



Conexión masiva en paralelo de módulos de capa fina: máxima potencia por kW instalado

Con la importante oferta de módulos de capa fina a bajo coste que se prevé en el mercado, ahora es posible obtener atractivas remuneraciones en proyectos de energía solar y en emplazamientos donde hace un año no era posible.

Los módulos de lámina delgada poseen ventajas que permiten mejores retornos de la inversión, incluyendo mayor captación de energía a elevada temperatura y un mayor rendimiento en la captación tanto de la radiación directa como difusa.

Aunque las eficiencias de conversión son inferiores a las de las tecnologías cristalinas, el rendimiento energético (y por lo tanto de ingresos) por kW instalado son más altos. Al mismo tiempo, las técnicas de integración están mejorando, permitiendo una mayor flexibilidad y mayor captación de energía.

La ventaja inherente de la mayor captación de energía de los módulos de capa fina es lo primero que hay que tener en cuenta a la hora de comparar la tecnología de capa fina con la de silicio cristalino. Los módulos de capa fina tienen coeficientes de temperatura muy bajos, que pueden llegar a la mitad de los de los módulos de silicio cristalino en función de la tecnología; los menores coeficientes los presentan los módulos de telurio de cadmio y los de silicio amorfo. Además, la tecnología de capa fina ha permitido mejorar la captación de la luz difusa.

Según un estudio realizado por Energy Photovoltaics and Kadam Consulting, un módulo de silicio amorfo puede conseguir un 15% más de producción de energía por kW nominal en los climas cálidos y un 12% más potencia de salida en ambientes nublados.

Este es un resultado importante en términos de potencial de retorno de la inver-

sión de un proyecto: Los sistemas de capa fina tienen, en general, un menor coste que los sistemas cristalinos. Sin embargo, incluso aunque los costes fueran iguales, la energía extra captada por los módulos de capa fina favorece la recuperación de la inversión inicial.

El cableado y la configuración del sistema de conversión de energía también pueden tener un gran impacto en el rendimiento del sistema. En América del Norte, varias empresas de tecnología han comenzado a ofertar micro-inversores (uno por módulo), así como un módulo de electrónica para eliminar la interdependencia entre los módulos conectados en serie.

Las pruebas han mostrado un aumento del rendimiento en un 5-10%, cuando son eliminadas las pérdidas por sombreado parcial, el mal funcionamiento de los módulos, y otras condiciones variables. Sin embargo, la mayoría de estas empresas han centrado sus productos en aplicaciones para módulos cristalinos.

Este año, en la feria Genera celebrada en Madrid, Paralex® presentó una nueva técnica que también puede mejorar el rendimiento de la conversión de energía entre un 5% y un 15% frente a los sistemas convencionales, con una solución si cabe más sencilla.

La solución, denominada conexión masivamente en paralelo, funciona tanto para módulos de capa fina como para módulos de silicio cristalino, con la ventaja adicional de no suponer ningún coste extra para el sistema. El hecho de que no haya ningún coste adicional del sistema es una gran ventaja especialmente en aplicaciones de capa fina donde cualquier coste fijo por módulo se traduce en un coste por watio mayor que el de las soluciones de silicio cristalino de alta eficiencia.



¿Cómo funciona el cableado en paralelo para eliminar las pérdidas por mal funcionamiento y sombra parcial?

Cuando los módulos están conectados en serie, cualquier condición variable, sombra parcial, o menor potencia de salida de un módulo puede reducir la potencia entregada por todos los módulos conectados a él en serie creando pérdidas desproporcionadas a las pequeñas variaciones del sistema. Incluso las tolerancias de fabricación de módulos, que suelen ser +/- 5%, han demostrado reducir la captación de energía en un 2-3% respecto del verdadero potencial de del conjunto.

El problema es que los módulos que funcionan por encima de su potencia nominal no contrarrestan a los que lo hacen por debajo. De hecho, si un módulo está trabajando un 5% por debajo de su potencia nominal, el resultado es que todos los módulos en la cadena trabajaran a ese 5% por debajo.

Debido a que el efecto "eslabón más débil de la cadena" de los módulos fotovoltaicos solamente afecta a los módulos conectados en serie, el cableado en paralelo es una solución sencilla para evitarlo. La mayor limitación a esta solución han sido hasta ahora los inversores. La conexión masivamente en paralelo requiere de inversores de baja tensión que se adapten a la tensión de los módulos. Hasta el momento, la utilización de inversores de baja tensión se ha limitado a aplicaciones de poca potencia, a causa de las barreras tecnológicas para una conversión eficiente a alta potencia (y las elevadas corrientes asociadas).

Sustainable Energy Technologies ha desarrollado un inversor de baja tensión capaz de trabajar a alta potencia, haciendo que la conexión masivamente en paralelo sea



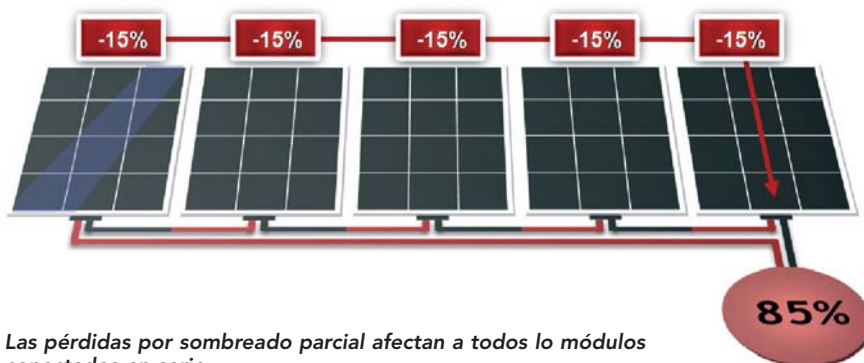
una solución factible, tanto para plantas sobre tejado, como para proyectos sobre suelo.

Conectar los módulos en paralelo permite que cada módulo funcione a su propio potencial máximo y evita la indeseable situación de desperdiciar el potencial de producción de energía causado por las condiciones variables típicas en los sistemas fotovoltaicos.

Los módulos pueden conectarse en paralelo directamente a través de paneles con cuatro cables tales como los de Solyndra, mientras que se utiliza la distribución de los cables para otros módulos de capa fina como los de los fabricantes NexPower, Moser Baer y Kaneka.

La oportunidad para mejorar la flexibilidad de los sistemas solares y eliminar la dependencia en que las condiciones del emplazamiento sean ideales puede ser muy importante para el futuro de la energía fotovoltaica. A medida que la energía solar gana popularidad, los consumidores y los inversores quieren instalar sistemas solares en aplicaciones más variadas, prestando menor atención a la optimización.

La conexión en paralelo permite al sistema solar operar con eficiencia incluso aunque las condiciones del emplazamiento no sean las idóneas. El valor real es que los módulos pueden instalarse, como los elementos constructivos de un edificio sin requerir un diseño especial ni ingeniería para implementar el proyecto. Basta con colocar los paneles en una superficie con buena exposición al sol, sin prestar importancia a obstáculos menores que históricamente han causado problemas a los sistemas solares.



Las pérdidas por sombreado parcial afectan a todos los módulos conectados en serie

Actualmente, el buen resultado económico de un proyecto solar depende de la posibilidad de los promotores de disponer de emplazamientos con buen recurso solar, emplazamientos de grandes dimensiones con la misma orientación al sol, y sin sombreado parcial.

Con la conexión masivamente en paralelo, que elimina las interdependencias entre los módulos, la disminución rápida de los precios en los próximos dos años, pronto será posible instalar módulos solares en prácticamente cualquier sitio, sin necesidad de diseñar las condiciones del entorno. Incluso los proyectos de integración arquitectónica, con múltiples orientaciones de los módulos, se benefician del cableado en paralelo, ya que cada módulo produce con su potencial máximo, en lugar de ser afectado negativamente por otro módulo con una orientación menos óptima y menor irradiación.

Cuantificar la mejora en la energía captada continúa siendo uno de los grandes retos cuando se trata de determinar el verdadero valor de la conexión masivamente en paralelo de sistemas. Ello se debe a que las mejoras de funcionamiento crecen cuando

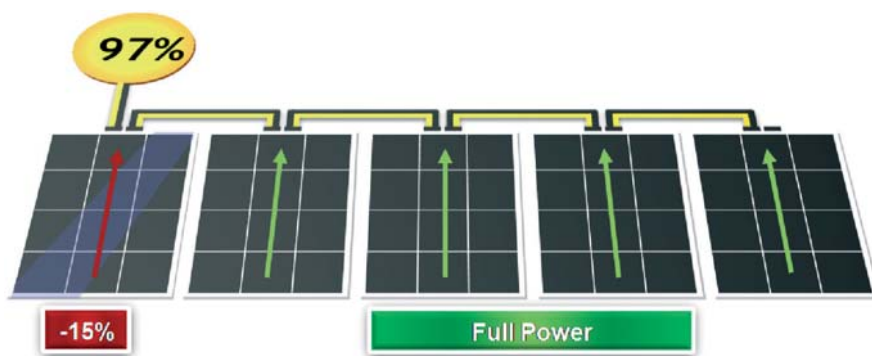
los sistemas solares se encuentran sometidos a las condiciones cambiantes en funcionamiento real.

Estas condiciones son diferentes para cada proyecto y son prácticamente imposibles de modelizar. Un estudio realizado compara el cableado en serie frente al cableado en paralelo para módulos de capa fina. Conocidos los fallos de funcionamiento de los módulos conectados en serie, y para mitigar el efecto, los investigadores seleccionaron módulos de la mayor calidad posible para el sistema conectado en serie y módulos de menor calidad para el sistema conectado en paralelo, comprobando el mejor funcionamiento de estos últimos, aún en condiciones de sombreado parcial.

Por tanto, el estudio permitió comprobar que puede aumentarse la captación de energía de los sistemas fotovoltaicos de capa fina, mediante el cableado en paralelo.

Aunque los precios de los módulos de silicio cristalino han caído sustancialmente en los últimos meses, las tecnologías de capa fina tienen un potencial de reducción de costes que dificultan que las tecnologías de silicio cristalino compitan con ellas. La tecnología de capa fina sigue creciendo en importancia en el mercado, con una combinación perfecta entre un excelente precio por vatio y una alta producción de energía por kW instalado.

Ahora, la combinación de la tecnología de capa fina, con el cableado en paralelo, ofrecen una oportunidad real para abrir nuevos caminos en el mercado, haciendo que la energía solar sea viable en muchas nuevas aplicaciones, con mejores resultados económicos.



Aislar las pérdidas por sombreado parcial mejora la producción