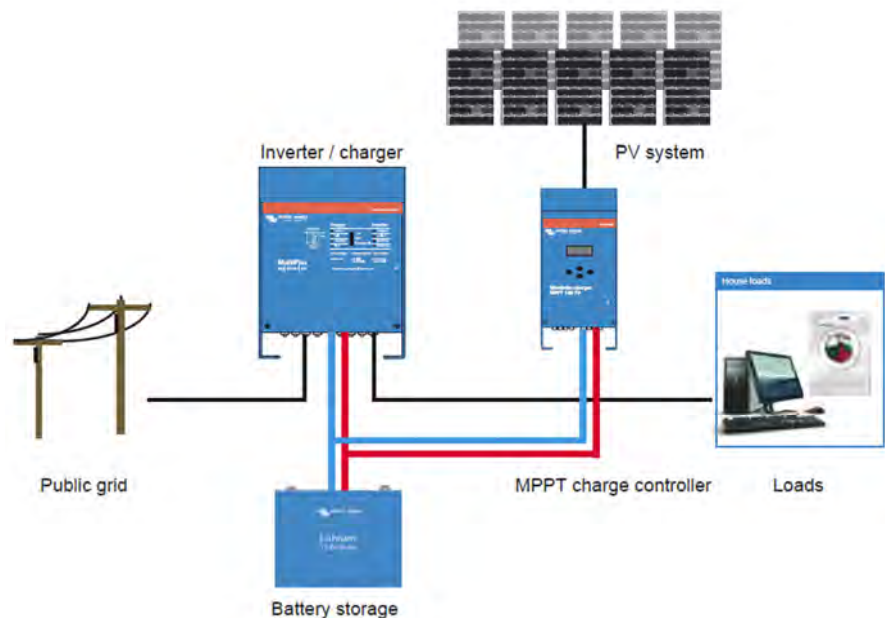
- **Actualizable según las necesidades**  
Puede conectarse energía solar/eólica y almacenamiento de batería adicional en una etapa posterior.

## 2. Tres sistemas alternativos

### 2.1. VE Storage Hub-1

Hub-1 es la solución de mayor eficacia cuando la mayor parte de la energía producida debe almacenarse en la batería antes de su uso.

Es también la solución más sencilla, estable y económica.



El controlador de carga BlueSolar MPPT utiliza energía solar para cargar la batería.

La energía almacenada es empleada por un inversor/cargador MultiPlus o Quattro para suministrar energía AC a la carga y para devolver el exceso de energía a la red.

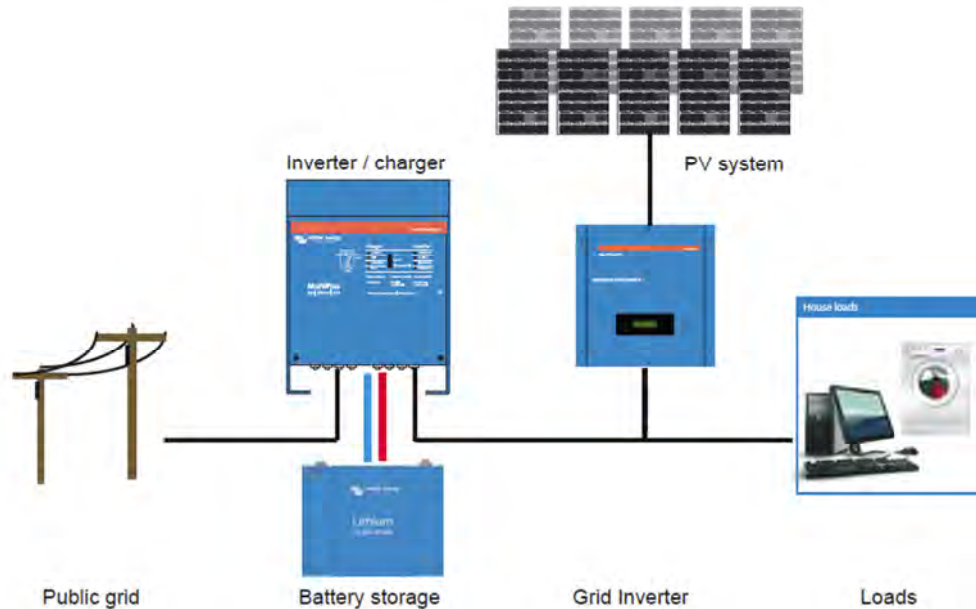
En caso de un corte del suministro eléctrico, el centro de almacenamiento se desconectará de la red y seguirá funcionando como un sistema autónomo.

Si se devolviese energía a la red, se podría añadir al sistema un dispositivo anti-isla, dependiendo de las normativas locales.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## 2.2. VE Storage Hub-2

Esta es la solución más práctica para añadir almacenamiento de batería a un sistema FV conectado a la red ya existente.



Por medio de un inversor FV conectado a la **salida** de CA de un inversor/cargador se convierte en CA la energía eléctrica CC generada por los paneles solares.

La entrada CA del inversor/cargador se conecta a la red.

Si se devolviese energía a la red, debería añadirse al sistema un dispositivo anti-isla que cumpla con las regulaciones locales.

La energía del inversor FV es suministrada directamente a la carga.

En caso de que la energía FV fuese insuficiente, el inversor/cargador suministrará energía adicional de la batería o de la red.

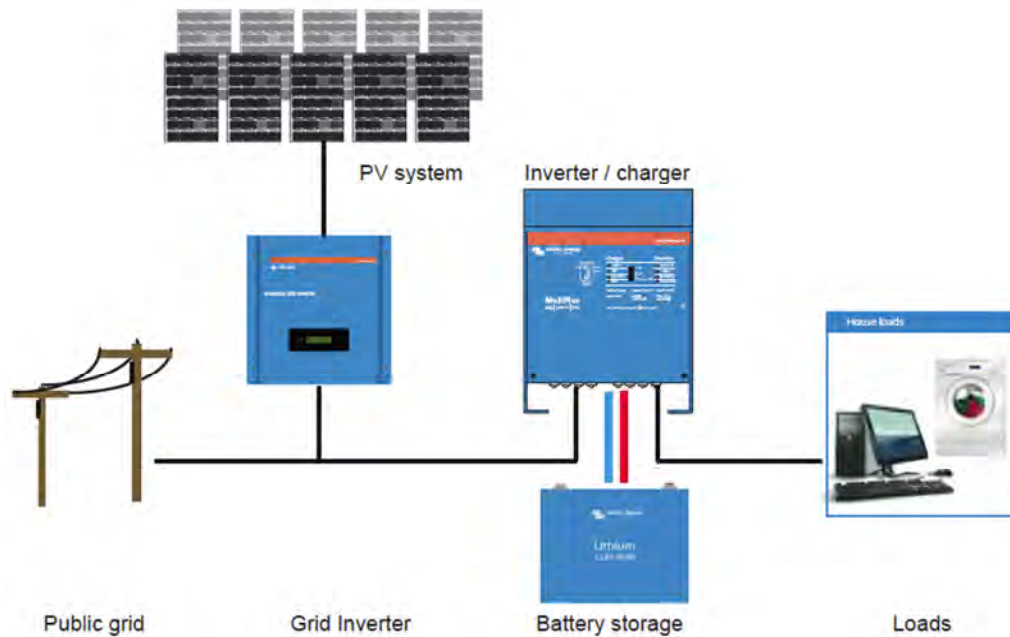
En caso de un exceso de energía FV, el inversor/cargador usará el exceso de energía para recargar la batería, y/o para devolver energía de vuelta a la red.

En caso de un corte del suministro eléctrico, el centro de almacenamiento se desconectará de la red y seguirá funcionando como un sistema autónomo.

La planificación y la puesta en marcha de esta solución son más complicadas que las del Hub-1, debido a la interacción entre el inversor/cargador y el inversor de red.

### 2.3. VE Storage Hub-3

Por medio de un inversor FV conectado a la **entrada** AC de un inversor/cargador se convierte en CA la energía eléctrica CC generada por los paneles solares.



La energía del inversor FV es suministrada a la carga por medio del inversor/cargador. En caso de que la energía FV fuese insuficiente, el inversor/cargador suministrará energía adicional de la batería o de la red.

En caso de exceso de energía FV el inversor/cargador utilizará ese exceso para recargar la batería. Una vez que la batería esté totalmente cargada, el inversor FV redirigirá el exceso de energía a la red.

Si el inversor FV ya está equipado con un dispositivo anti-isla que cumpla con las regulaciones locales, entonces no será necesario otro dispositivo anti-isla.

A diferencia de las soluciones Hub-1 y Hub-2, el inversor FV se apagará si se produce un corte en el suministro eléctrico. El centro de almacenamiento seguirá suministrando energía hasta que la batería se haya descargado.

### 3. Característica esencial de los tres sistemas alternativos: GridAssist

Gracias a GridAssist, puede reducirse la carga del inversor/cargador comparada con la energía máxima esperada necesaria para la carga. Con GridAssist, el inversor/cargador está sincronizado con la red y se toma energía adicional de la red cuando la energía CA requerida excede la capacidad del inversor/cargador, previniendo así que haya un corte del sistema provocado por sobrecarga.

#### GridAssist-1

Una solución es hacer que el inversor/cargador esté sincronizado, pero no conectado, con la red. Se procede a la conexión con la red (cerrando el relé de protección de retroalimentación en el inversor/cargador) en caso de:

- Sobrecarga del sistema. Se emplea energía adicional de la red hasta que se haya reducido la carga a un nivel que pueda ser controlado por el inversor/cargador.
- El exceso de energía FV o eólica se devuelve a la red (si las regulaciones locales lo permiten).

#### GridAssist-2

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

La alternativa es conectar permanentemente el centro de alimentación a la red. El inversor/cargador controlará su salida para coincidir con la carga, de manera que la energía media que se tome de la red sea cero, excepto en caso de sobrecarga o de exceso de energía que deba ser devuelta a la red. Aviso: ¡la tensión en la red debe ser estable!



## 4. Descripción breve de los componentes principales del VE Storage Hub

### 4.1. Batería: ácido-plomo o Li-Ion, 1ª parte.

Con un tamaño más pequeño y menor peso, Li-Ion (fosfato de hierro y litio:  $\text{LiFePO}_4$  o LFP) es una alternativa interesante a las baterías de plomo-ácido, tanto en sistemas conectados como no conectados a la red, debido a su eficiencia y vida útil.

#### Eficiencia

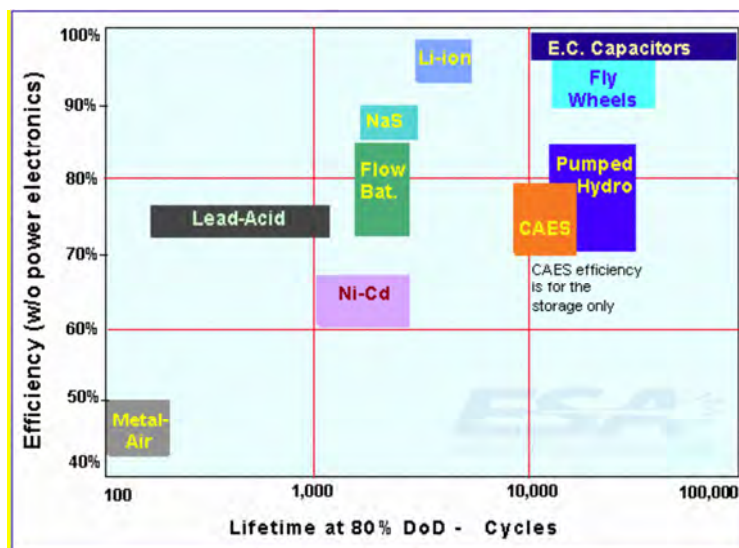
La eficiencia energética de ciclo completo (descarga de 100% a 0% y vuelta a cargar al 100%) de una batería de plomo-ácido normal es del 70 al 80%.

El proceso de carga de las baterías de plomo-ácido se vuelve especialmente ineficiente cuando se alcanza el 80% del estado de la carga. Entre el 80% y el 100% de la eficiencia de la carga es a menudo menor del 50%. Estos porcentajes son aún peores en caso de cargas o descargas de mucha intensidad.

La eficiencia de una batería de plomo-ácido no se asemeja en absoluto a la de una Li-Ion. La eficiencia de una batería LFP es de alrededor del 92% en todas las condiciones de funcionamiento.

<http://www.almaden.ibm.com/institute/2009/resources/2009/presentations/ChetSandberg-AlmadenInstitute2009-panel.pdf>

[http://people.duke.edu/~kjb17/tutorials/Energy\\_Storage\\_Technologies.pdf](http://people.duke.edu/~kjb17/tutorials/Energy_Storage_Technologies.pdf)



Eficiencia de los sistemas de almacenamiento de energía, tomado de

[http://catedrasempresa.esi.us.es/endesared/documentos/jornada\\_almacenamiento/Pet\\_Hall.pdf](http://catedrasempresa.esi.us.es/endesared/documentos/jornada_almacenamiento/Pet_Hall.pdf)

#### Vida útil

La batería en un sistema FV o eólico no conectado a la red puede quedarse sin energía durante semanas o incluso meses (en invierno). Esto es fatal para una batería de plomo-ácido. La batería fallará antes de tiempo debido a la **sulfatación**.

En el caso de un sistema no conectado a la red con baterías de plomo, la preocupación principal debería ser el estado de carga de la batería: ocurra lo que ocurra, la batería debe recargarse por completo regularmente y no dejarse nunca en estado de descarga durante días o semanas.

En un sistema conectado a la red, la batería puede recargarse fácilmente al 100% de manera regular.

Nota:

Para más información sobre el problema de la sulfatación en aplicaciones solares, consulte por ejemplo

[http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/report\\_batteries\\_solar\\_photovoltaic\\_applications.pdf](http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/report_batteries_solar_photovoltaic_applications.pdf)

(en especial las fotografías de la página 18)

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

La vida útil de una batería LFP no depende de su estado de carga, siempre y cuando la corriente por cada celda de la batería se mantenga dentro de los límites (unos límites amplios). El BMS (Sistema de Gestión de Baterías) de una batería de Li-Ion lo controla por sí misma, por lo que no será necesario ningún mantenimiento de la batería.

Para más información sobre baterías, ver sección 9.

## 4.2. Inversores/cargadores MultiPlus y Quattro

El inversor/cargador VE va desde los 800VA hasta los 10kVA de red monofásica, y puede tener hasta seis módulos 10kVA que pueden conectarse en paralelo. Todos los modelos pueden configurarse para un funcionamiento trifásico.

Todos los inversores/cargadores MultiPlus y Quattro puede programarse para integrarse de forma ininterrumpida en Hub-1, -2 ó -3.

## 4.3. Controlador de carga solar BlueSolar MPPT

El controlador de carga convierte la corriente CC de los paneles solares en corriente apta para cargar la batería. Pueden conectarse en paralelo varios controladores BlueSolar, aunque su única limitación es la carga máxima de la corriente de la batería (muy alta en el caso de las Li-Ion).

La eficacia de un controlador de carga BlueSolar MPPT supera el 98%.

## 4.4. Inversor FV

El inversor FV convierte la corriente CC de los paneles solares en corriente CA apta para alimentar las cargas CA. En un sistema sin batería, toda la energía excedente se devolverá a la red, y se recurrirá a la red si hay una falta de energía.

Un inversor FV no puede funcionar sin una fuente/disipador externo de alimentación CA (**ACpss**). El inversor FV se apagará si no hay **ACpss** disponible (como una red estable, un inversor apto o un inversor/cargador).

## 5. Consumo eléctrico doméstico

Una lista de los electrodomésticos más comunes y de la cantidad de electricidad que utilizan ayudará a dimensionar el centro de almacenamiento.

Electrodoméstico	Potencia	Período	Energía/día	Carga base mínima durante el verano para una familia de dos personas
<b>Carga base (cargas de 1ª categoría)</b>				
Acuario tropical con calentador de agua	100 W	24 h	2400 Wh	
Frigorífico de alta eficiencia	20 W	24 h	480 Wh	480 Wh
Congelador de alta eficiencia	20 W	24 h	480 Wh	480 Wh
con motor compresor de CC con imán permanente)				
Frigorífico normal	50 W	24 h	1200 Wh	
Congelador normal	60 W	24 h	1440 Wh	
Cargadores de disp. y cargas en espera	30 W	24 h	720 Wh	720 Wh
Módem	10 W	24 h	240 Wh	240 Wh
Ventilación	30 W	24 h	720 Wh	720 Wh
Calefactor eléctrico	2000 W	12 h	24,000 Wh	
Calentador de agua (hervidor)	3000 W	2 h	6000 Wh	
Calefacción central (encendida) y calentador de agua (encendido)	130 W	8 h	1040 Wh (por gas, en invierno)	
Calefacción central (apagada) y calentador de agua (apagado)	130 W	2 h	260 Wh	260 Wh
Calefacción central en espera	10 W	24 h	240 Wh	240 Wh
Iluminación de bajo consumo	200 W total	6 h (invierno) 3 h (verano)	1200 Wh 600 Wh	600 Wh
Bombilla incandescente tradicional de 100W	100 W	6 h (invierno) 3 h (verano)	600 Wh 300 Wh	
Hilo radiante eléctrico en el baño	1000 W	3 h	3000 Wh	
Radio	30 W	3 h	90 Wh	90 Wh
TV LCD	50 W	3 h	150 Wh	150 Wh
TV de plasma grande	300 W	6 h	1800 Wh	
Ordenador de sobremesa	100 W	3 h	300 Wh	300 Wh
Ordenador portátil	30 W	3 h	90 Wh	90 Wh
Extractor de aire	150 W – 300 W	1 h	150 Wh	150 Wh
<b>Carga base total en verano, familia de dos personas con un consumo responsable Wh</b>				<b>4370</b>

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## Otras aplicaciones listas para conectar (cargas de 2ª categoría)

Aspirador (potencia de arranque 2000 W o más)	1000 W	30 m	500 Wh	500 Wh
Secador de pelo	800 W	6 m	80 Wh	80 Wh
Jarra eléctrica (energía necesaria para hacer hervir 1 litro: 120 Wh)	de 1000 W a 3000 W	Poniendo a hervir 3 litros de agua		360 Wh
Cafetera	800 W	10 m	120 Wh	120 Wh
Otros electrodomésticos de cocina (batidora, licuadora, etc.)			100 Wh	300 Wh

**Total de otros electrodomésticos, familia de dos personas con consumo responsable** **1360 Wh**

## Electrodomésticos conectados siempre al mismo enchufe (cargas de 3ª categoría)

Lavadora, llenado en frío	2000 W	calentador más 600 W motor	1000 Wh por carga
Lavadora, llenado en caliente, normal	600 W (máxima potencia)		400 Wh por carga
Lavadora, llenado en caliente, de 1ª clase	165 W		100 Wh por carga
<a href="http://www.fisherpaykel.com/admin/pdfs/pdf_usecares/4912_NZ_QuickSmart_WashSmart_UG_hi.pdf">http://www.fisherpaykel.com/admin/pdfs/pdf_usecares/4912_NZ_QuickSmart_WashSmart_UG_hi.pdf</a>			
Secadora con calentador eléctrico	3000 W		3000 Wh por carga
Secadora con calentador de gas	300 W		300 Wh por carga
Secadora con bomba de calor	1350 W		1350 Wh por carga
<a href="http://www.atcoenergysense.com/NR/rdonlyres/635CE05C-6BD3-4421-A1D0-C54CE4DDF20A/0/ManagingElectricityatHomeWebVersion.pdf">http://www.atcoenergysense.com/NR/rdonlyres/635CE05C-6BD3-4421-A1D0-C54CE4DDF20A/0/ManagingElectricityatHomeWebVersion.pdf</a>			
Lavavajillas, normal	2000 W		1100 Wh por ciclo
Lavavajillas con llenado en caliente	1200 W		400 Wh por ciclo
<a href="http://reg.energyrating.gov.au/comparator/product_types/">http://reg.energyrating.gov.au/comparator/product_types/</a>			
Microondas	2000 W		200 Wh
Cocina eléctrica, máxima potencia	8000 W		
Potencia media al cocinar una comida	2000 W	30 mn a 1 h	1000 Wh a 2000 Wh
Horno eléctrico	de 2000 W a 4000 W	30 m	2000 Wh
Bomba para una piscina	700 W	8 h	5600 Wh
Bomba para un pozo	700 W	3 h	2100 Wh
Bomba de frío/calor (aire acondicionado)		puede ser 10 kWh al día o más	

Tabla 1: Impacto eléctrico de algunos electrodomésticos comunes

## Carga base (cargas de 1ª categoría)

Algunas cargas estarán prácticamente siempre presentes: en conjunto constituyen la carga base de un hogar.

Todas las cargas bases pueden estar funcionando a la vez.

No es fácil reducir la carga base. Podrían ponerse programadores para apagar por completo ciertas cargas durante la noche y ahorrar como máximo 1 kWh (1 kWh = 1000 Wh).

Debido a que las horas de iluminación y de calefacción en invierno son mayores, la carga base en invierno es notablemente superior que la del verano.

De la tabla 1:

La carga base mínima diaria razonable en verano es	<b>4370 Wh</b>
La potencia máxima esperada es de	<b>660 W</b>
Y la potencia media es de	<b>182 W</b>

Más horas de luz y de calefacción en invierno (en un clima templado) aumentarán la carga base mínima hasta	<b>5750 Wh</b>
La potencia máxima no aumenta	<b>660 W</b>
Pero la potencia media sí aumenta	<b>240 W</b>

Una casa más grande y/o más personas pueden aumentar fácilmente la carga base en verano hasta los	<b>8000 Wh</b>
Y en verano hasta los	<b>11,000 Wh</b>

Nota:

En una oficina o un taller pequeño la carga base puede ser bastante más alta (durante las horas de trabajo) en comparación con otras cargas.

**Otras aplicaciones listas para conectar (cargas de 2ª categoría)**

Los electrodomésticos pequeños pueden enchufarse en cualquier enchufe de la casa. Esto es queda especialmente cierto con el aspirador. Por lo tanto, es virtualmente imposible separar la carga base del aspirador (en especial), con sus 1000 W de potencia de funcionamiento, y a menudo con una potencia de arranque muy superior.

Pero es muy improbable que todos los electrodomésticos pequeños se utilicen al mismo tiempo.

**Electrodomésticos conectados siempre al mismo enchufe (cargas de 3ª categoría)**

En muchos hogares de Europa, la lavadora y el lavavajillas son de llenado en frío, y la secadora funciona con un calentador eléctrico. Si se usan cada dos días, y no simultáneamente, representan una carga máxima de 3kW, y junto con el microondas requieren 3 kWh al día de media.

A menudo, es posible reorganizar la instalación eléctrica para que estas cargas queden totalmente separadas de los electrodomésticos de carga base y de otros electrodomésticos pequeños.

Además, es fácil evitar que estén en funcionamiento al mismo tiempo.

Nota:

La tabla 1 refleja que puede hacerse mucho para reducir la energía eléctrica y la potencia (máxima) necesaria para el funcionamiento de estos electrodomésticos.

La clasificación de las cargas en tres categorías muestra perspectivas interesantes y ayuda a ver las posibilidades y limitaciones del autoconsumo o del funcionamiento no conectado a la red.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

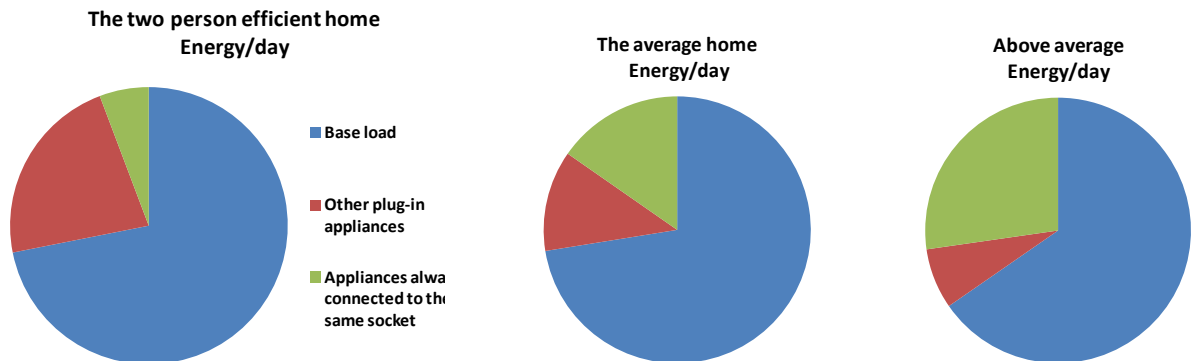
El impacto eléctrico de las tres categorías se resume en la siguiente tabla 2.

Carga categoría	Energía de dos personas familia responsable			Hogar medio			Por encima de la media		
	Energía por día Wh	Pico energía W	Media energía W	Energía por día Wh	Pico energía W	Media energía W	Energía por día Wh	Pico energía W	Media energía W
<b>Carga base (verano)</b>	4.370	660	182	8.380	1.305	349	18.960	2.560	790
<b>Otros electrodomésticos conectados</b>	1.360	2.000	57	1.640	2.000	68	1.920	2.000	80
<b>Electrodomésticos siempre conectados al mismo enchufe</b>	350	1.200	15	2.050	2.500	85	7.100	12.600	296
<b>Total (verano)</b>	<b>6.080</b>	<b>3.860</b>	<b>253</b>	<b>12.070</b>	<b>5.805</b>	<b>503</b>	<b>27.980</b>	<b>17.160</b>	<b>1.166</b>
<b>Invierno adicional carga base</b>	1380	0	58	2760	0	115	4140	0	173
<b>Total (invierno)</b>	<b>7.460</b>	<b>3.860</b>	<b>311</b>	<b>14.830</b>	<b>5.805</b>	<b>618</b>	<b>32.120</b>	<b>17.160</b>	<b>1.338</b>

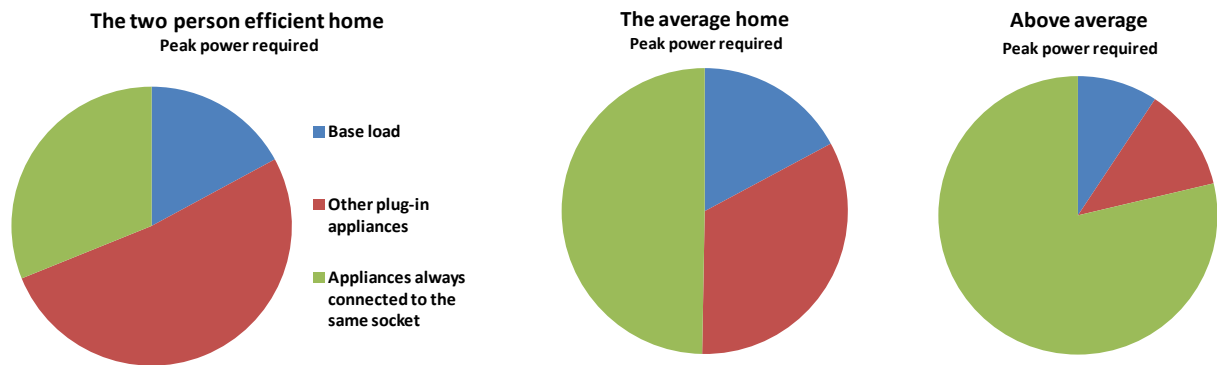
Tabla 2: Energía y potencia por categoría de carga

Notas:

1. En el caso de una familia de dos personas con un consumo responsable de energía se han elegido las alternativas de electrodomésticos más eficientes.
2. Un hogar medio está habitado por una familia con dos niños y equipado con los aparatos eléctricos que se encuentran en el hogar medio europeo hoy en día.
3. El hogar por encima de la media está equipado con las máximas comodidades y lujo, incluyendo una placa de inducción en la cocina. La bomba de frío/calor (aire acondicionado) se ha excluido: es necesario un estudio caso por caso debido a su alto consumo de energía.
4. En todos los ejemplos se ha dado por sentado que los aparatos de alto consumo no se usan de manera simultánea.



Como se muestra en los gráficos anteriores derivados de la tabla 2, la energía y, por tanto, la potencia media necesaria para la carga base (azul) constituye más de dos tercios del total.



Pero si nos fijamos en la potencia máxima necesaria, la carga base (azul) es en todos los casos menor del 30% del total.

En otras palabras: el índice de carga máxima a carga media en la carga base es mucho menor que en las otras dos categorías (ver tabla 3).

Carga categoría	Energía de dos personas familia responsable Pico/carga media	Hogar medio Pico/carga media	Por encima de la media Pico/carga media
Carga base (verano)	3,6	3,7	3,2
Otros electrodomésticos conectados	35,3	29,3	25,0
Electrodomésticos siempre conectados al mismo enchufe	82,3	29,3	42,6
<b>Total (verano)</b>	<b>15,2</b>	<b>11,5</b>	<b>14,7</b>

Tabla 3: El índice de carga máxima a media de las tres categorías de cargas

## Conclusión

La **carga base** podría alimentarse desde la batería con un inversor de 1200 VA a 3 kVA.

Las **cargas de las categorías 2 y 3** necesitan mucha más potencia (máxima) cuando están en uso y, por lo tanto, un inversor más potente. Sin embargo, se usan solamente durante periodos cortos de tiempo y, por tanto, la energía que consumen al día es baja. Un inversor que abasteciera a un hogar completo (todas las categorías) funcionaría la mayor parte del tiempo a un porcentaje bajo de su potencia nominal.

En caso de tratarse de un **hogar conectado a la red**, resultaría muy provechoso abastecer únicamente la carga base con un inversor, y conectar las otras cargas a la red.

En el caso de un **hogar no conectado a la red**, la red no está disponible y no puede hacerse uso de ella cuando hay encendidos electrodomésticos que consumen mucha energía. Por lo tanto, será necesaria más potencia del inversor.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Utilizar electricidad para generar calor (lavar, secar, cocinar) es muy caro. Calentar el agua empleando gas o una fuente solar son alternativas más baratas.

Un **sistema de gestión de cargas** que conecte las cargas cuando el sol brille puede mejorar el autoconsumo. Las cargas que primero vienen a la mente (ver tabla 1) son:

Calentador de agua (hervidor)  
Bomba para una piscina  
Bomba para un pozo  
Lavadora  
Secadora  
Lavavajillas

A excepción de las bombas de agua, la mejor solución es reducir primero la energía eléctrica necesaria para estas cargas utilizando el llenado en caliente (calentando el agua con gas o energía solar térmica).

## 6. Eficiencia del Hub

El centro de almacenamiento se coloca entre el suministro solar/eólico y la carga. Por desgracia, parte de la energía se perderá en el centro de almacenamiento. No se trata de pérdidas insignificantes. El propósito del siguiente cálculo es mostrar de dónde proceden las pérdidas (respuesta: ¡de la batería!).

Es posible saltarse los cálculos y pasar a leer directamente la conclusión.

La energía cosechada  $E_h$  debería cubrir la energía  $E_l$  consumida por la carga, más las pérdidas de la carga/descarga de la batería, las pérdidas de la conversión de potencia y pérdidas en el cableado y los fusibles.

### 6.1. Si toda la energía cosechada se almacena en la batería antes de utilizarse

En el caso del Hub-1, si el 0% de la energía cosechada es consumido directamente por la carga (el 100% de la energía cosechada se almacena en la batería antes de ser utilizada) la eficiencia resultante aproximada  $\eta_o =$

$E_l / E_h$  es:

$$\eta_o \approx \eta_i \times \eta_b \times \eta_m \times \eta_w$$

Con, por ejemplo:

94% de eficiencia de conversión CA a CC del inversor/cargador  $\eta_i \approx 0,94$

92% de eficiencia de batería de Li-Ion  $\eta_b \approx 0,92$

98% de eficiencia del controlador de carga  $\eta_m \approx 0,98$

2% de pérdidas en cableado y fusibles  $\eta_w \approx 0,98$

El resultado:  $\eta_o \approx 0,83$

Con una batería de plomo-ácido ( $\eta_b \approx 0,8$  o inferior, consultar sección 4.1)

El resultado:  $\eta_o \approx 0,72$  o inferior.

Y en el caso del Hub-2 ó -3:

$$\eta_o \approx \eta_c \cdot \eta_i \cdot \eta_b \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v$$

Con:

94% de eficiencia de conversión CA a CC del inversor/cargador:  $\eta_c \approx 0,94$

94% de eficiencia de conversión CC a CA del inversor/cargador:  $\eta_i \approx 0,94$

92% de eficiencia de batería de Li-Ion:  $\eta_b \approx 0,92$

97% de eficiencia del inversor FV:  $\eta_{pv} \approx 0,97$

1% de pérdidas en cableado y fusibles:  $\eta_v \approx 0,99$

El resultado es:  $\eta_o \approx 0,78$

Con una batería de plomo-ácido ( $\eta_b \approx 0,8$  o inferior, consultar sección 4.1)



El resultado:  $\eta_o \approx 0,68$  o inferior.

### 6.2. Si el 40% de la energía cosechada es consumida directamente por la carga

La eficiencia  $\eta_x$  será mayor si parte de la energía cosechada es consumida directamente por la carga.

En el caso del Hub-1:

$$\eta_x \approx \eta_i \cdot (X_d + \eta_b \cdot (1 - X_d)) \cdot \eta_m \cdot \eta_w$$

Donde  $X_d$  representa el factor de consumo directo.

$X_d = 1$  si toda la energía se consume directamente, sin ningún almacenamiento intermedio, y

$X_d = 0$  si toda la energía se almacena antes de ser utilizada.

Si el 40% de la energía cosechada es consumida directamente por la carga:  $X_d = 0,4$  and  $\eta_{40} \approx 0,86$  (con una batería de Li-Ion)

Y en el caso del Hub-2 ó -3:

$$\eta_x \approx (X_d + \eta_c \cdot \eta_i \cdot \eta_b \cdot \eta_c \cdot (1 - X_d)) \cdot \eta_{pv}$$

Con el 40% de la energía consumida directamente por la carga:  $X_d = 0,4$  y  $\eta_{40} \approx 0,86$  (con una batería de Li-Ion)

Notas:

1. Queda claro que, si una parte importante de la energía cosechada es consumida directamente por la carga, el aumento más importante en la eficiencia se obtiene en el caso del Hub-2 y -3, porque el consumo directo no solo evita la batería, sino también el inversor/cargador. En la práctica, el aumento no será tan pronunciado, ya que  $\eta_c$  y  $\eta_i$  son dependientes de la carga y descienden cuando la carga media del inversor/cargador se vuelve baja.
2. Tal y como se indica en la nota 1, la eficiencia de los distintos dispositivos que constituyen el centro de almacenamiento no es constante.  
El inversor/cargador tendrá una eficiencia baja en cargas bajas, y una eficiencia máxima en torno al 75% de su potencia nominal de salida. Ninguna pérdida de carga está en torno al 1% de la potencia nominal de salida.  
El inversor FV y el controlador de carga solar tienen un mejor rendimiento en cargas bajas, sin ninguna pérdida de carga de aproximadamente el 0,2% y el 0,05%.  
Las pérdidas en el cableado y los fusibles son proporcionales al cuadrado de la corriente que fluye por ellos, lo que resulta en pérdidas que aumentan con rapidez (= eficiencia decreciente) en cargas altas.  
La eficiencia de la batería de Li-Ion es la más constante de todas, ya que es virtualmente independiente de la corriente de carga/descarga y del estado de carga.
3. En el caso de la energía producida por el sol, en muchos hogares el consumo directo de la carga será muy inferior al 40%. Prácticamente todo el consumo (excepto el de la nevera y el congelador) tendrá lugar cuando la entrada fotovoltaica sea cero, sobre todo en el caso de que todas las personas de la casa se vayan al trabajo o al colegio por la mañana y vuelvan por la tarde.  
Únicamente cuando alguien se queda en casa, o en el caso de una oficina pequeña, un hotel u otro tipo de negocio, puede conseguirse un 40% o más de consumo directo.  
Por lo tanto, el Hub-1 será casi siempre la solución más eficiente para un hogar que emplee energía fotovoltaica.

### 6.3. Conclusión

Debido a continuas variaciones de la carga durante el día y de un día para otro, es imposible calcular de manera precisa la eficiencia del centro de almacenamiento. Además, debido a que la entrada fotovoltaica o eólica está sujeta normalmente a grandes variaciones, hacer cálculos precisos de la eficiencia es totalmente inútil.

En los siguientes ejemplos, se supone un 85% de eficiencia para sistemas con una batería de Li-Ion y un 75% para sistemas con una batería de plomo-ácido.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## 7. El Hub para viviendas conectadas a la red

### 7.1. Alimentación de la carga base con el Hub-1 y una batería de Li-Ion

En el caso de una cabaña para las vacaciones, una oficina pequeña o un hogar sin ninguna carga de las categorías 2 y 3, o bien si la carga base pudiera separarse de todos los electrodomésticos de alto consumo (pero únicamente teniendo en cuenta que en una casa ya construida tendría que renovarse toda la instalación eléctrica, y en una casa de nueva construcción tendría que planificarse muy bien la instalación) un inversor/cargador de 800 VA a 3000 VA sería la opción indicada.

#### 7.1.1. Batería de Li-Ion

Si el requisito es almacenar suficiente energía para alimentar la carga base durante todo un día de verano, serían necesarios de 4,4 kWh a 19 kWh de energía almacenada (ver tabla 2 o tablas 6-8 en la sección 9), más una pérdida de conversión del 6% (en el inversor/cargador), más un 20% para poder limitar la descarga de la batería de Li-Ion al 80% (para el nivel máximo de descarga de las baterías consultar sección 9.3).

La capacidad total de almacenamiento de energía tendría que ser, por lo tanto, de 5,8 kWh (familia de dos personas con un consumo responsable de energía) a 25 kWh (el hogar por encima de la media).

La capacidad de una batería de Li-Ion de 24 V tendría que ser entonces de entre 240 Ah hasta la friolera de 1000 Ah.

Mejor irse hasta los 500 Ah en 48 V en el último caso (ver tabla 8). La batería no será más cara, pero el cableado CC será más barato y menos voluminoso, y el controlador de carga producirá dos veces más energía en la misma corriente de salida.

Notas:

- Energía almacenada en la batería:  $E \text{ (kWh)} = Ah \times V \times 1000$ .
- En la práctica, no toda la energía producida durante el día se almacenará. Una parte será consumida directamente por la carga, lo que supone menos del 80% de descarga de la batería.
- Sección de cable: las pérdidas en el cableado son proporcionales a  $R \cdot I^2$ . El  $I$  real se vuelve dos veces menor cuando va de los 24 V a los 48 V, de modo que la sección del cable puede reducirse en una cuarta parte.

#### 7.1.2. Paneles solares

Aquí entran en juego muchos parámetros: superficie apta disponible, clima local, si el exceso de energía puede devolverse a la red, etc.

Nota:

La radiación solar en los días soleados de verano en paneles orientados al sur con inclinación axial  $\approx$  latitud es aproximadamente de 8 kWh/m<sup>2</sup>/día y relativamente independiente de la latitud.

La radiación solar media durante un mes soleado de verano es de 6-8 kWh/m<sup>2</sup>/día.

<http://rredc.nrel.gov/solar/pubs/redbook/>

La potencia nominal de salida de un panel solar (Wp) sale a 25°C y 1000 W/m<sup>2</sup> de radiación.

Por lo tanto, en un laboratorio la potencia de salida diaria de un panel FV de 1 kWp irradiado a 8 kWh/m<sup>2</sup>/día será de 8 kWh.

En la práctica, debido a una orientación imperfecta, a la alta temperatura del panel y a la acumulación de partículas en los paneles, la potencia de salida de un panel FV de 1 kWp irradiado a 8 kWh/m<sup>2</sup>/día será un 25% menor: 6 kWh en lugar de 8 kWh.

**La hipótesis en los cálculos en los siguientes párrafos es, por lo tanto, que en un día soleado de verano un panel solar de 1 kWp es irradiado con 8 kWh/m<sup>2</sup>/día y producirá 6 kWh/día, prácticamente en cualquier lugar del mundo.**

<https://www.nvenergy.com/renewablesenvironment/renewablegenerations/documents/PVPerformanceSummary.pdf>

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

La potencia de salida media diaria de un panel solar dependerá del clima local, y será más baja, y a menudo mucho más baja, que la potencia de salida en un día soleado de verano: ver tabla 4. ver tabla 4.

Latitud	Ciudad	Media salida anual kWh/kWp	salida anual media / día de verano soleado	Día de diciembre* medio/ día de verano soleado
60	Helsinki, Finlandia	800	39%	4%
61	Anchorage, Alaska	800	38%	6%
52	Ámsterdam, Países Bajos	900	43%	14%
48	Múnich, Alemania	1000	46%	18%
47	Seattle, EE.UU.	1000	46%	18%
43	Marsella, Francia	1500	68%	41%
41	Nueva York, EE.UU.	1250	58%	35%
37	Sevilla, España	1600	74%	50%
34	Los Ángeles, EE.UU.	1500	70%	63%
33	Phoenix, EE.UU.	1750	81%	61%
26	Miami, EE.UU.	1400	65%	56%

\*El peor mes en términos de potencia de salida FV en el hemisferio norte

Tabla 4: muestra que la enorme reducción de potencia de salida FV depende de la latitud

Si, por ejemplo, el requisito es recoger suficiente energía para abastecer la carga base en un día soleado de verano, será necesario un panel solar de 850 Wp para la familia de dos personas con un consumo responsable, y en torno a 3700 Wp para el hogar por encima de la media (ver tablas 6-8).

#### 7.1.3. Carga de la batería

Un BlueSolar MPPT 150/70 se encargará de un panel solar de 850 Wp, junto con una batería de 24 V (850 Wp\*ηm\*ηw / 24 V = 34 A corriente de carga necesaria).

Con un panel solar de 3700 Wp, una batería de 48 V es la mejor opción, y aún así serán necesarios dos controladores MPPT 150/70 \* (3700 Wp\*ηm\*ηw / 48 V = 74 A corriente de carga necesaria).

#### 7.1.4. Porcentaje del consumo de energía eléctrica suministrada por FV cuando se alimenta la carga base con Hub-1 y batería de Li-Ion

Como puede deducirse de la tabla 2, esta solución sencilla y de bajo coste proporcionará más del 70% de la energía eléctrica necesaria por día, al menos durante los días soleados de verano.

Y debido a que la potencia de salida FV nunca superará al consumo, no es necesario devolver energía a la red.

Nota:

Dependiendo de la latitud y del clima local, un porcentaje medio aproximado del consumo de energía eléctrica suministrada por FV a lo largo de un año, puede calcularse de la siguiente manera:

Consumo total anual de energía eléctrica (ver tablas 6-8):

$$E_y = 365 * (\text{consumo en verano} + \text{consumo en invierno}) / 2$$

Potencia de salida media FV utilizable al año (ver tabla 4):  $E_{ypv} = kWp * (\text{potencia de salida media anual}) * (\text{eficiencia del centro de almacenamiento})$

$$\text{Porcentaje cubierto por FV: } \alpha (\%) = 100 * E_{ypv} / E_y$$

Tomando, por ejemplo, el hogar medio en Sevilla (España) o en Ámsterdam (Países Bajos):

De la tabla 7:  $E_y = 4788 \text{ kWh}$

De la tabla 4:  $E_{ypv} = 1,643 * 1600 * 0,85 = 2234 \text{ kWh}$  (Sevilla) y  $1,643 * 900 * 0,85 = 1257 \text{ kWh}$  (Ámsterdam)

Porcentaje cubierto por FV:  $\alpha = 100 * 2234 / 4788 = 47\%$  (Sevilla) y  $26\%$  (Ámsterdam)

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## 7.1.5. ¿Cuánto autoconsumo?

Si los paneles solares tienen unas dimensiones tales que nunca recolecten más energía de la necesaria para la carga base (más las pérdidas), entonces se conseguirá el 100% de autoconsumo.

Una batería de menor capacidad puede dar como resultado un exceso de energía solar (una vez que la batería esté cargada por completo).

Este exceso podría devolverse a la red.

De manera alternativa, podría reducirse el tamaño de los paneles solares para que coincidiese con la capacidad de la batería.

## 7.1.6. ¿Qué pasa si la batería se descarga (invierno, mal tiempo)?

El inversor/cargador transferirá la carga a la red (sin interrupciones) y se apagará. El inversor/cargador puede configurarse para reiniciarse una vez que el sol y/o el viento haya recargado total o parcialmente la batería.

Una batería de plomo-ácido no debería utilizarse durante largos períodos de tiempo cuando esté parcialmente descargada.

Es necesario recargarla totalmente de manera regular empleando energía de la red o un generador.

## 7.1.7. ¿Qué pasa si hay un exceso de producción?

Esto puede ocurrir cuando la casa está vacía durante las vacaciones, por ejemplo.

El exceso de energía puede devolverse a la red.

Si no es posible devolver energía a la red, el controlador de carga limitará la energía tomada de los paneles solares, una vez que la batería se haya cargado por completo.

## **7.2. Carga base más otras aplicaciones listas para conectar (cargas de categoría 2 y 3) alimentadas por el Hub-1**

La sencilla configuración descrita en la sección anterior puede actualizarse fácilmente a un sistema más eficiente empleando la función GridAssist.

La capacidad CA máxima de paso de la energía de los modelos MultiPlus 800, 1200 y 1600 es 3,6 kW (16 A a 230 V). Hay disponibles modelos de 2 kVA y superiores con 6,9 kW o más capacidad de paso. Por lo tanto, las cargas de la categoría 2 pueden ser abastecidas con ayuda de la red. En caso de suficiente capacidad de paso, las cargas de alto consumo de la categoría 3 también podrían ser abastecidas por el MultiPlus o Quattro, con ayuda de la red.

De manera alternativa, las cargas de la categoría 3 podrían conectarse directamente a la red, evitando el MultiPlus o Quattro (asumiendo que haya una conexión monofásica a la red), o podrían conectarse a otra fase (en caso de una conexión trifásica a la red). **Debido al breve on-time de las cargas de la categoría 3, evitar el centro de almacenamiento es una solución práctica y con un impacto limitado en el rendimiento del autoconsumo.**

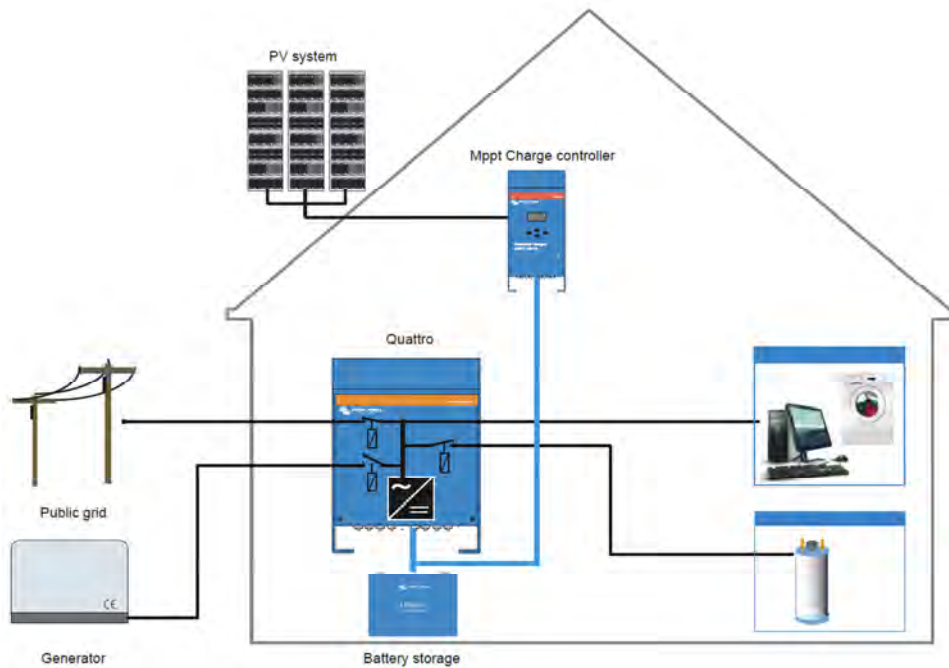
Por desgracia, con las cargas de la categoría 2 no es fácil evitar el centro de almacenamiento, ya que se mueven con frecuencia de un enchufe CA a otro (especialmente la aspiradora).

Nota:

Multiplus o Quattro

El MultiPlus tiene una entrada CA, mientras que el Quattro tiene dos entradas CA con un interruptor de transferencia integrado.

El Quattro puede conectarse a dos fuentes CA independientes, por ejemplo a la red y a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.



### 7.2.1. Batería, etc.

La energía diaria necesaria para las cargas de las categorías 2 y 3 es baja en comparación con la carga base (ver tabla 2). Por lo tanto, la capacidad de la batería y la energía FV deben aumentar en un 25% para poder abastecer también a estas cargas en un día soleado de verano.

### 7.2.2. Porcentaje de consumo de energía eléctrica cubierto por FV

En un día soleado de verano, estará cubierto aproximadamente el 100% de la energía eléctrica necesaria al día.

Y una aproximación del porcentaje medio del consumo de energía eléctrica cubierto por FV a lo largo de un año puede verse en la tabla 4, y modificarse después con las pérdidas:

Batería de Li-Ion:  $0,85 \cdot 74\% = 63\%$  para Sevilla and  $0,85 \cdot 43\% = 37\%$  para Ámsterdam.

Baterías OPzS:  $0,75 \cdot 74\% = 56\%$  para Sevilla and  $0,75 \cdot 43\% = 32\%$  para Ámsterdam.

### 7.2.3. ¿Cuánto autoconsumo?

Solo si se programa cuidadosamente, el consumo de energía de las cargas de las categorías 2 y 3 será relativamente constante en el día a día. Algo de exceso de energía puede estar disponible algunos días soleados de verano, y puede haber escasez otros días.

## 7.3. Alimentación de la carga base con los Hub-2 y -3

En lugar del controlador de carga solar, el inversor/cargador carga ahora la batería.

La consecuencia es que la corriente de carga necesaria puede ser el factor determinante para clasificar/ordenar el inversor/cargador.

Para alimentar la carga base de una hogar de dos personas con un consumo responsable en una día soleado de verano es necesario un panel solar de 850 Wp (ver sección 7.1). La corriente de carga máxima resultante (cuando toda la energía recolectada se emplea para cargar la batería) a 24 V es  $850 \text{ Wp} \cdot \eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v / 24 \text{ V} = 32 \text{ A}$ .

Esto significa que será necesario un MultiPlus 1600 VA (ver tabla 6).

Los paneles solares de 3700 Wp del hogar por encima de la media necesitarán un Quattro 8 kVA (o dos MultiPlus 5 kVA en paralelo, o 3 MultiPlus 3 kVA en configuración trifásica).

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Teniendo que reemplazar el controlador de carga solar por un inversor FV y con la necesidad de un inversor/cargador mucho mayor, la alternativa del Hub-2 ó -3 es claramente la solución más cara (y también la menos eficiente: ver sección 6).

No obstante, Hub-2 ó -3 pueden ser la mejor solución si:

- Se añade almacenamiento intermedio de energía a un panel solar FV más un inversor FV ya instalado.
- La tensión FV relativamente baja necesaria para abastecer al controlador de carga (máx. 150 V) y, por tanto, a una sección mayor de cable, es conveniente debido al largo recorrido del cable.

Notas:

- Incluso con algunas pérdidas extra en el cableado desde el panel FV hasta el controlador de carga solar, el Hub-1 sigue siendo la solución más eficiente. Consultar el manual del MPPT 150/70 para calcular las pérdidas del cableado CC.
- También es posible una combinación de Hub-1 con Hub-2 ó -3.
- La sensibilidad del inversor FV a las variaciones de la tensión CA (cuando las cargas de alto consumo están conectadas) puede reducir la potencia de salida FV (debido a fallos técnicos en la tensión que pueden causar cortes temporales en el inversor FV).

## 7.4. Carga base más otras aplicaciones listas para conectar (cargas de categoría 2 y 3) alimentadas por el Hub-2 ó -3

El inversor/cargador más potente (necesario para cargar la batería, consultar sección 7.3) podría abastecer las cargas de las categorías 2 y 3 con muy poco o ningún apoyo de la red.

La capacidad de la batería y el panel FV deberían aumentar en un 25% para ser totalmente independientes de la red en nuestro famoso día soleado de verano.

En ese caso, el autoconsumo estaría cerca del 100%.

Pero lograr esto tiene un precio: son necesarios más FV, más capacidad de batería y un inversor/cargador mucho más potente.

## 7.5. Problemática de los inviernos oscuros y lluviosos

En períodos de mal tiempo (que podrían alargarse durante días o semanas), la potencia de salida FV puede reducirse drásticamente a no más de un porcentaje muy reducido de su potencia máxima de salida en verano (ver tabla 4).

El panel FV puede aumentarse para proporcionar una potencia de salida suficiente, incluso en días menos soleados, lo que daría como resultando un excedente en días soleados que debería devolverse a la red. Pero aumentar el panel por diez o más es caro, y requiere de un espacio grande para el panel FV que es, por otro lado, bastante inusual.

También es extremadamente caro aumentar la capacidad de la batería para poder abastecer en semanas con una potencia de salida muy baja o cercana a cero.

Las soluciones más comunes para compensar una energía FV insuficiente son:

- Usar energía de la red eléctrica.
- Instalar un sistema micro-CHP de gas (potencia y calor combinados). El micro-CHP proporcionará el calor y la energía eléctrica necesarios cuando el sol (y/o el viento) no estén presentes.
- Instalar un generador diesel.

## 8. El Hub no conectado a la red

### 8.1. Micro-CHP

En las zonas densamente pobladas, si quiere desconectarse de la red puede hacerlo agregando un micro-CHP de gas al sistema.

Generar calor con electricidad es fácil mientras que a la inversa, generar electricidad con calor, no lo es. Por lo tanto es preferible un micro-CHP con una eficiencia eléctrica alta.

Los pocos sistemas micro-CHP de alta eficiencia probados (25% electricidad, 75% calor) se basan en un generador accionado por un pequeño **motor de combustión interna y de larga vida** que funciona con gas natural o propano. La electricidad producida por el generador se consume directamente o se almacenada en la batería. Al mismo tiempo, se captura el calor del motor para crear energía térmica. El calor se utiliza para la calefacción central y/ o para producir agua caliente. Para obtener más información, véase por ejemplo <http://www.bhkw-infothek.de/>

Los sistemas basados en el **motor Stirling** tienen una menor eficiencia eléctrica (10 a 15% de la electricidad, 90 a 85% de calor) que puede provocar una producción excesiva de calor en un sistema no conectado a la red verdadero.

El micro-CHP de **células de combustible** es todavía una promesa de futuro.

La potencia eléctrica de salida del micro-CHP debe ser mínimamente igual a la potencia media requerida. Esto no es difícil de lograr: incluso el promedio de invierno del hogar por encima de la media es 32,12 kWh por día (ver tabla 8), lo cual es inferior al promedio de 1,4 kW en un período de 24 horas.

Si la instalación se realiza en combinación con paneles solares térmicos y fotovoltaicos, el sistema micro-CHP se utilizará principalmente durante el invierno. El inversor/cargador debe estar dimensionado para alimentar toda la casa. Como puede verse en la tabla 2, se necesitarán de tres hasta dieciséis kVA.

Se recomienda utilizar gas para cocinar y para el secado de la ropa, y el llenado en caliente para la lavadora y el lavavajillas para así reducir la potencia máxima necesaria.

La capacidad de la batería es suficiente para cubrir un día de consumo eléctrico en verano ya que los períodos de funcionamiento del sistema micro-CHP pueden sincronizarse con los períodos más elevados de consumo de electricidad.

El sistema micro-CHP se ejecutará en paralelo con el inversor cargador, similar al inversor FV del Hub-2 ó -3.

El exceso de energía se utilizará para recargar la batería, y la insuficiencia de electricidad se complementará con la energía de la batería (función PowerAssist del MultiPlus y inversor/ cargador Quattro).

El calor (calor del motor más calor de escape) puede utilizarse para el sistema de calefacción y para calentar la caldera.

Cuando se utilizan plenamente tanto la producción eléctrica como la producción calórica, la eficiencia del micro-CHP es de un 98%. (Es decir, el 98% del contenido calórico del gas quemado se transforma en calor útil y electricidad).

Y con el 40% de la producción eléctrica consumida directamente por la carga, la eficiencia del Hub, incluyendo el micro-CHP, será del 86% aproximadamente en el caso de una batería de Li-Ion (ver sección 6.2).

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Nota:

En el caso de las dos personas **concienciadas con la energía**, el consumo diario de agua caliente será de 100 a 150 litros (incluyendo lavado en caliente de lavavajillas y lavadora), la cual necesita de 5 a 7 kWh de calor para aumentar su temperatura a 40°C.

(Capacidad de calor específico del agua:  $C = 4,2 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{K}) \approx 1,2 \text{ Wh}/(\text{liter}\cdot^\circ\text{C})$ , véase [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_capacity](http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_capacity) )

Al 25% de eficiencia eléctrica, el sistema micro-CHP producirá  $25/75 = 0,33$  kWh de energía eléctrica por kWh de calor.

Con 6 kWh de calor necesario, la producción eléctrica del sistema micro-CHP será de 2 kWh.

La energía eléctrica disponible es de 1,7 kWh contando con un 15% de pérdida (85% de eficiencia) en el hub.

El consumo total diario de energía eléctrica durante el invierno es de 7,5 kWh/ día (ver tabla 6).

Esto significa que el sistema micro-CHP cubrirá aproximadamente el 23% del consumo de electricidad de los hogares de dos personas concienciadas con la energía sólo cuando se ejecuta para producir el agua caliente necesaria.

Si durante el invierno es necesaria la calefacción, se producirá mucha más energía eléctrica:

En los Países Bajos el consumo medio de gas natural por año para calentar una casa independiente de 2000 m<sup>3</sup>.

El contenido calórico del gas natural es de 32 MJ/m<sup>3</sup> y 1 kWh = 3,6 MJ.

La necesidad energética media por día durante los 6 meses que se necesita calefacción es:  $32 \text{ MJ}/\text{m}^3 \times 2000 \text{ m}^3 / 182 \text{ días} = 352 \text{ MJ} / \text{día}$ , o 97 kWh por día.

Con 97 kWh de calefacción necesarios por día, la producción eléctrica diaria de micro-CHP sería  $97 \times 0,33 = 32$  kWh.

Este sería el consumo medio de energía eléctrica por día de invierno de la casa señalada anteriormente (véase la tabla 8).

Es evidente que el micro-CHP es la solución preferida en zonas más frías donde la calefacción es necesaria en el hogar.

## 8.2. Generador diesel

En las zonas remotas donde no se dispone de electricidad de la red o esta no es de confianza, la solución tradicional sería instalar un generador de motor diesel (generador). El generador dispondrá de una potencia nominal suficiente como para cubrir el requerimiento de electricidad más elevado.

El generador es mucho más barato (por kVA tasados) y más fácil de instalar y usar que el micro-CHP, pero es ruidoso, maloliente, menos eficiente (se pierde calor) y requiere un mantenimiento frecuente.

Además tiene una vida útil mucho más corta.

Nota:

El generador diesel tradicional puede modificarse para que se parezca más a un sistema micro-CHP de gas, principalmente modificaciones para reducir el ruido y para disminuir el mantenimiento, y añadiendo un sistema de recuperación del calor del motor.

Para obtener más información, consulte <http://www.bhkw-infothek.de/>

Cuando se ejecuta las 24 horas del día durante los 7 días de la semana o la mayor parte del día, la solución tradicional del generador diesel tiene dos desventajas principales:

### Mantenimiento y vida útil

Los generadores necesitan un mantenimiento frecuente: cambio de aceite cada 500 horas, cambio de la correa cada 1000 horas, etc.

La vida útil de un buen generador de 1500 rpm es de unas 10.000 horas (= 3 años si se ejecuta 24/7).

Consumo de combustible con poca carga



Un generador de 10 kW consume entre 3 y 3,5 kg de combustible (= 3,7 a 4,4 litros) por hora cuando se enciende una carga de 10 kW.  
 Y con una carga cero aún consume 1 kg/h. (Véase el gráfico 1).

Ejecutar un generador las 24 horas del día 7 días a la semana que da suministro a un hogar con un promedio máximo de carga de menos de 10% (véase la tabla 3), es una solución extremadamente ineficiente y costosa, debido al mantenimiento y a la vida de servicio por kWh producido, y especialmente debido al elevadísimo consumo específico de combustible (= consumo de combustible por kWh producido).

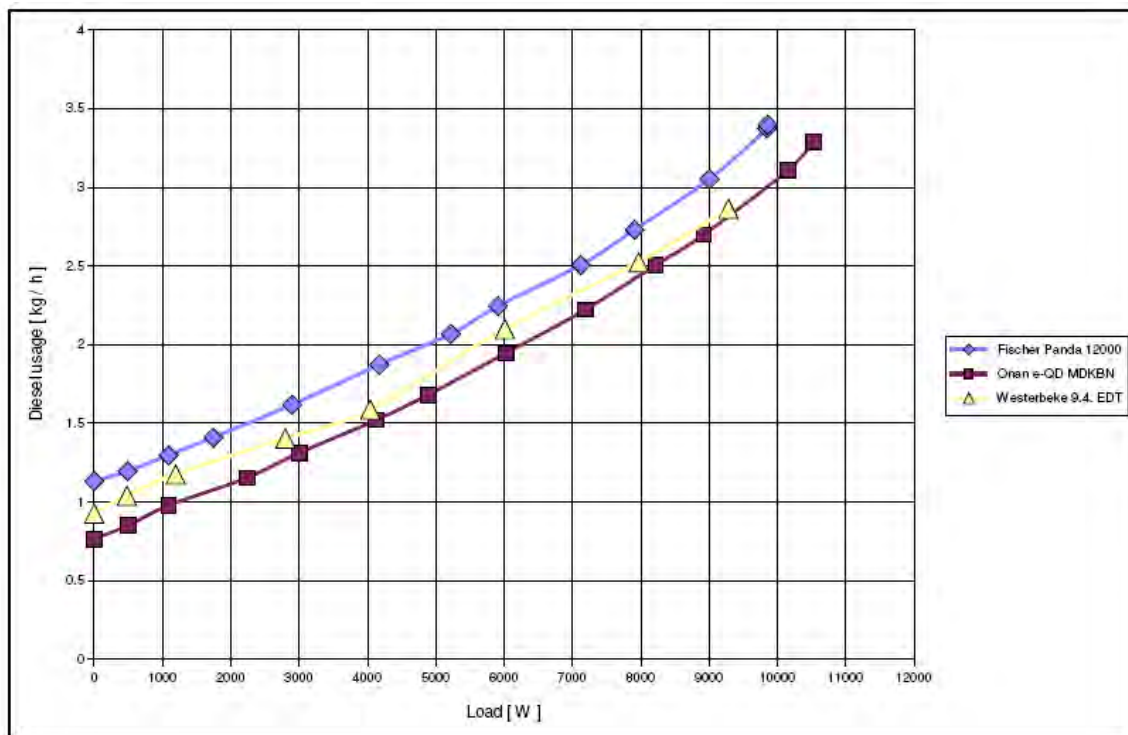


Gráfico 1: Consumo de combustible de los tres generadores diésel de 1500 rpm, potencia máxima 9-11 kW

Como se muestra en el gráfico 1, cuando el generador funciona próximo a la carga máxima (10 kW), el consumo específico de combustible es de unos 0,3 kg por kWh.

Cuando se opera con carga de 500 W, el consumo específico de combustible es de alrededor de 2 kg por kWh.

Un generador de 10 kW funcionando las 24 horas/7 días y quemando una media de 1kg/hr para dar suministro a un hogar medio consumirá unos 9.000 kg (!) de combustible por año para producir los 4,788 kWh necesarios (véase la tabla 70).

Sin gas butano o propano para cocinar y para el agua caliente, la solución todo eléctrico aumentaría la energía eléctrica diaria necesaria con 8 kWh y 21 kWh, y la carga media del generador se aproximaría a 1 kW. Como se puede observar en el gráfico 1, esto sólo aumentaría de manera marginal el consumo de combustible a unas 10 toneladas/año.

Y si se instala un generador más grande para hacer frente a cargas más elevadas potencialmente más altas, el consumo de combustible será aún mayor.

El Gráfico 2 muestra la eficiencia absoluta de tres generadores, con una capacidad de 3,5 kW, 7 kW y 11 kW respectivamente. Claramente, la eficiencia absoluta es de alrededor de 25% en el punto de carga más eficiente. Esto significa que incluso cuando se usa en su punto de carga más eficiente,

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

sólo el 25% del contenido calórico del combustible diésel (el contenido calórico del diésel de automoción es de aproximadamente 45,6 MJ/kg, o de 12,7 kWh/kg) se convierte en energía eléctrica. El restante 75% se transforma en calor y se evacúa a través de los gases de escape y del sistema de refrigeración del motor.

Nota:

Para obtener más información sobre los generadores véase el Test Generador Marino VE que puede descargarse a través de [www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)

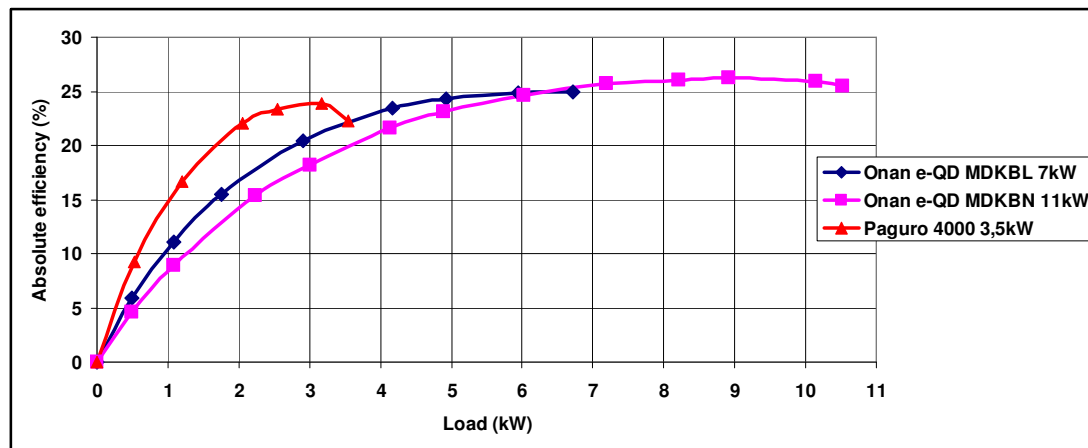


Gráfico 2: Eficiencia absoluta de tres generadores representativos

Como puede observarse en el gráfico 2, la eficiencia del generador se reduce un 5-10% cuando se opera con 500 W de carga.

Evidentemente esto puede mejorarse.

Opción 1: añadir un inversor-cargador de potencia baja solamente para los periodos nocturnos de poca carga

Por ejemplo MultiPlus C 24/1600/40.

El inversor de 1600VA alimentará la carga base. Sin embargo una carga repentina adicional, como una lavadora, hará que el MultiPlus entre en modo de protección de sobrecarga, y se apagará el suministro de CA.

Para evitar esto, el generador debe estar en línea antes de encender cualquier carga pesada.

En la práctica esta opción funciona bien si el inversor/cargador suministra la carga base durante la noche y el generador está encendido durante el día.

Con el generador apagado durante 8 horas al día, el consumo de combustible al año por un hogar medio sin red eléctrica se reduciría a  $10.000 (24-8)/24 = 6.700$  kg

Opción 2: inversor/cargador de alta potencia para reducir sustancialmente el tamaño del generador y las horas de funcionamiento

La potencia del inversor debe ser la suficiente como para soportar cargas elevadas hasta que el generador esté en línea.

La señal de arranque del generador automático dependiente de la carga la puede generar el inversor/cargador. Además el inversor/cargador, el monitor de la batería o el BMS de la batería de Li-Ion pueden emitir una señal de "batería descargada" para que el generador arranque. Por lo tanto el sistema puede funcionar de manera totalmente automática.

Con referencia a la tabla 2, el índice combinado "Multi/Quattro + generador" debe ser de entre 10 kW y 20 kW.

Así el generador funcionará sólo durante los períodos en que se necesita una potencia elevada, y con ayuda de **PowerAssist** el inversor/cargador podrá configurarse para operar el generador en su punto de potencia más eficiente: aproximadamente el 80% del valor de su placa de identificación kW. Cualquier exceso de potencia disponible se utilizará para cargar la batería, mientras que la insuficiencia de potencia se complementará con energía de la batería.

El hogar medio completamente eléctrico (sin gas butano o propano para cocinar y agua caliente) necesitará un promedio de 21 kWh por día suponiendo un 85% de eficiencia para el Hub de Li-Ion, por lo tanto la potencia total necesaria sería de  $21/0,85 = 25$  kWh

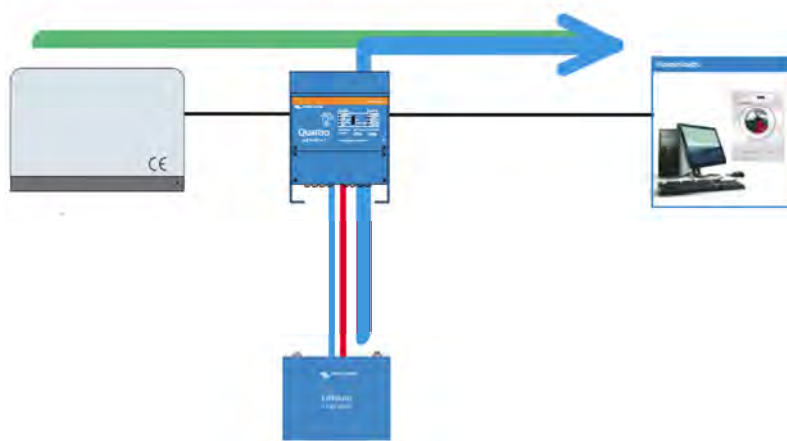
Con un inversor/cargador de 10 kVA podría reducirse la potencia del generador a 7 kVA.

Un generador de 7 kVA con una carga de entre 4 y 5 kW funcionará alrededor de 6 horas al día (si hay entrada de energía solar/ eólica).

La eficiencia será del 25%, (0,3 kg de combustible por kWh) y el consumo anual de combustible será de  $0,3 \text{ kg/kWh} \times 25 \text{ kWh} \times 365 \text{ días} = 2.700 \text{ kg}$ .

Menos de un tercio de la solución 24/7.

Con una batería OPzS, el consumo de combustible será de  $0,3 \text{ kg} / \text{kWh} \times (21/0,75) \text{ kWh} \times 365 \text{ días} = 3100 \text{ kg}$ .

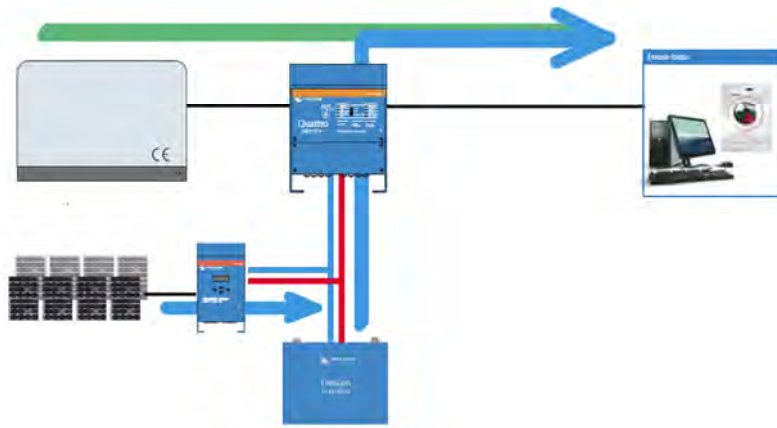


Decidimos poner calefacción eléctrica en el suelo del baño (3 kWh/día) y una piscina (sin calefacción, solo con bomba: 5,6 kWh/día). Esto aumentaría el consumo de combustible anual a 3.800 kg (Li-Ion) o 4.300 kg (OPzS)

#### Energía solar y/o eólica para reducir aún más las horas de funcionamiento

Se trata por supuesto del siguiente paso para reducir aún más las horas de funcionamiento y el consumo de combustible. Puede utilizarse tanto el Hub-1 como el Hub-2, pero el Hub-3 no es una opción en este sistema debido a que el inversor FV se apagará cuando el generador no esté en funcionamiento.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA



## ¿Generador trifásico o monofásico?

El problema con un generador de potencia (relativamente) baja es equilibrar las cargas durante las tres fases.

Un generador de 10 kVA, por ejemplo, puede suministrar 3,3 kVA por fase.

## ¿Cómo conectar las cargas de un hogar medio?

La conexión de una lavadora, una secadora y un lavavajillas cada uno a una fase diferente dejaría una potencia muy limitada para otras cargas que pueden estar encendidas de manera simultánea. Podrían conectarse una lavadora, una secadora y un lavavajillas a una fase, siempre y cuando estos electrodomésticos no se utilicen al mismo tiempo. Todos los demás aparatos podrían distribuirse entre las otras dos fases.

En situaciones extremas puede ocurrir que una fase esté totalmente cargada o incluso sobrecargada y otra fase esté operando casi a carga cero.

Al cablear todas las cargas a un generador monofásico se elimina el problema de balanceo de la carga.

## Bombas trifásicas

Las bombas de piscinas y de agua son a menudo trifásicas, pero de potencia nominal no superior a 3 kVA.

La solución es añadir un **variador de frecuencia con entrada monofásica**. El variador de frecuencia se conectará a una alimentación monofásica y también eliminará el pico de corriente de arranque.

## El suministro de cargas elevadas sólo se realiza cuando el generador está en marcha

Durante los días nublados o en invierno, cuando la energía solar tiene que ser complementada con la alimentación del generador, el generador debe funcionar durante periodos de alta demanda de energía o, en su defecto, se pueden encender las cargas de potencia elevada (bombeo de agua, calentamiento de agua) si el generador está en marcha.

Los inversores/cargadores Multi y Quattro tienen una segunda salida programable CA para este fin. Esta salida conectará las cargas adicionales con 1 minuto de retraso para permitir la estabilización del generador.

**PowerAssist** tendrá en cuenta estas cargas adicionales (lo cual no sería el caso si se conecta directamente al generador).

## 9. Definición: el sistema 100% FV y 100% batería

De la sección 7.1.2:

La radiación solar en los días soleados de verano en paneles orientados al sur con inclinación axial  $\approx$  latitud es aproximadamente de 8 kWh/m<sup>2</sup>/día y relativamente independiente de la latitud.

Con esta (vaga) aproximación es posible hablar de salida de FV independientemente de la latitud y el clima local, y ajustarse a las condiciones locales, con la ayuda de la tabla 4.

Teniendo en cuenta esta aproximación, puede ser muy clarificador discutir la producción FV en unidades de producción durante días soleados de verano ( $\approx$  6 kWh por kWp como se explica en la sección 7.1.2) y, en cuanto a la relación del consumo con la producción, para discutir FV en relación con el consumo de una casa, una pequeña oficina, un taller o cualquier otra situación en la que la energía eléctrica diaria necesita valores entre uno kWh y 100 kWh.

Por lo tanto se discutirá la producción de las placas FV los días soleados de verano y, de manera similar, la capacidad de almacenamiento útil de la batería, en términos de consumo energético diario.

El sistema 100% FV se define como aquel sistema necesario para cubrir el 100% del consumo de energía eléctrica de una casa particular o similar en un día soleado de verano.

Un sistema 50% FV podría cubrir el 50% del consumo de energía en un día soleado de verano.

De manera similar, una batería 100% es una batería con suficiente capacidad de almacenamiento utilizable que almacena la energía necesaria para un día de verano.

## 10. Coste

### 10.1. Autoconsumo: capacidad de almacenamiento óptima

El autoconsumo es un fenómeno relativamente nuevo. Su creciente popularidad se debe al aumento del precio de la electricidad y al mismo tiempo al descenso de las tarifas de alimentación a la red eléctrica (feed in tariff). Vender el exceso de energía FV por unos 15 céntimos de euro por kWh al mediodía y comprarla de nuevo por la noche por 25 céntimos de euro parece un mal negocio. Es mejor almacenar ese exceso para un uso posterior.

Desde un punto de vista puramente económico, el almacenamiento intermedio sería una propuesta interesante si el coste adicional fuera inferior al coste de vender electricidad por un precio bajo y comprarla de nuevo más tarde a un precio elevado.

No es tan sencillo encontrar una justificación financiera para el almacenamiento intermedio que sea razonablemente precisa. A excepción de las regiones desérticas de latitud baja donde el sol brilla todos los días, la producción FV estará sujeta a las variaciones extremas del día a día y de las diferentes estaciones del año. Instalar placas FV más un almacenamiento de energía que cubra el 100% de las necesidades de energía de un día soleado de verano (la solución autoconsumo 100%) no es óptimo en las regiones de latitud alta: la batería sería demasiado grande los días nublados e incluso podría detenerse los días oscuros de invierno incluso cuando la producción FV es casi cero. Lo que sí puede afirmarse es:

- La capacidad óptima (económicamente) de almacenamiento incrementa con el aumento de la diferencia entre el precio de la electricidad y las tarifas de alimentación a la red eléctrica (feed in tariff).
- La capacidad de almacenamiento óptimo disminuye con la latitud (y también depende del clima local).
- La capacidad óptima de almacenamiento aumenta cuando disminuye el coste del sistema.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Ya que (aún) no hemos ideado un método simple para calcular aproximadamente la capacidad óptima de almacenamiento intermedio, simplemente asumimos que se trata del 30% de la producción de las placas FV de un día soleado de verano.

Otro punto es que el autoconsumo propio es necesario para asegurar la estabilidad de la red. Un sistema con capacidad de almacenamiento limitada se comportará como un sistema sin almacenamiento intermedio una vez que la batería esté completamente cargada. En un día soleado de verano, la batería puede cargarse completamente antes del mediodía y no ser de utilidad para atenuar las fluctuaciones y limitar la retroalimentación cuando más se necesita.

Por lo tanto puede suponerse que en un futuro próximo se establecerá un límite de un tipo u otro para la cantidad de electricidad reversible a la red.

El límite puede ser por ejemplo que la retroalimentación no supere nunca un porcentaje del valor  $P_w$  de las placas. Con un límite de 60%, por ejemplo, la potencia de realimentación no debe exceder el 60% de la potencia FV instalada.

A continuación se calcula una aproximación irregular a la energía que se desperdiciaría o que podría almacenarse mejor en una batería como resultado de tal regulación:

Suponiendo que la producción de las placas puede aproximarse por un semicírculo (comenzando en cero por la mañana, incrementando la producción máxima al mediodía y volviendo a cero por la tarde), se representa mediante un segmento circular verde en la figura 5 la energía que no debe revertirse a la red (podría revertirse más tarde ese día).

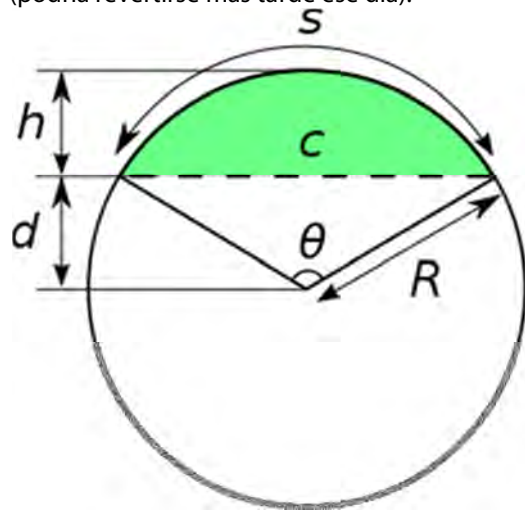


Figura 5: Limitación de la reversión de exceso de potencia a la red

Con  $P_w = R = 1$ ,  $d \cdot P_w$  es la potencia máxima que puede revertirse a la red.

El área  $A$  del segmento circular verde es

$$A = (R^2/2) \cdot (\theta - \sin\theta) \quad \text{con } \theta = 2\arccos\frac{d}{R}$$

(véase [http://en.wikipedia.org/wiki/Circular\\_segment](http://en.wikipedia.org/wiki/Circular_segment))

Y el área del semicírculo es  $C = (1/2) \cdot \pi R^2$

Con estas fórmulas, el porcentaje que debe "recortarse" para limitar la reversión para  $d \cdot P_w$  puede calcularse para diferentes valores de  $d$ :

$$d = 0,6: C/A = 0,45/1,57 \approx 0,3$$

$$d = 0,5: C/A = 0,61/1,57 \approx 0,4$$

$$d = 0,4: C/A = 0,79/1,57 \approx 0,5$$

(Véase <http://www.handymath.com/cgi-bin/arc18.cgi>)

Si  $d = 0,6$  (lo que significa que la reversión en la red nunca debe superar el 60% del valor  $P_w$  de las placas), el área verde representa el 30% del semicírculo, y por lo tanto al menos el 30% de la producción de las placas debe ser absorbida por la carga y/ o almacenada en la batería.

En este caso, suponiendo que la carga es cero, eficiencia de sistema 100% y batería descargada por la mañana, el **almacenamiento de la batería podría reducirse al 30%** de la producción FV en un día soleado de verano al mismo tiempo que se cumplen la regulación (hipotética) para el autoconsumo. La batería se usaría entonces para almacenar el contenido de energía de la zona verde, mientras que la producción restante de las placas solares podría revertirse a la red.

Nota:

La alternativa es simplemente limitar la potencia del inversor de red al 60% del  $P_w$  instalado: no sería necesario el almacenamiento y el 30% de la producción de las placas se desperdiciaría en los días soleados de verano.

## 10.2. Sistema no conectado a la red: capacidad de almacenamiento óptima

Cuando está disponible un micro-CHP o un generador, se acepta como regla general la capacidad utilizable suficiente que cubre un día completo.

Si el sol y/ o viento son las únicas fuentes de energía, será necesaria una combinación de placas FV de gran tamaño y/ o una producción eólica y una gran capacidad de batería (es decir, más del 100% tal como se define en la sección 9) para cubrir los períodos bajos de FV o de producción eólica.

## 10.3. Batería: ácido-plomo o Li-Ion, 2ª parte.

### 10.3.1. Fosfato de hierro y litio

Una batería de fosfato de hierro y litio ( $\text{LiFePO}_4$  o LFP) no debe descargarse preferiblemente menos del 20% de su capacidad nominal. Puede descargarse unas 2000 veces hasta 20%, y puede volver a cargarse hasta casi el 100% (descargarla por debajo del 20% regularmente reduciría la resistencia cíclica desproporcionadamente).

La capacidad Ah útil (y kWh) es por lo tanto el 80% de su valor nominal.

### 10.3.2. Plomo ácido de placa tubular

Las baterías de plomo-ácido de **placa tubular** ya sean inundadas (OPzS: Ortsfeste Panzerplatte mit Spezialeseparator) o en gel (OPzV) son bastante robustas, y han demostrado un buen funcionamiento en los sistemas no conectados a la red. Esto es según nuestra propia experiencia, así como según varias pruebas:

<http://www.cres.gr/kape/publications/photovol/5BV-335.pdf>

[http://www.iea-pvps.org/index.php?id=9&elD=dam\\_frontend\\_push&docID=376](http://www.iea-pvps.org/index.php?id=9&elD=dam_frontend_push&docID=376)

Normalmente puede descargarse al 30% de su capacidad  $C_{10}$  pero la eficiencia de carga pasa a ser muy baja y la aceptación de la corriente de carga se reduce considerablemente una vez que la batería se ha cargado hasta el 80%.

Por lo tanto, estas baterías deberían ciclarse entre 80% y 30%, y recargarse regularmente al máximo (100%) para evitar la sulfatación.

Una segunda razón para recargar regular y completamente la batería OPzS es la estratificación del ácido.

([http://batteryuniversity.com/learn/article/water\\_loss\\_acid\\_stratification\\_and\\_surface\\_charge/](http://batteryuniversity.com/learn/article/water_loss_acid_stratification_and_surface_charge/))

Las baterías OPzS y OPzV tienen una alta resistencia interna y por lo tanto la eficiencia y la capacidad disponible se reducen sustancialmente con corrientes de carga y descarga elevadas. (Para más especificaciones véase

<http://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet%20-%20OPzS%20batteries%20-%20rev%2004%20-%20EN.pdf>)

### 10.3.3. Plomo-ácido VRLA de placa plana inundada y de placa plana

Hay disponibles muchos tipos diferentes de baterías de placa plana inundada y VRLA (plomo-ácido valvo-regulada: gel y AGM), y en general, las mejores son también las más caras. Sin embargo,

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

según nuestra experiencia todas ellas son menos robustas que la placa tubular OPzV y especialmente las baterías OPzS en términos de capacidad cíclica, así como de riesgo de sulfatación.

Victron Energy vende una gama de baterías de placa plana de descarga profunda VRLA (Gel y AGM) cuyas placas son más gruesas que las de las baterías de automóvil y que las de las baterías VRLA de menor coste. Esto se traduce en un rendimiento cíclico razonable aunque no se elimina el riesgo sulfatación.

(Para más especificaciones véase

<http://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet%20-%20GEL%20and%20AGM%20Batteries%20-%20rev%2007%20-%20EN.pdf> )

Se aconseja limitar la descarga de estas baterías al 50% de su capacidad nominal  $C_{20}$ .

Al igual que las baterías de placa tubular, la eficiencia de carga es muy baja y la aceptación actual de la carga se reduce sensiblemente una vez que la batería se ha cargado hasta el 80%.

Por lo tanto estas baterías deberían ciclarse entre 80% y 50%, y cargarse regularmente al máximo (100%) para limitar la sulfatación.

En la siguiente tabla se comparan los diferentes tipos de baterías.

	Placa plana AGM	Placa tubular inundada (OPzS)	Placa tubular gel (OPzV)	Li-Ion LiFePO <sub>4</sub>
Coste por kWh nominal	€ 188	€ 312	€ 432	€ 1.233
Capacidad utilizable	30%	50%	50%	80%
Coste por kWh utilizable	€ 627	€ 624	€ 864	€ 1.541
Eficiencia @ I = 0,1C <sup>2</sup>	80%	80%	80%	92%
Eficiencia @ I = 0,5C	70%	60%	60%	92%
Cantidad de ciclos @ 25°C	750 - 1500 <sup>1</sup>	2500	2000 - 2500	2000
Volumen por kWh utilizable	11,3 cm <sup>3</sup>	15,4 cm <sup>3</sup>	15,4 cm <sup>3</sup>	8,7 cm <sup>3</sup>
Peso por kWh utilizable	82 kg	82 kg	82 kg	17 kg
Aplicación	uso de temporada casa vacacional no conectada a la red	ciclo de un año casas, pequeñas oficinas, talleres, etc	ciclo de un año casas, pequeñas oficinas, talleres, etc	ciclo de un año casas, pequeñas oficinas, talleres, etc
Se puede instalar en zona habitable	sí	no	sí	sí
Necesita recarga completa periódica	sí	sí	sí	no
Necesita mantenimiento periódico	no	sí	no	no

Notas:

- 1) Como resultado de su relativa fragilidad, las baterías de placa plana AGM y gel (y en menor medida OPzV) de bajo coste rara vez alcanzan en la práctica el número de ciclos (1500) que se logran en los laboratorios.
- 2) 0,1 C significa una corriente de carga y descarga de 0,1 veces la capacidad nominal en Ah. Para una batería de 100 Ah esta corriente sería de 10 A

Tabla 5: Comparación de las baterías



## 10.4. Las placas FV

La reducción reciente a nivel mundial de las tarifas de alimentación a la red eléctrica (feed in tariffs) ha supuesto un exceso de capacidad, en vez de una escasez, de placas FV y una reducción enorme de los precios.

Como puede deducirse de la tabla 6-8 el coste del sistema 100% FV es de un 20% del coste total, mientras que la batería 100% Li-Ion representa el 70% del total.

Si no hay restricciones en la zona (tejado) disponible, las placas FV pueden ampliarse sustancialmente con un efecto limitado en el precio total.

Si las regulaciones locales recompensan la reversión a la red obviamente esto habría que hacerlo. Duplicar el área daría como resultado el autoconsumo del 50% en un día soleado de verano, y se recolectaría energía suficiente para alimentar el hogar durante casi todo el año (dependiendo del clima local, véase el tabla 4) hasta una latitud de 45 grados.

Incluso si las regulaciones locales no premian o incluso prohíben revertir a la red, también sería ventajoso tener un poco de exceso de capacidad en los días soleados de verano para así tener más energía otros días.

## 10.5. Ejemplos: coste de los componentes principales

Las siguientes tablas detallan las opciones que se han comentado para el autoconsumo, con una indicación del coste de cada uno de los componentes principales y en base a los precios recomendados de Victron Energy.

### 10.5.1. En resumen:

Se analizaron tres hogares, cada uno de ellos detallado en una de las tablas siguientes:

Hogar de dos personas concienciadas con el uso de la energía

Hogar medio

Hogar por encima de la media

Con estos tres ejemplos pueden definirse fácilmente los requisitos y costes para otras aplicaciones, tales como una pequeña oficina o taller.

La hoja de cálculo con la que se crearon las tablas puede descargarse a través de [www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com).

Para cada hogar se identificaron tres tipos de cargas:

**Categoría 1: la carga base**, la cual consiste principalmente en aparatos de baja potencia que se encienden de forma permanente o durante largos períodos de tiempo cada día. La carga base tiene por tanto una relación kW/kWh baja y puede ser alimentada por medio de una batería más un inversor de baja potencia. La carga base es de lejos el mayor consumidor de electricidad en el hogar.

**Categoría 2: aparatos listos para conectar**, los cuales pueden moverse fácilmente de un enchufe a otro (especialmente la aspiradora) y que se utilizan durante periodos de tiempo cortos. Estas cargas tienen una relación kW/kWh elevada pero no pueden separarse fácilmente de la carga base.

**Categoría 3: cargas fijas** las cuales siempre están conectadas a la misma toma. A veces es posible saltarse el Hub y conectar estas cargas directamente a la red, reduciendo así la potencia pico requerida. Para fines de calefacción, la energía eléctrica pico necesaria también puede reducirse mediante el uso de energía solar térmica y/ o gas en lugar de electricidad.

Con un **sistema de gestión de la carga** pueden activarse varias cargas de categoría 3 cuando el sol está brillando, lo que aumenta el autoconsumo sin ser necesaria la capacidad de almacenamiento de una batería adicional.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## 10.5.2. Las tres primeras tablas (tabla 6-8) reflejan los ejemplos tal y como se expusieron en la sección 7

- **Placas FV:**

Las placas FV se han dimensionado para obtener energía suficiente para abastecer el 100% de la energía requerida por una o más categorías de carga en un día soleado de verano.

El fundamento de esta elección es que:

- En un día soleado de verano la energía obtenida a partir de un panel solar es casi la misma en todo el mundo. Las tablas son por lo tanto aplicables a nivel mundial.
- Con un almacenamiento suficiente en la batería, el autoconsumo se acercaría al 100% incluso en un día soleado de verano.

La consecuencia es que en todos los demás días del año la cantidad de energía obtenida no será suficiente para cubrir el consumo. La red tendrá que suministrar energía adicional. Sin embargo, el autoconsumo será siempre 100%.

- **Batería de Li-Ion:**

La batería de Li-Ion se ha dimensionado para almacenar la energía necesaria para una o más categorías de carga durante un día de verano. Por tanto se asegura el autoconsumo 100% de todo un año. Sin embargo, la batería estará sobredimensionada aquellos días del año en que menos energía se colecta.

La batería de Li-Ion es de lejos la parte más cara del sistema.

## 10.5.3. Tabla 9 a 11: los tres hogares con batería OPzS

- **Batería OPzS:**

En estas tablas, se ha remplazado la batería de Li-Ion por una batería OPzS, de nuevo dimensionada para almacenar la energía necesaria para una o más categorías de carga en un día soleado de verano. Por tanto se asegura el autoconsumo 100% de todo un año. Sin embargo, la batería estará sobredimensionada todos aquellos días del año en que menos energía se colecta. La capacidad nominal de almacenamiento de energía es mayor porque la capacidad útil se reduce a un 50% en comparación con el 80% de la batería de Li-Ion (ver sección 10.3.3).

- **Placas FV:**

El sistema FV ha vuelto a dimensionarse para colectar energía suficiente y así suministrar el 100% de la energía requerida por una o más categorías de carga en un día soleado de verano.

El sistema Pw ligeramente más grande refleja la menor eficiencia de la batería OPzS en comparación con la de Li-Ion.

Sin embargo, el coste total del sistema es mucho menor que la opción Li-Ion.

Con el almacenamiento de la batería al 100% y el FV al 100%, la columna denominada Categoría 1+2+3 en las tablas 6 a 11 es representativa de una situación no conectada a la red y con suficiente energía FV como para evitar poner en marcha el sistema micro-CHP o generador en los días soleados de verano. Las horas de funcionamiento del micro-CHP o generador pueden reducirse aún más mediante el sobredimensionamiento de las placas FV y/ o la batería.

## 10.5.4. Tablas 12 a 14: El almacenamiento de energía de la batería se ha reducido a un 30% de la producción de FV

Las tablas 12 a la 14 constan de 5 tablas secundarias que resumen el coste de varias soluciones de batería y FV.

Las primeras tablas secundarias (a) son una versión concentrada de las tablas 6 a 8.

La dimensión de la batería de Li-Ion y las placas FV es del 100%.

Las siguientes tres tablas secundarias (b, c y d) se basan en una regulación de autoconsumo que estipulan que a lo sumo el 60% de la potencia  $W_p$  de las placas puede revertirse a la red. Como se muestra en la sección 10.1, el almacenamiento de la batería entonces puede reducirse a aproximadamente al 30% de la producción kWh de las placas en un día soleado.

En las tablas secundarias b, el tamaño de las placas FV se ha mantenido al 100% y por lo tanto el almacenamiento de la batería se ha reducido a un 30%.

En las tablas secundarias c y d, las placas FV han aumentado un 200% y 300% respectivamente, y en consecuencia el almacenamiento de la batería ha aumentado.

En las tablas secundarias e, las placas FV han aumentado de nuevo un 300%, pero la batería de Li-Ion ha sido sustituida por una batería OPzS, dimensionada al 100%.

Nota:

En cuanto a la eficiencia del sistema el asunto se complica en el momento en que la batería es demasiado pequeña como para almacenar la colecta de energía solar diaria (o eólica). Tal caso se dará cuando el almacenamiento de la batería se reduzca al 30% de la producción de las placas FV en un día soleado. En ese caso, se desperdiciará parte de la energía potencial colectada (si la reversión a la red no es posible), o la carga la consumirá directamente (si hay una carga), o se revertirá a la red, puenteando la batería.

La reversión directa a la red aumenta la eficiencia (sin pérdidas debido a los ciclos de la batería), y al mismo tiempo reduce el autoconsumo.

Nota:

En la mayoría de las regiones, no todos los días son días soleados de verano. Cuando se colecta menos energía, relativamente más energía "pasará" a través de la batería, disminuyendo la eficiencia y aumentando el autoconsumo.

Para no complicar el tema, se han creado las tablas secundarias suponiendo que el 100% de la energía obtenida pasa a través de la batería. Esta suposición se aproximaría a la realidad en zonas de alta latitud con pocos días de sol, pero es pesimista (en cuanto a eficiencia) en el caso de las zonas soleadas de latitud baja. Si tomamos como ejemplo Sevilla (España), la Tabla 4 muestra que la producción anual media es el 74% de la producción de un día de verano soleado. Si la batería tiene un tamaño como para almacenar el 30% de la producción de un día de verano, aproximadamente  $74\% - 30\% = 44\%$  se revertirá a la red y/ o suministrará a una carga sin pasar por la batería y evitando las pérdidas relacionadas (8% en caso de Li-Ion y aproximadamente 20% en el caso de ácido de plomo).

Nota:

La capacidad de la batería se reducirá poco a poco con el tiempo. En general se acepta que el final de la vida útil es del 80% de la capacidad nominal. Para tener la capacidad necesaria todavía disponible cuando la batería alcanza el final de su vida útil, una batería nueva deberá sobrevalorarse por un factor de  $1/0,8 = 1,25$ . Este factor no se incluye en la capacidad de almacenamiento de energía, tal y como se calcula en las siguientes tablas.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Hogar de dos personas concienciadas con el uso de la energía			Categoría 1: carga base	Categoría 1+2 (más cargas conectables)	Categoría 1+2+3 (la casa completa)				
<b>Batería de Li-Ion:</b>									
<b>Consumo de energía eléctrica</b>									
verano		S	4,37	5,73	6,08	kWh			
Invierno		W	5,75	7,11	7,46	kWh			
Anual	$E_y = 365*(S+W)/2$		1801	2286	2410	kWh			
<b>Batería li-ion con suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el 100% del consumo de energía eléctrica diaria en verano</b>									
Capacidad de almacenamiento de energía	$S/(0,80*0,94)$		5,81	7,62	8,09	kWh			
Tensión nominal			24	24	24	V			
Capacidad de almacenamiento Ah	Esc/Nv		242	317	337	Ah			
Coste	1233	€/kW		€ 7.165	€ 9.395	€ 9.969			
<b>Panel solar con suficiente potencia de salida para suministrar el 100% de la carga durante un día soleado de verano</b>									
Salida del hub diaria obligatoria	S*	1	4,37	5,73	6,08	kWh/día			
Salida del FV diaria obligatoria	RdHo/0,85		5,14	6,74	7,15	kWh			
Paneles Wp	RdPVo/6		857	1124	1192	Wp			
Coste	2,19	€/Wp		€ 1.877	€ 2.461	€ 2.611			
<b>Hub-1</b>									
Controlador de carga solar de eficiencia + cables CC	$\eta_m * \eta_w$		96	96	96	%			
Corriente de carga máx.	$\eta_m * \eta_w * A_{wp} / N_v$		34	45	48	A			
Controlador de carga solar		MPPT 70/50	€ 260	MPPT 70/50	€ 260	MPPT 70/50	€ 260		
Carga máx.	L		660	2660	2660	W			
Inversor/cargador		Multi		Multi	Multi				
GridAssist obligatorio				24/2000/50	€ 1.454	24/2000/50	€ 1.454		
GridAssist no necesario		24/1200/25	€ 969	24/3000/70		24/3000/70			
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>				€ 10.271	€ 13.570	€ 14.294			
<b>Hub-2 ó -3.</b>									
Inversor FV			1,5 kW	€ 1.149	1,5 kW	€ 1.149	1,5 kW	€ 1.149	kW
Inversor FV de eficiencia + inversor/cargador	$\eta_c * \eta_{pv} * \eta_v$		90	90	90	%			
Corriente de carga máx.	$\eta_c * \eta_{pv} * \eta_v * A_{wp} / N_v$		32	42	45	A			
Carga máx.	L		660	2660	2660	W			
Inversor/cargador		Multi		Multi	Multi				
GridAssist no necesario		24/1600/40	€ 1.163	24/3000/70	€ 2.180	24/3000/70	€ 2.180		
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>				€ 11.354	€ 15.185	€ 15.909			

Tabla 6: Hogar de dos personas concienciadas con el uso de la energía  
Batería 100% Li-Ion y 100% FV

La columna denominada Categoría 1+2+3 incluye las cargas fijas (= aparatos conectados siempre a la misma toma).

En este ejemplo, las cargas fijas consumen un promedio de sólo 350 Wh por día.

Esto se debe a que se llevaron a cabo las siguientes elecciones:

- la mejor lavadora de llenado en caliente
- secadora de gas
- lavavajillas de llenado en caliente
- cocina de gas
- calefacción central y caldera de gas

<b>Hogar medio</b>			<b>Categoría 1:</b>		<b>Categoría 1+2</b>		<b>Categoría 1+2+3</b>	
<b>Batería de Li-Ion:</b>			carga base		(más cargas conectables)		(la casa completa)	
<b>Consumo de energía eléctrica</b>								
verano		S	8,38		10,02		12,07	kWh
Invierno		W	11,14		12,78		14,83	kWh
Anual	$E_y = 365 \cdot (S+W)/2$		3475		4058		4788	kWh
<b>Batería li-ion con suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el 100% del consumo de energía eléctrica diaria en verano</b>								
Capacidad de almacenamiento de energía	$S/(0,80 \cdot 0,94)$		11,14		13,32		16,05	kWh
Tensión nominal			24		48		48	V
Capacidad de almacenamiento Ah	Esc/Nv		464		278		334	Ah
Coste	1233	€/kW		€ 13.740		€ 16.429		€ 19.790
<b>Panel solar con suficiente potencia de salida para suministrar el 100% de la carga durante un día soleado de verano</b>								
Salida del hub diaria obligatoria	S*	1	8,38		10,02		12,07	kWh/día
Salida del FV diaria obligatoria	RdHo/0,85		9,86		11,79		14,20	kWh
Paneles Wp	RdPVo/6		1643		1965		2367	Wp
Coste	2,19	€/Wp		€ 3.598		€ 4.303		€ 5.183
<b>Hub-1</b>								
Controlador de carga solar de eficiencia + cables CC	$\eta_m \cdot \eta_w$		96		96		96	%
Corriente de carga máx.	$\eta_m \cdot \eta_w \cdot A_{wp}/N_v$		66		39		47	A
Controlador de carga solar			MPPT 150/75	€ 720	MPPT 150/75	€ 720	MPPT 150/75	€ 720
Carga máx.	L		1305		3305		3805	W
Inversor/cargador			Multi		Multi		Multi	
GridAssist obligatorio							48/3000/35	€ 2.180
GridAssist no necesario			24/2000/50	€ 1.454	48/3000/35	€ 2.180	48/5000/70	
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>				€ 19.513		€ 23.632		€ 27.873
<b>Hub-2 ó -3.</b>								
Inversor FV			2 kW	€ 1.393	2 kW	€ 1.393	2,8 kW	€ 1.670 kW
Inversor FV de eficiencia + inversor/cargador	$\eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v$		90		90		90	%
Corriente de carga máx.	$\eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v \cdot A_{wp}/N_v$		62		37		45	A
Carga máx.	L		1305		3305		3805	W
Inversor/cargador			Multi		Multi		Multi	
GridAssist no necesario			24/3000/70	€ 2.180	48/3000/35	€ 2.180	48/5000/70	€ 2.907
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>				€ 20.912		€ 24.305		€ 29.550

Tabla 7: Hogar medio  
Batería 100% Li-Ion y 100% FV

La columna denominada Categoría 1+2+3 incluye cargas fijas (= aparatos siempre conectados a la misma toma) que, en este ejemplo, consumen un promedio de 2050 Wh por día:

- lavadora con calentador de agua eléctrico
- secadora con calentador eléctrico
- lavavajillas con calentador de agua eléctrico
- cocina de gas
- calefacción central y caldera de gas

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Hogar por encima de la media Batería de Li-Ion			Categoría 1: carga base	Categoría 1+2 (más cargas conectables)	Categoría 1+2+3 (la casa completa)	
<b>Consumo de energía eléctrica</b>						
verano		S	18,96	20,88	27,98	kWh
Invierno		W	23,10	25,02	32,12	kWh
Anual	$E_y = 365 \cdot (S+W)/2$		7487	8170	10698	kWh
<b>Batería Li-ion con suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el 100% del consumo de energía eléctrica diaria en verano</b>						
Capacidad de almacenamiento de energía	$S/(0,80 \cdot 0,94)$		25,21	27,77	37,21	kWh
Tensión nominal			48	48	48	V
Capacidad de almacenamiento Ah	Esc/Nv		525	578	775	Ah
Coste	1233	€/kW	€ 31.087	€ 34.235	€ 45.877	
<b>Panel solar con suficiente potencia de salida para suministrar el 100% de la carga durante un día soleado de verano</b>						
Salida del hub diaria obligatoria	S*	1	18,96	20,88	27,98	kWh/día
Salida del FV diaria obligatoria	RdHo/0,85		22,31	24,56	32,92	kWh
Paneles Wp	RdPVo/6		3718	4094	5486	Wp
Coste	2,19	€/Wp	€ 8.142	€ 8.966	€ 12.015	
<b>Hub-1</b>						
Controlador de carga solar de eficiencia + cables CC	$\eta_m \cdot \eta_w$		96	96	96	%
Corriente de carga máx.	$\eta_m \cdot \eta_w \cdot A_{wp}/N_v$		74	82	110	A
Controlador de carga solar		MPPT 150/75	€ 720	2*MPPT 150/75 € 1.440	2*MPPT 150/75 € 1.440	
Carga máx.	L		2560	4560	10560	W
Inversor/cargador			Multi	Multi	Multi	
GridAssist obligatorio				48/3000/35 € 2.180	48/5000/70 € 2.907	
GridAssist no necesario			48/3000/35 € 2.180	48/5000/70	48/10000/140	
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			€ 42.129	€ 46.822	€ 62.239	
<b>Hub-2 ó -3.</b>						
Inversor FV			5 kW € 2.554	5 kW € 2.554	8 kW € 4.000	kW
Inversor FV de eficiencia + inversor/cargador	$\eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v$		90	90	90	%
Corriente de carga máx.	$\eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v \cdot A_{wp}/N_v$		70	77	103	A
Carga máx.	L		2560	4560	10560	W
Inversor/cargador			Multi	Multi	Multi	
GridAssist no necesario			48/5000/70 € 2.907	48/8000/110 € 4.748	48/10000/140 € 5.233	
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			€ 44.690	€ 50.504	€ 67.125	

Tabla 8: Hogar por encima de la media  
Batería 100% Li-Ion y 100% FV

La columna denominada Categoría 1+2+3 incluye cargas fijas (= aparatos siempre conectados a la misma toma) que, en este ejemplo, consumen un promedio de 7100 Wh por día:

- lavadora con calentador de agua eléctrico
- secadora con calentador eléctrico
- lavavajillas con calentador de agua eléctrico
- placa de inducción eléctrica
- calefacción central y caldera de gas

<b>Hogar de dos personas concienciadas con el uso de la energía</b>			Categoría 1: carga base	Categoría 1+2 (más cargas conectables)	Categoría 1+2+3 (la casa completa)				
<b>Baterías OPzS</b>									
<b>Consumo de energía eléctrico</b>									
verano		S	4,37	5,73	6,08		kWh		
Invierno		W	5,75	7,11	7,46		kWh		
Anual	$E_y = 365*(S+W)/2$		1801	2286	2410		kWh		
<b>Batería OPzS con suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el 100% del consumo de energía eléctrica diaria en verano</b>									
Capacidad de almacenamiento de energía	$S/(0,50*0,94)$		9,30	12,19	12,94		kWh		
Tensión nominal			24	24	24		V		
Capacidad de almacenamiento Ah	Esc/Nv		387	508	539		Ah		
Coste	312	€/kW		€ 2.901	€ 3.804	€ 4.036			
<b>Panel solar con suficiente potencia de salida para suministrar el 100% de la carga durante un día soleado de verano</b>									
Salida del hub diaria obligatoria	S*	1	4,37	5,73	6,08		kWh/día		
Salida del FV diaria obligatoria	RdHo/0,75		5,83	7,64	8,11		kWh		
Paneles Wp	RdPVo/6		971	1273	1351		Wp		
Coste	2,19	€/Wp		€ 2.127	€ 2.789	€ 2.959			
<b>Hub-1</b>									
Controlador de carga solar de eficiencia + cables CC	$\eta_m*\eta_w$		96	96	96		%		
Corriente de carga máx.	$\eta_m*\eta_w*A_{wp}/N_v$		39	51	54		A		
Controlador de carga solar			MPPT 70/50	MPPT 70/50	MPPT 70/50	MPPT 70/50			
			€ 260	€ 260	€ 260				
Carga máx.	L		660	2660	2660		W		
Inversor/cargador			Multi	Multi	Multi				
GridAssist obligatorio				24/2000/50	€ 1.454	24/2000/50	€ 1.454		
GridAssist no necesario			24/1200/25	€ 969	24/3000/70	24/3000/70			
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>				€ 6.257	€ 8.306	€ 8.709			
<b>Hub-2 ó -3.</b>									
Inversor FV			1,5kW	€ 1.149	1,5kW	€ 1.149	1,5kW	€ 1.149	kW
Inversor FV de eficiencia + inversor/cargador	$\eta_c*\eta_{pv}*\eta_v$		90	90	90		%		
Corriente de carga máx.	$\eta_c*\eta_{pv}*\eta_v*A_{wp}/N_v$		32	42	45		A		
Carga máx.	L		660	2660	2660		W		
Inversor/cargador			Multi	Multi	Multi				
GridAssist no necesario			24/1600/40	€ 1.163	24/3000/70	€ 2.180	24/3000/70	€ 2.180	
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>				€ 7.340	€ 9.921	€ 10.324			

Tabla 9: Hogar de dos personas concienciadas con el uso de la energía  
100% batería OPzS y 100% FV

La columna denominada Categoría 1+2+3 incluye las cargas fijas (= aparatos conectados siempre a la misma toma).

En este ejemplo, las cargas fijas consumen un promedio de sólo 350 Wh por día.

Esto se debe a que se llevaron a cabo las siguientes elecciones:

- la mejor lavadora de llenado en caliente
- secadora de gas
- lavavajillas de llenado en caliente
- cocina de gas
- calefacción central y caldera de gas

Nota: Con el fin de reducir el número de celdas de la batería y aumentar los Ah por célula, se prefiere a veces un sistema CC de tensión inferior.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

<b>Hogar medio</b>			<b>Categoría 1:</b> carga base		<b>Categoría 1+2</b> (más cargas conectables)		<b>Categoría 1+2+3</b> (la casa completa)	
<b>Baterías OPzS</b>								
<b>Consumo de energía eléctrica</b>								
verano		S	8,38		10,02		12,07	kWh
Invierno		W	11,14		12,78		14,83	kWh
Anual	$E_y = 365 \cdot (S+W)/2$		3475		4058		4788	kWh
<b>Batería OPzS con suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el 100% del consumo de energía eléctrica diaria en verano</b>								
Capacidad de almacenamiento de energía	$S/(0,50 \cdot 0,94)$		17,83		21,32		25,68	kWh
Tensión nominal			24		48		48	V
Capacidad de almacenamiento Ah	Esc/Nv		743		444		535	Ah
Coste	312	€/kW		€ 5.563		€ 6.652		€ 8.012
<b>Panel solar con suficiente potencia de salida para suministrar el 100% de la carga durante un día soleado de verano</b>								
Salida del hub diaria obligatoria	S*	1	8,38		10,02		12,07	kWh/día
Salida del FV diaria obligatoria	$RdHo/0,75$		11,17		13,36		16,09	kWh
Paneles Wp	RdPVo/6		1862		2227		2682	Wp
Coste	2,19	€/Wp		€ 4.078		€ 4.876		€ 5.874
<b>Hub-1</b>								
Controlador de carga solar de eficiencia + cables CC	$\eta_m \cdot \eta_w$		96		96		96	%
Corriente de carga máx.	$\eta_m \cdot \eta_w \cdot A_{wp}/N_v$		75		45		54	A
Controlador de carga solar		MPPT 150/75	€ 720	MPPT 150/75	€ 720	MPPT 150/75	€ 720	
Carga máx.	L		1305		3305		3805	W
Inversor/cargador		Multi			Multi		Multi	
GridAssist obligatorio						48/3000/35	€ 2.180	
GridAssist no necesario		24/2000/50	€ 969	48/3000/35	€ 2.180	48/5000/70		
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>				€ 11.330		€ 14.428		€ 16.786
<b>Hub-2 ó -3.</b>								
Inversor FV			2kW	€ 1.393	2kW	€ 1.393	2,8	€ 1.670 kW
Inversor FV de eficiencia + inversor/cargador	$\eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v$		90		90		90	%
Corriente de carga máx.	$\eta_c \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_v \cdot A_{wp}/N_v$		62		37		45	A
Carga máx.	L		1305		3305		3805	W
Inversor/cargador		Multi			Multi		Multi	
GridAssist no necesario		24/3000/70	€ 2.180	48/3000/35	€ 2.180	48/5000/70	€ 2.907	
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>				€ 13.214		€ 15.101		€ 18.463

Tabla 10: Hogar medio  
100% batería OPzS y 100% FV

La columna denominada Categoría 1+2+3 incluye cargas fijas (= aparatos siempre conectados a la misma toma) que, en este ejemplo, consumen un promedio de 2050 Wh por día:

- lavadora con calentador de agua eléctrico
- secadora con calentador eléctrico
- lavavajillas con calentador de agua eléctrico
- cocina de gas
- calefacción central y caldera de gas

Nota: Con el fin de reducir el número de celdas de la batería y aumentar los Ah por célula, se prefiere a veces un sistema CC de tensión inferior.



Hogar por encima de la media Baterías OPzS			Categoría 1: carga base		Categoría 1+2 (más cargas conectables)		Categoría 1+2+3 (la casa completa)	
<b>Consumo de energía eléctrica</b>								
verano		S	18,96		20,88		27,98	kWh
Invierno		W	23,10		25,02		32,12	kWh
Anual	$E_y = 365*(S+W)/2$		7487		8170		10698	kWh
<b>Batería OPzS con suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar el 100% del consumo de energía eléctrica diaria en verano</b>								
Capacidad de almacenamiento de energía	$S/(0,50*0,94)$		40,34		44,43		59,53	kWh
Tensión nominal			48		48		48	V
Capacidad de almacenamiento Ah	Esc/Nv		840		926		1240	Ah
Coste	312	€/kW		€		€		€
				12.586		13.861		18.574
<b>Panel solar con suficiente potencia de salida para suministrar el 100% de la carga durante un día soleado de verano</b>								
Salida del hub diaria obligatoria	S*	1	18,96		20,88		27,98	kWh/día
Salida del FV diaria obligatoria	$RdHo/0,75$		25,28		27,84		37,31	kWh
Paneles Wp	RdPVo/6		4213		4640		6218	Wp
Coste	2,19	€/Wp		€		€		€
				9.227		10.162		13.617
<b>Hub-1</b>								
Controlador de carga solar de eficiencia + cables CC	$\eta m^* \eta w$		96		96		96	%
Corriente de carga máx.	$\eta m^* \eta w^* Awp / Nv$		84		93		124	A
Controlador de carga solar		MPPT 150/75	€ 720		2*MPPT 150/75	€ 1.440	2*MPPT 150/75	€ 1.440
Carga máx.	L		2560		4560		10560	W
Inversor/cargador		Multi			Multi		Multi	
GridAssist obligatorio					48/3000/35	€ 2.180	48/5000/70	€ 2.907
GridAssist no necesario			48/3000/35	€ 2.180	48/5000/70		48/10000/140	
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>				€		€		€
				24.713		27.642		36.538
<b>Hub-2 ó -3.</b>								
Inversor FV			5 kW	€ 2.554	5 kW	€ 2.554	8 kW	€ 4.000
Inversor FV de eficiencia + inversor/cargador	$\eta c^* \eta pv^* \eta v$		90		90		90	%
Corriente de carga máx.	$\eta c^* \eta pv^* \eta v^* Awp / Nv$		70		77		103	A
Carga máx.	L		2560		4560		10560	W
Inversor/cargador		Multi			Multi		Multi	
GridAssist no necesario			48/5000/70	€ 2.907	48/8000/110	€ 4.748	48/10000/140	€ 5.233
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>				€		€		€
				27.274		31.324		41.424

Tabla 11: Hogar por encima de la media  
Batería 100% Li-Ion y 100% FV

La columna denominada Categoría 1+2+3 incluye cargas fijas (= aparatos siempre conectados a la misma toma) que, en este ejemplo, consumen un promedio de 7100 Wh por día:

- lavadora con calentador de agua eléctrico
- secadora con calentador eléctrico
- lavavajillas con calentador de agua eléctrico
- placa de inducción eléctrica
- calefacción central y caldera de gas

Nota:

Con el fin de reducir el número de celdas de la batería y aumentar los Ah por célula, se prefiere a veces un sistema CC de tensión inferior.

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Hogar de dos personas concienciadas con el uso de la energía			Categoría 1+2		Categoría 1+2+3		
Batería de Li-Ion:	100%	7,62 kW	€ 9.395	69%	8,09 kW	€ 9.969	70%
Paneles FV	100%	1.124 Wp	€ 2.461	18%	1.192 Wp	€ 2.611	18%
Controlador de carga solar		MPPT 70/50	€ 260	2%	MPPT 70/50	€ 260	2%
Inversor/cargador		24/2000/50	€ 1.454	11%	24/2000/50	€ 1.454	10%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 13.570</b>	100%		<b>€ 14.294</b>	100%
Inversor FV		1,5 kW	€ 1.149	8%	1,5 kW	€ 1.149	8%
Inversor/cargador		24/3000/70	€ 2.180	16%	24/3000/70	€ 2.180	15%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 15.185</b>	112%		<b>€ 15.909</b>	111%

Tabla 12a  
Versión concentrada  
de la tabla 6

Batería de Li-Ion:	30%	2,29 kW	€ 2.819	40%	2,43 kW	€ 2.991	41%
Paneles FV	100%	1.124 Wp	€ 2.461	35%	1.192 Wp	€ 2.611	36%
Controlador de carga solar		MPPT 70/50	€ 260	4%	MPPT 70/50	€ 260	4%
Inversor/cargador		24/2000/50	€ 1.454	21%	24/2000/50	€ 1.454	20%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 6.993</b>	100%		<b>€ 7.316</b>	100%
Inversor FV		1,5 kW	€ 1.149	16%	1,5 kW	€ 1.149	16%
Inversor/cargador		24/3000/70	€ 2.180	31%	24/3000/70	€ 2.180	30%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 8.608</b>	123%		<b>€ 8.931</b>	122%

Tabla 12b  
Batería de Li-Ion  
optimizada para el  
autoconsumo (véase  
sección 10.1)

Batería de Li-Ion:	60%	4,57 kW	€ 5.637	42%	4,85 kW	€ 5.981	42%
Paneles FV	200%	2.247 Wp	€ 4.921	37%	2.384 Wp	€ 5.222	37%
Controlador de carga solar		MPPT 150/70	€ 720	5%	MPPT 150/70	€ 720	5%
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	16%	48/3000/35	€ 2.180	15%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 13.458</b>	100%		<b>€ 14.103</b>	100%
Inversor FV		2,8 kW	€ 1.670	12%	2,8 kW	€ 1.670	12%
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	16%	48/3000/35	€ 2.180	15%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 14.408</b>	107%		<b>€ 15.053</b>	107%

Tabla 12c  
Batería de Li-Ion  
optimizada para el  
autoconsumo con 200%  
FV

Batería de Li-Ion:	100%	7,62 kW	€ 9.395	48%	8,09 kW	€ 9.969	48%
Paneles FV	300%	3.371 Wp	€ 7.382	38%	3.576 Wp	€ 7.832	38%
Controlador de carga solar		MPPT 150/70	€ 720	4%	MPPT 150/70	€ 720	3%
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	11%	48/3000/35	€ 2.180	11%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 19.677</b>	100%		<b>€ 20.701</b>	100%
Inversor FV		4 kW	€ 2.241	11%	4 kW	€ 2.241	11%
Inversor/cargador		48/5000/70	€ 2.907	15%	48/5000/70	€ 2.907	14%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 21.925</b>	111%		<b>€ 22.949</b>	111%

Tabla 12d  
Batería de Li-Ion  
optimizada para el  
autoconsumo con 300%  
FV

Baterías OPzS	100%	12,19 kW	€ 3.804	25%	12,94 kW	€ 4.036	26%
Paneles FV	300%	3.820 Wp	€ 8.366	56%	4.053 Wp	€ 8.877	56%
Controlador de carga solar		MPPT 150/70	€ 720	5%	MPPT 150/70	€ 720	5%
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	14%	48/3000/35	€ 2.180	14%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 15.070</b>	100%		<b>€ 15.813</b>	100%
Inversor FV		4 kW	€ 2.241	15%	4 kW	€ 2.241	14%
Inversor/cargador		48/5000/70	€ 2.907	19%	48/5000/70	€ 2.907	18%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 17.318</b>	115%		<b>€ 18.061</b>	114%

Tabla 12e  
Batería OPzS  
optimizada para el  
autoconsumo con 300%  
FV

Tabla 12: Hogar con dos personas concienciadas con la energía

Hogar medio			Categoría 1+2			Categoría 1+2+3		
Batería de Li-Ion:	100%	13,32 kW	€ 16.429	70%	16,05 kW	€ 19.790	71%	
Paneles FV	100%	1.965 Wp	€ 4.303	18%	2.367 Wp	€ 5.183	19%	
Controlador de carga solar		MPPT 150/70	€ 720	3%	MPPT 150/70	€ 720	3%	
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	9%	48/3000/35	€ 2.180	8%	
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 23.632</b>	100%		<b>€ 27.873</b>	100%	
Inversor FV		2 kW	€ 1.393	6%	2,8 kW	€ 1.670	6%	
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	9%	48/5000/70	€ 2.907	10%	
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 24.305</b>	103%		<b>€ 29.550</b>	106%	

Tabla 13a  
Versión concentrada  
de la tabla 7

Batería de Li-Ion:	30%	4,00 kW	€ 4.929	41%	4,82 kW	€ 5.937	42%
Paneles FV	100%	1.965 Wp	€ 4.303	35%	2.367 Wp	€ 5.183	37%
Controlador de carga solar		MPPT 150/70	€ 720	6%	MPPT 150/70	€ 720	5%
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	18%	48/3000/35	€ 2.180	16%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 12.131</b>	100%		<b>€ 14.020</b>	100%
Inversor FV		2 kW	€ 1.393	11%	2,8 kW	€ 1.670	12%
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	18%	48/5000/70	€ 2.907	21%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 12.804</b>	106%		<b>€ 15.697</b>	112%

Tabla 13b  
Batería de Li-Ion  
optimizada para el  
autoconsumo (véase  
sección 10.1)

Batería de Li-Ion:	60%	7,99 kW	€ 9.857	43%	9,63 kW	€ 11.874	45%
Paneles FV	200%	3.929 Wp	€ 8.605	38%	4.733 Wp	€ 10.366	39%
Controlador de carga solar		2*MPPT 150/70	€ 1.440	6%	2*MPPT 150/70	€ 1.440	5%
Inversor/cargador		48/5000/70	€ 2.907	13%	48/5000/70	€ 2.907	11%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 22.810</b>	100%		<b>€ 26.587</b>	100%
Inversor FV		4 kW	€ 1.670	7%	5 kW	€ 2.554	10%
Inversor/cargador		48/5000/70	€ 2.907	13%	48/5000/70	€ 2.907	11%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 23.040</b>	101%		<b>€ 27.701</b>	104%

Tabla 13c  
Batería de Li-Ion  
optimizada para el  
autoconsumo con 200%  
FV

Batería de Li-Ion:	100%	13,32 kW	€ 16.429	46%	16,05 kW	€ 19.790	48%
Paneles FV	300%	5.894 Wp	€ 12.908	36%	7.100 Wp	€ 15.549	37%
Controlador de carga solar		2*MPPT 150/70	€ 1.440	4%	2*MPPT 150/70	€ 1.440	3%
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	13%	48/8000/110	€ 4.748	11%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 35.525</b>	100%		<b>€ 41.527</b>	100%
Inversor FV		6 kW	€ 2.800	8%	8 kW	€ 4.000	10%
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	13%	48/8000/110	€ 4.748	11%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 36.885</b>	104%		<b>€ 44.087</b>	106%

Tabla 13d  
Batería de Li-Ion  
optimizada para el  
autoconsumo con  
300% FV

Baterías OPzS	100%	21,32 kW	€ 6.652	24%	25,68 kW	€ 8.012	25%
Paneles FV	300%	6.680 Wp	€ 14.629	53%	8.047 Wp	€ 17.622	55%
Controlador de carga solar		2*MPPT 150/70	€ 1.440	5%	2*MPPT 150/70	€ 1.440	5%
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	17%	48/8000/110	€ 4.748	15%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 27.469</b>	100%		<b>€ 31.823</b>	100%
Inversor FV		8 kW	€ 4.000	15%	10 kW	€ 5.000	16%
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	17%	48/10000/140	€ 5.233	16%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 30.029</b>	109%		<b>€ 35.868</b>	113%

Tabla 13e  
Batería OPzS  
optimizada para el  
autoconsumo con  
300% FV

Tabla 13: Hogar medio

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

Hogar por encima de la media			Categoría 1+2			Categoría 1+2+3		
Batería de Li-Ion:	100%	27,77 kW	€ 34.235	73%	37,21 kW	€ 45.877	74%	
Paneles FV	100%	4.094 Wp	€ 8.966	19%	5.486 Wp	€ 12.015	19%	
Controlador de carga solar		2*MPPT 150/70	€ 1.440	3%	2*MPPT 150/70	€ 1.440	2%	
Inversor/cargador		48/3000/35	€ 2.180	5%	48/5000/70	€ 2.907	5%	
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 46.822</b>	100%		<b>€ 62.239</b>	100%	
Inversor FV		5 kW	€ 2.554	5%	8 kW	€ 4.000	6%	
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	10%	48/10000/140	€ 5.233	8%	
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 50.504</b>	108%		<b>€ 67.125</b>	108%	

Tabla 14a  
Versión concentrada de la tabla 8

Batería de Li-Ion:	30%	8,33 kW	€ 10.271	44%	11,16 kW	€ 13.763	46%
Paneles FV	100%	4.094 Wp	€ 8.966	38%	5.486 Wp	€ 12.015	40%
Controlador de carga solar		2*MPPT 150/70	€ 1.440	6%	2*MPPT 150/70	€ 1.440	5%
Inversor/cargador		48/5000/70	€ 2.907	12%	48/5000/70	€ 2.907	10%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 23.584</b>	100%		<b>€ 30.125</b>	100%
Inversor FV		5 kW	€ 2.554	11%	8 kW	€ 4.000	13%
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	20%	48/10000/140	€ 5.233	17%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 26.539</b>	113%		<b>€ 35.011</b>	116%

Tabla 14b  
Batería de Li-Ion optimizada para el autoconsumo (véase sección 10.1)

Batería de Li-Ion:	60%	16,66 kW	€ 20.541	45%	22,32 kW	€ 27.526	47%
Paneles FV	200%	8.188 Wp	€ 17.932	40%	10.973 Wp	€ 24.030	41%
Controlador de carga solar		3*MPPT 150/70	€ 2.160	5%	3*MPPT 150/70	€ 2.160	4%
Inversor/cargador		48/8000/110	€ 4.748	10%	48/10000/140	€ 5.233	9%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 45.381</b>	100%		<b>€ 58.949</b>	100%
Inversor FV		10 kW	€ 5.000	11%	12 kW	€ 6.000	10%
Inversor/cargador		48/10000/140	€ 4.748	10%	48/10000/140	€ 5.233	9%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 48.221</b>	106%		<b>€ 62.789</b>	107%

Tabla 14c  
Batería de Li-Ion optimizada para el autoconsumo con 200% FV

Batería de Li-Ion:	100%	27,77 kW	€ 34.235	47%	37,21 kW	€ 45.877	49%
Paneles FV	300%	12.282 Wp	€ 26.898	37%	16.459 Wp	€ 36.045	38%
Controlador de carga solar		4*MPPT 150/70	€ 2.880	4%	5*MPPT 150/70	€ 3.600	4%
Inversor/cargador		3*48/5000/70	€ 8.721	12%	3*48/5000/70	€ 8.721	9%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 72.735</b>	100%		<b>€ 94.243</b>	100%
Inversor FV		15 kW	€ 7.500	10%	20	€ 10.000	11%
Inversor/cargador		3*48/5000/70	€ 8.721	12%	3*48/8000/110	€ 14.244	15%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 77.355</b>	106%		<b>€ 106.166</b>	113%

Tabla 14d  
Batería de Li-Ion optimizada para el autoconsumo con 300% FV

Baterías OPzS	100%	44,43 kW	€ 13.861	25%	59,53 kW	€ 18.574	26%
Paneles FV	300%	13.920 Wp	€ 30.485	54%	18.653 Wp	€ 40.851	57%
Controlador de carga solar		4*MPPT 150/70	€ 2.880	5%	5*MPPT 150/70	€ 3.600	5%
Inversor/cargador		3*48/5000/70	€ 8.721	16%	3*48/5000/70	€ 8.721	12%
<b>Hub-1: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 55.947</b>	100%		<b>€ 71.746</b>	100%
Inversor FV		15 kW	€ 7.500	13%	20	€ 10.000	14%
Inversor/cargador		3*48/5000/70	€ 8.721	16%	3*48/8000/110	€ 14.244	20%
<b>Hub-2 ó -3: coste de los componentes principales</b>			<b>€ 60.567</b>	108%		<b>€ 83.669</b>	117%

Tabla 14e  
Batería OPzS optimizada para el autoconsumo con 300% FV

Tabla 14: Hogar por encima de la media

# CONDICIONES GENERALES

Las condiciones generales de venta se aplican de manera exclusiva a las relaciones comerciales entre Ener Naval Power Electronics, S.L. y el autor del pedido reconociéndolas como obligatorias.

## PRECIOS ARTÍCULOS

Ener Naval Power Electronics, S.L. se reserva el derecho de cambiar las tarifas sin previo aviso. Las tarifas más actuales las encontrarán siempre en: [www.enernaival.es](http://www.enernaival.es).

## ENTREGAS

Las mercancías viajarán por cuenta y riesgo del comprador. Si el comprador no indica lo contrario, Ener Naval Power Electronics, S.L. realizará los envíos a través de la agencia de transportes con la que opera habitualmente.

- Plazos de Entrega

Los habituales de la empresa de transporte.

- Condiciones de Entrega

Si la disponibilidad de los artículos solicitados es inmediata su pedido será procesado **INMEDIATAMENTE**.

Los paquetes son entregados en la puerta de entrada de la vivienda o negocio. Si no está en el lugar fijado en el momento de la entrega, el transportista dejará un aviso de paso en su buzón con sus señas para que pueda llamarle y fijar una nueva cita. La nueva cita por supuesto no será facturada.

- Recepción del Paquete

En el momento de la entrega de su pedido, tiene que verificar 2 cosas antes de firmar la orden de expedición:

1/ Que el artículo recibido corresponda a lo que Usted pidió en su pedido.

En caso de duda, no dude en llamarnos para verificaciones en presencia del transportista. Si el artículo recibido no corresponde a la referencia solicitada, llámenos y tan pronto como podamos le resolveremos el problema.

2/ Que el paquete esté en buen estado.

Si observa un embalaje defectuoso, un paquete aplastado o abierto, anótelos en la orden de expedición que tiene que firmar. Escriba también la razón de las reservas ("paquete estropeado", "abierto", "paquete aplastado", etc.).

## DEVOLUCIONES

Su satisfacción es nuestro objetivo principal. Si cuando reciba su pedido no queda satisfecho, puede ejecutar el derecho de devolución. Para que podamos aceptar su devolución tiene que satisfacer las siguientes condiciones:

- Tiene que pedir la devolución en un plazo inferior a 7 días naturales a partir de la fecha de entrega

- Tiene que devolvernos el artículo en buen estado en su embalaje original, junto con todos los accesorios complementarios y documentación técnica

- Tiene que llamarnos (93.754.19.67) y comunicarnos el motivo de la devolución.

- Las devoluciones de material deberán realizarse siempre a portes pagados. Si el motivo de la devolución es por recepción defectuosa, incluiremos su importe en el abono correspondiente.

- Todas las devoluciones deberán dirigirse a la siguiente dirección:

Ener Naval Power Electronics, S.L.  
Av. President Lluís Companys, 45  
08302 Mataró  
Barcelona

El plazo de garantía de nuestros productos, salvo que se indique lo contrario, es de 2 años. Dicha garantía no cubrirá los productos que hayan sido manipulados o que tengan averías debidas al mal uso o conexión. La garantía no incluye mano de obra ni desplazamientos.

## PRIVACIDAD DE DATOS

En Ener Naval Power Electronics, S.L. somos conscientes del valor que tiene para usted su privacidad. Para nosotros, es una cuestión de ética no vender a terceros la base de datos de nuestros clientes. Los datos personales que nos facilite serán almacenados en uno o varios ficheros que nos permitirán un tratamiento automatizado de los mismos y, por tanto, una mayor agilidad a la hora de prestarle nuestros servicios. Si usted nos ha proporcionado datos personales en algún momento, puede ejercer cuando desee los derechos de oposición, acceso, rectificación y cancelación previstos en la Ley de Protección de Datos, escribiéndonos un correo electrónico a o una carta por correo postal.

## CONDICIONES DE PAGO

La primera venta se realizará siempre al **CONTADO**. Para operaciones sucesivas, previo estudio de informes, se podrá estudiar por las dos partes el establecimiento de una cuenta en las condiciones que queden convenidas.

En caso de Efectos, Pagarés o Cheques devueltos, le serán cargados al comprador todos los gastos bancarios ocasionados.

Para compras inferiores a 150€ netos, las ventas se realizarán siempre al **CONTADO**. Las reparaciones también se cobrarán al **CONTADO**.

## LEGISLACIÓN APLICABLE

Estas Condiciones de Uso se rigen por la legislación española. Ener Naval Power Electronics, S.L. y el usuario se someten a los Juzgados y Tribunales de Barcelona para cualquier controversia que pudiera derivarse de la prestación de los servicios objeto de estas Condiciones de Uso.

El comprador acepta todas las condiciones expuestas al realizar cualquier pedido.

## CESIÓN DE DATOS A OTRAS EMPRESAS

Si para proporcionarle la información, productos o servicios que usted nos requiera tuviéramos que recurrir a otras empresas (Correos o una empresa de mensajería o transportes, por ejemplo), sólo se les proporcionará la información estrictamente imprescindible para que realicen su cometido y se les prohíbe utilizar esa información con ninguna otra finalidad.

## ACTUALIZACIÓN CONDICIONES DE VENTA

Es posible que en algún momento tengamos que realizar cambios en nuestra Condiciones Generales de Venta para adaptarla a las leyes vigentes en cada momento. Por ello, le recomendamos que acceda a [www.enernaival.es](http://www.enernaival.es) para tener la última actualización.



**Ener** división solar  
todo en fotovoltaica

**Naval**  
POWER ELECTRONICS

DELEGACIÓN ESPAÑA

Avda. Lluís Companys, 45  
08302 Mataró - Barcelona  
ESPAÑA

T. 937.541.967  
935.364.060  
Fax 937.542.019

[solar@enernaval.es](mailto:solar@enernaval.es)

DELEGACIÓN PORTUGAL

Marina de Cascais, Loja 135  
2750-800 Cascais  
PORTUGAL

T. +351.214.831.353  
+351.914.006.990  
Fax +351.214.831.354

[portugal@enernaval.pt](mailto:portugal@enernaval.pt)



[www.enernaval.es](http://www.enernaval.es)