

ALMACENAMIENTO FOTOVOLTAICO: REQUISITOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE UN INVERSOR. TECNOLOGÍA MULTI FLOW

LA SUBIDA DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD Y LA BAJADA DE LOS PRECIOS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EXPERIMENTADA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, PONEN DE MANIFIESTO QUE EN LA ACTUALIDAD LOS COSTES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA SON CONSIDERABLEMENTE MÁS BAJOS QUE EL PRECIO DE COMPRA DE ELECTRICIDAD. ADEMÁS, LA CONSTANTE CAÍDA DE LAS TARIFAS DE INYECCIÓN A RED, HA PROVOCADO QUE CADA VEZ MÁS PROPIETARIOS DE INSTALACIONES UTILICEN LA ENERGÍA QUE PRODUCEN ANTES QUE INYECTARLA A LA RED. PARA MAXIMIZAR EL AUTOCONSUMO, LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO SE UTILIZAN CON FRECUENCIA JUNTO A SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA.

Los sistemas de almacenamiento fotovoltaico exigen que los inversores tengan sistemas de control y flujos de energía más complejos que los que presentaban hasta ahora, dado que ofrecen funciones adicionales:

- Programación optimizada del inversor para aprovechar la carga en tarifas valle.
- Mejora de la calidad de la red.
- Función de emergencia en caso de apagón.

El Fronius Energy Package y la tecnología Multi Flow cumplen las estrictas exigencias del sistema de control de un sistema de almacenamiento moderno.

Flujo de energía en sistemas de almacenamiento

En general, un sistema de almacenamiento fotovoltaico puede trabajar con los cinco flujos de carga representados en la Imagen 1.

Los dos primeros flujos de energía son típicos de sistemas fotovoltaicos sin función de almacenamiento. Sin embargo, los sistemas con almacenamiento tienen que ser capaces de manejar los flujos de energía 3 y 4 para poder cargar y descargar la batería.

El flujo de energía 5, que carga la batería de la red de corriente alterna, no es un requisito obligatorio de un sistema con almacenamiento, y por tanto no todos los sistemas con almacenamiento presentan esta opción. Este modo de funcionamiento permite muchas aplicaciones adicionales, algunas ya importantes en la actualidad y otras que lo serán en el futuro, como se muestra en los ejemplos a continuación

Función de carga CA

Aunque la función de carga CA no es la más relevante para optimizar el autoconsumo, al realizar un análisis más detallado, se demuestra que muchas aplicaciones no son posibles si esta función no está disponible. La carga a través de corriente alterna puede tener lugar tanto utilizando

PV STORAGE: INVERTER CONTROL SYSTEM REQUIREMENTS. MULTI FLOW TECHNOLOGY

THE RISING COST OF ELECTRICITY AND THE DROP IN PRICES OF PV SYSTEMS EXPERIENCED IN RECENT YEARS SHOW THAT TODAY THE COSTS OF PV GENERATION ARE CONSIDERABLY LOWER THAN THE PURCHASE PRICE OF ELECTRICITY. MOREOVER, THE CONSTANT FALL OF FEED-IN TARIFFS HAS RESULTED IN AN INCREASING NUMBER OF INSTALLATION OWNERS USING THE ENERGY THEY PRODUCE BEFORE INJECTING IT INTO THE GRID. TO MAXIMISE SELF-CONSUMPTION, STORAGE SYSTEMS ARE OFTEN USED ALONGSIDE ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS.

PV storage systems require inverters with more complex control systems and energy flows than those that have been available to date, given that they offer additional functions:

- Optimised inverter programming to make the most of valley tariffs.
- Improved grid quality.
- Emergency function in the event of a power outage.

The Fronius Energy Package and Multi Flow technology meet the strict requirements of a control system for a modern storage system.

Energy flow in storage systems

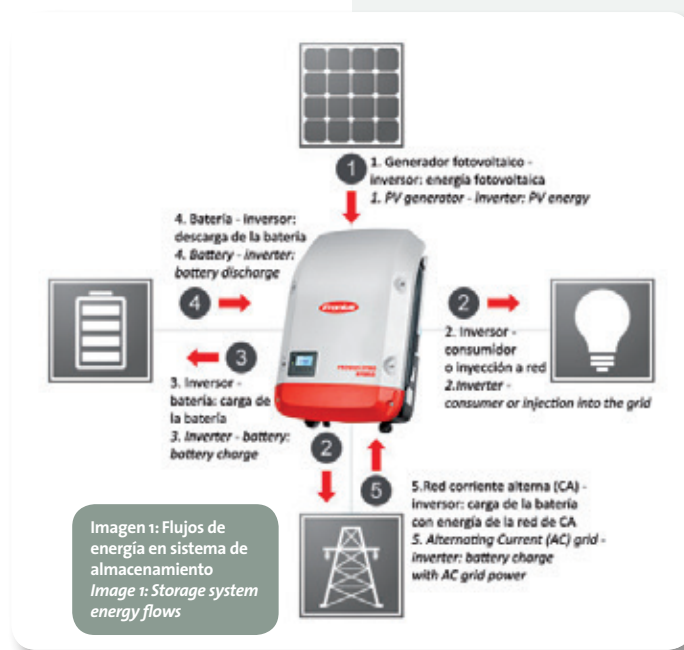
Broadly speaking a PV storage system can work with five charge flows as shown in Image 1.

The first two energy flows are typical of PV systems with no storage function. However, systems with storage have to be capable of managing energy flows 3 and 4 to be able to charge and discharge the battery.

Energy flow 5 that charges the battery from the AC grid is not a compulsory requirement for a system with storage and as such not every system with storage offers this option. This operating mode enables many additional applications, some of which are already important today and others that will be in future, as demonstrated by the following examples.

AC charge function

Although the AC charge function is not the most important for optimising self-consumption, by carrying out a more detailed analysis, it



fuentes de energía propias o privadas (hogares) como las redes públicas (suministros de red). Ejemplos de aplicaciones de carga CA se pueden analizar desde la perspectiva de los tres siguientes grupos de interés:

Desde el punto de vista del operador del sistema

Acoplamiento con otras fuentes de energía (acoplamiento CA)

En los últimos años ha habido un creciente aumento de pequeñas instalaciones con producción combinada de calor y electricidad (micro-cogeneración) e incluso de parques eólicos de baja potencia en el mercado. En estos sistemas, la energía eléctrica está disponible incluso cuando el rendimiento fotovoltaico es bajo, es decir en invierno, y el sistema de almacenamiento fotovoltaico está funcionando por debajo de su capacidad.

La función de carga CA permite almacenar temporalmente el exceso de energía que proviene de fuentes complementarias, para utilizarse con posterioridad. Además, el acoplamiento CA permite instalar el sistema de almacenamiento en un sistema fotovoltaico existente.

Conservación de la carga

Si durante largos periodos tenemos disponible poca o ninguna energía fotovoltaica (ya sea causado por módulos defectuosos, generadores fotovoltaicos cubiertos de nieve u otros factores), la función de carga CA impide la descarga total del sistema de almacenamiento y el derivado deterioro prematuro de la batería.

Carga mínima en situaciones de emergencia

La configuración de muchos sistemas de almacenamiento fotovoltaico incluye la función de suministro de energía de emergencia en caso de corte o parada en la red. Independientemente de las condiciones de aislamiento, la carga CA asegura una capacidad mínima en el sistema de almacenamiento. De este modo, también se puede planificar si habrá suficiente tiempo para completar la carga del sistema en caso de corte o parada en la red.

Desde el punto de vista de los usuarios del mercado eléctrico

Tarifas eléctricas con discriminación horaria

La aparición de contadores eléctricos inteligentes ha supuesto a las compañías distribuidoras eléctricas ofrecer a sus clientes tarifas de electricidad con discriminación horaria. Así, el sistema de almacenamiento puede abastecerse con electricidad de la red en los tramos de precios bajos, para usar esta energía durante los tramos con precios más altos. Esto es especialmente útil en los momentos con menor nivel de insolación.

Uso de sistemas de almacenamiento flexibles para la optimización y equilibrio de la red eléctrica

El papel de los mercados eléctricos y los respectivos protagonistas, es buscar el mayor equilibrio posible entre oferta (producción) y demanda (consumo) antes de que se necesite la electricidad. Para la mejor integración de estas fuentes de energía en el mercado, sobre todo la energía fotovoltaica y la eólica debido a sus fluctuaciones naturales, se necesitan herramientas de previsión con variedad de opciones. Una de estas opciones son las baterías de almacenamiento descentralizado (se combinan para formar una central eléctrica virtual).

can be shown that many applications are not possible if this function is unavailable. Charging via alternating current can take place both by using own or private energy sources (homes) and public grids (grid supplies). Examples of AC charging applications can be analysed from the perspective of the following three interest groups:

From the point of view of the system operator

Coupling with other energy sources (AC coupling)

In recent years the market has seen a growing number of small installations that combine heat and electricity production (micro-CHP) and even low power wind farms. In these systems, electrical power is available even when PV performance is low, in other words in winter, and when the PV energy storage is working under capacity. The AC charge function is able to temporarily store the excess energy that comes from complementary sources to be used later on. Moreover, AC coupling allows an energy storage system to be installed in an existing PV system.

Charge conservation

If over long periods only little or no PV energy is available (whether as a result of defective modules, PV generators covered in snow or other factors), the AC charge function prevents the storage system from completely discharging resulting in the premature deterioration of the battery.

Minimum charge in emergency situations

The configuration of many PV storage systems includes the emergency energy supply function in the event of a power outage or interruption in grid supply. Regardless of the insulation conditions, the AC charge guarantees a minimum capacity in the storage system. As a result system operators can plan if there is sufficient time to complete the system charging in the event of a power outage or interruption in grid supply.

From the point of view of the electricity market users

Electricity tariffs with time restrictions

The emergence of smart electricity meters has meant that the electric utilities can now offer their clients electricity tariffs with time restrictions. As such, the storage system can be supplied by grid electricity during low price bands, to use that energy during periods that have higher prices. This is particularly useful at times when there is a lower level of insolation.

Use of flexible storage systems to optimise and stabilise the electrical grid

The role of the electricity markets and their respective leading agents, is to achieve the optimal balance possible between supply (production) and demand (consumption) before electricity is actually needed. To improve the integration of these energy sources in the market, above all PV and wind power, due to their natural fluctuations, predictive tools with a range of

Desde el punto de vista del operador de la red eléctrica

Mejora de la calidad de la red

El elevado incremento de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica se traduce en una mayor responsabilidad por parte de éstos en prestar servicio y calidad a la red.

El uso de sistemas de almacenamiento supone que los sistemas fotovoltaicos pueden jugar un papel determinante en el mantenimiento de los valores de tensión y frecuencia necesarios en la red de distribución. La función adicional que posibilita cargar las baterías con electricidad de la red CA (previo paso por el inversor CC), dota al sistema fotovoltaico de una mayor versatilidad.

Participación en el mercado de balance eléctrico

El operador de la red eléctrica compensa los desequilibrios eléctricos mediante la gestión de la producción eléctrica cuando dicha producción y la demanda instantánea no coinciden en el tiempo.

El control de la energía eléctrica por tanto se lleva a cabo en función de las necesidades de la red para conseguir un equilibrio entre la demanda y la producción eléctrica.

Del mismo modo que el operador del sistema eléctrico usa esta capacidad de la red (ver más abajo), la batería de almacenamiento descentralizado ofrece una opción flexible de gestión eléctrica en función de las necesidades del usuario y de la red.

Tecnología Multi Flow

Los flujos de energía descritos son necesarios para asegurar el mejor funcionamiento del sistema de almacenamiento fotovoltaico. No sólo se requiere el inversor para estos modos de funcionamiento, también es relevante saber si los flujos de corriente pueden fluir en paralelo (simultáneamente).

La tecnología Multi Flow utilizada en la serie Fronius Symo Hybrid representa un amplio enfoque del control de flujo de energía en el que el inversor se convierte en el centro de control inteligente de todos los flujos actuales.

Los siguientes ejemplos muestran las ventajas de los sistemas de almacenamiento con tecnología Multi Flow.

options are necessary. One such option are decentralised storage batteries (combined to form a virtual power plant).

From the point of view of the electrical grid operator

Improved grid quality

The high level of growth of PV systems connected to the electrical grid translates into greater responsibility on the part of the operators as regards the service provided and grid quality. The use of storage systems means that PV systems can play a decisive role in maintaining the voltage and frequency values required by the distribution network. The additional function offered by charging batteries with power from the AC grid (having first passed through a DC inverter) gives the PV system greater versatility.

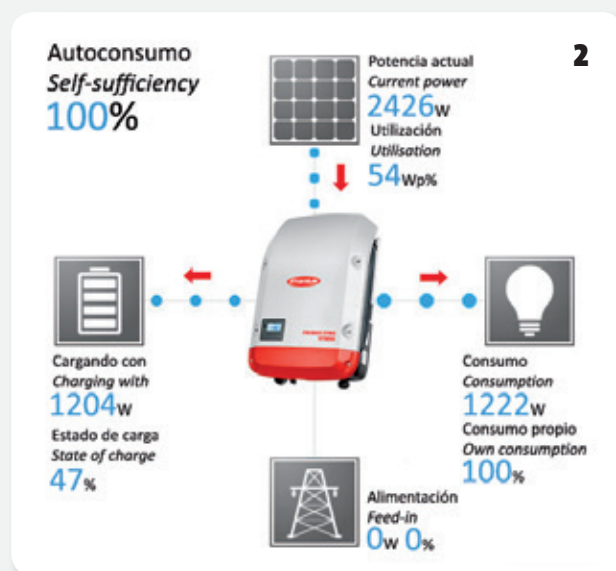
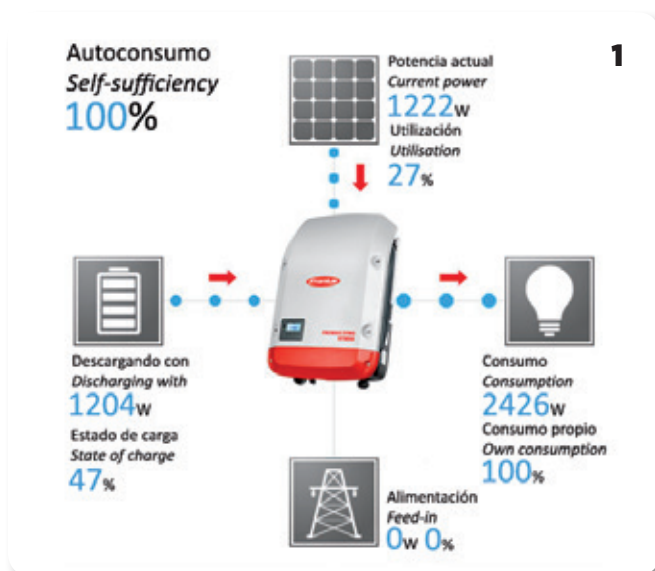
Participation in the net metering market

The electricity grid operator offsets electrical imbalances by managing electricity production when the said supply and instantaneous demand do not coincide in time. Control of the electrical power as such takes place depending on the needs of the grid to achieve a balance between demand and electricity production.

In the same way in which the electrical system operator uses this grid capacity (see below), the decentralised storage battery offers a flexible option for electricity management in line with the needs of the user and the grid.

Multi Flow technology

The energy flows described are necessary to ensure that the PV storage system operates at optimum level. Not only does it require the inverter for these operating modes, it is also important to know if the flows of current are able to flow in parallel (simultaneously). The Multi Flow technology used in the Fronius Symo Hybrid range represents an extensive approach to the control of energy flow in which the inverter becomes a smart control centre for every existing flow. The following examples highlight the advantages of storage systems that use Multi Flow technology.



1. Suministro simultáneo del sistema fotovoltaico y la batería al hogar

Para cubrir las necesidades de energía en el hogar, el sistema fotovoltaico suministra energía, siendo cualquier déficit cubierto por la batería. Si no se dispone de tecnología Multi Flow, es decir, si los flujos de energía no pueden suceder en paralelo, la energía fotovoltaica no sería capaz de cubrir las necesidades del hogar, aunque tuviéramos energía almacenada en la batería. El sistema fotovoltaico tendría desactivarse, produciéndose una pérdida de energía.

2. Carga de batería y suministro del hogar con energía fotovoltaica

En caso de que la potencia del sistema fotovoltaico supere el consumo del hogar, la energía excedente se almacena en la batería. Este exceso de energía no es vertido a la red hasta que la batería esté completamente cargada. Sin la tecnología Multi Flow el inversor tendría que reducir su potencia, produciéndose una pérdida de energía.

3. Suministro del hogar y carga de baterías simultáneos con fotovoltaica y otras energías

Para cubrir las necesidades de energía en el hogar se utiliza energía producida por el sistema fotovoltaico y la de otros productores de energía (por ej. Un pequeño generador eólico o de cogeneración), almacenándose el sobrante de energía al mismo tiempo en la batería. De este modo se consigue un nivel de autonomía mucho mayor, incluso en los meses de invierno. Sistemas sin tecnología Multi Flow no son capaces de utilizar la batería para almacenar temporalmente la energía de otros productores de energía

4. Cubrir el consumo en situaciones de emergencia utilizando fotovoltaica y una batería

En situaciones de emergencia, el consumo del hogar puede ser cubierto simultáneamente por un sistema fotovoltaico y una batería. Por lo tanto, la operación de emergencia funciona incluso cuando la batería está descargada, suponiendo que la potencia producida es mayor que la consumida. En el caso de un sistema sin tecnología Multi Flow, a menudo la energía del sistema fotovoltaico no se puede utilizar para operaciones de emergencia y, por lo tanto, se pierde.

1. Simultaneous supply from the PV system and the battery to the home

To cover the energy needs of the home, the PV system supplies the power with any deficit being covered by the battery. If no Multi Flow technology is available, in other words, if the flows of energy cannot take place in parallel, the PV energy would not be able to cover domestic needs despite having energy stored in the battery. The PV system would have to be deactivated, bringing about an energy loss.

2. Battery charging and home supply via PV energy

In the event that the output of the PV system exceeds domestic consumption, the surplus energy is stored in the battery. This surplus energy is not injected into the grid until the battery is fully charged. Without Multi Flow technology the inverter would have to reduce its output, resulting in energy loss.

3. Simultaneous home supply and battery charging via PV and other energies

To cover the energy needs in the home, energy produced by the PV system is used as well as that from other power products (e.g. a small wind or cogeneration generator), storing the surplus energy in the battery at the same time. In this way a far higher level of self-sufficiency is achieved, even during the winter months. Systems without Multi Flow technology are not capable of using the battery to temporarily store energy from other power sources.

4. Covering consumption in emergency situations using PV and a battery

In emergency situations, home consumption could be simultaneously covered by a PV system and a battery. As such, emergency operation functions even when the battery is discharged, on the basis that the output produced is greater than that consumed. In the case of a system with no Multi Flow technology, the energy from the PV system is often unable to be used for emergency operations and is therefore wasted.

