

WHITEPAPER

SHADEFIX:

UN MODELO SUPERIOR PARA LA OPTIMIZACIÓN DE POTENCIA



Resumen ejecutivo

Este informe analiza los resultados de un estudio llevado a cabo por la Universidad del Sur de Dinamarca, que compara la avanzada tecnología de optimización de energía fotovoltaica de SMA con otras formas de optimización en diferentes situaciones con y sin sombra. Sus principales resultados arrojan conclusiones clave sobre la producción, el rendimiento energético durante la vida útil de la planta, la fiabilidad y el mantenimiento, así como la seguridad contra incendios y la seguridad de los instaladores. En el informe también se destacan las principales diferencias en la forma en la que se prioriza y se aborda la seguridad y la desconexión en América del Norte y Europa, y se analizan las variantes de las soluciones de SMA en ambas regiones.

El estado de la optimización de potencia

Para la mayoría de los propietarios de plantas fotovoltaicas, la energía solar constituye una inversión significativa con expectativas de una rentabilidad financiera predecible. Esta rentabilidad depende de factores clave, entre ellos, el rendimiento del sistema y producción durante la vida útil del mismo. Durante más de 30 años, los profesionales del sector de la energía solar se han centrado en esos dos criterios para ofrecer a los clientes soluciones superiores de energía fotovoltaica.

Si bien la mayoría de las plantas fotovoltaicas están normalmente diseñadas para recibir luz solar sin obstrucciones ni sombras, en algunas situaciones éstas se podrían producir. Por tal motivo, se ha invertido bastante tiempo, esfuerzo e innovación en mitigar los efectos indeseables de las sombras en las plantas fotovoltaicas. Aunque no hay una solución que pueda

transformar la sombra en luz, existen métodos para maximizar la potencia de los módulos fotovoltaicos sin sombra y reducir los efectos negativos de la sombra en los strings.

Las estrategias de mitigación de sombras varían en todo el mundo y pueden depender de diversos factores. La estrategia que más se utiliza en el mercado estadounidense de energía fotovoltaica residencial supone intentar optimizar la producción de potencia en cada módulo fotovoltaico utilizando un conjunto complejo de componentes. Si bien este modelo presentaba ventajas en comparación con la antigua tecnología string, ahora se ha comprobado que un tipo de optimización moderno aumenta el rendimiento energético y, a la vez, reduce drásticamente la cantidad de componentes y la complejidad de una planta incrementando incluso su fiabilidad y el rendimiento energético durante su vida útil.

Supuestos actuales

Una percepción es que colocar pequeños dispositivos electrónicos debajo de cada módulo fotovoltaico en una planta optimiza su producción. A estos componentes se les conoce comúnmente como optimizadores de CC o también como electrónica de potencia a nivel de módulo (MLPE por sus siglas en inglés). Funcionan convirtiendo o manipulando potencia (aumentando o disminuyendo la tensión y la corriente) para cada módulo fotovoltaico. Esto puede aumentar el rendimiento energético, en particular bajo determinadas condiciones como cuando se proyecta una sombra de gran superficie sobre los módulos fotovoltaicos; sin embargo, supone un costo extra. Esta solución requiere componentes complejos y en constante funcionamiento, y se ejecuta en un entorno poco favorable para la instalación y el funcionamiento de dichos dispositivos, así como para su mantenimiento.

MÁS ENERGÍA CON MENOS COMPONENTES

SMA ha desarrollado un modelo de optimización que ha mejorado la metodología actual del sector con la mitigación de los efectos de las sombras y el aumento de la generación de potencia, pero con una cantidad significativamente menor de componentes en la planta. ¿Por qué es importante la cantidad de componentes?

Es bien sabido que existe una fuerte correlación entre la complejidad de una planta y las tasas de inactividad de la misma. Reducir la complejidad y la cantidad de componentes de una planta reducirá la tasa de inactividad general. Teniendo esto en cuenta, SMA desarrolló un método de optimización de potencia que, en la mayoría de las condiciones, produce más potencia que los optimizadores tradicionales, al tiempo que aumenta el rendimiento energético durante la vida útil de una planta fotovoltaica.

Ley o regla de Lusser

La ley de Lusser es un concepto en ingeniería de sistemas. Se trata de una regla de predicción de fiabilidad que establece que la fiabilidad de una serie de componentes es igual al producto de la fiabilidad individual de los componentes. En otras palabras, un sistema en serie es más débil que su eslabón más débil, ya que la fiabilidad del producto de una serie de componentes puede ser menor que su componente de menor valor.

Esto se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$R_s = R_1 \times R_2$$

(Fiabilidad del sistema = fiabilidad del componente 1 x fiabilidad del componente 2)

Si se asume que todos los componentes tienen la misma fiabilidad (0,99), da como resultado una fiabilidad del sistema de

1 componente: $R_s = 0,99$

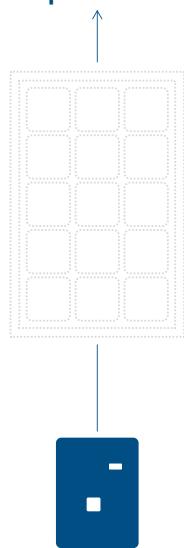
2 componentes: $R_s = 0,99 \times 0,99 = 0,98$

10 componentes: $R_s = 0,99^{10} = 0,90$

100 componentes: $R_s = 0,99^{100} = 0,37$

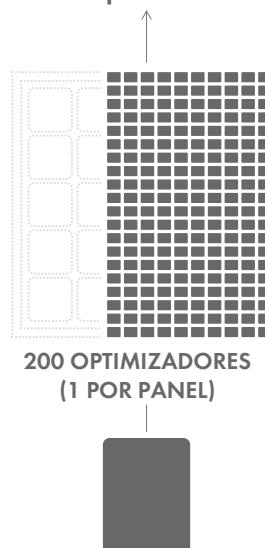
EJEMPLO DE INSTALACIÓN

aprox. 2000
componentes



SUNNY TRIPOWER CORE1

aprox. 60 000
componentes



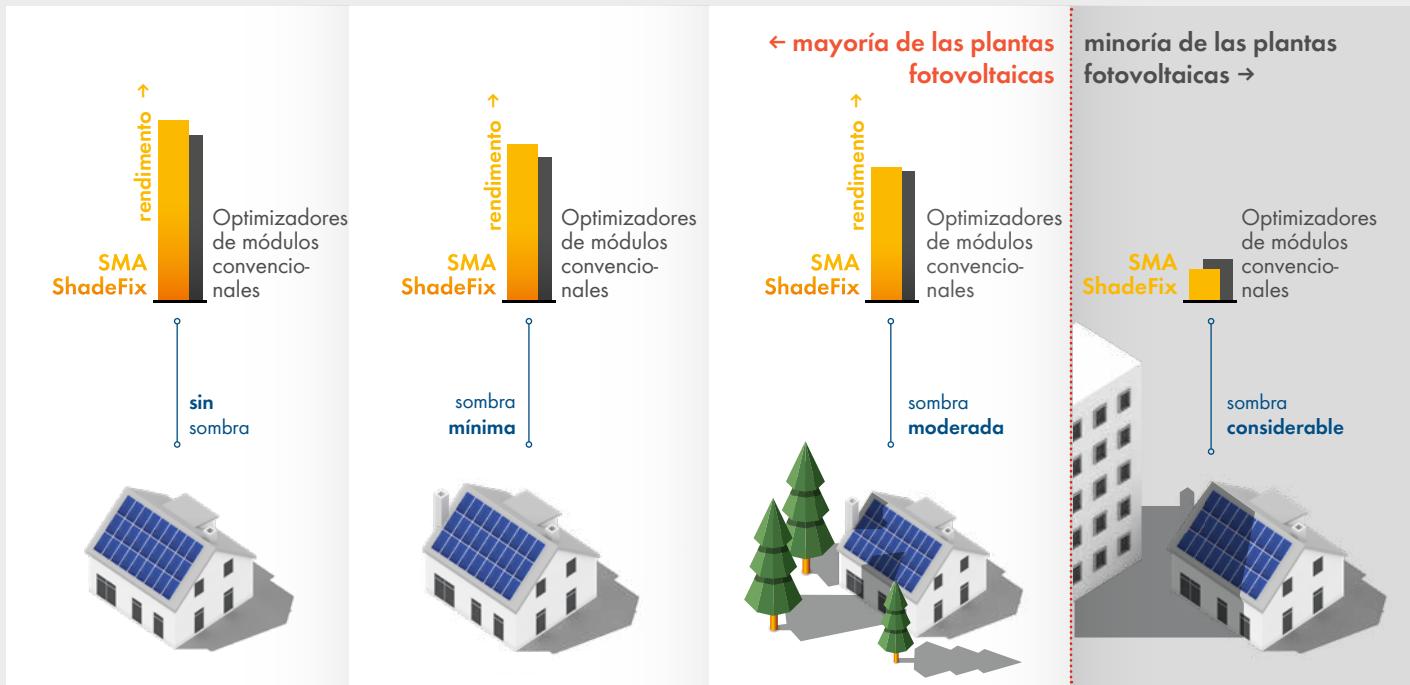
INVERSOR

ESTUDIO COMPARATIVO UNIVERSITARIO

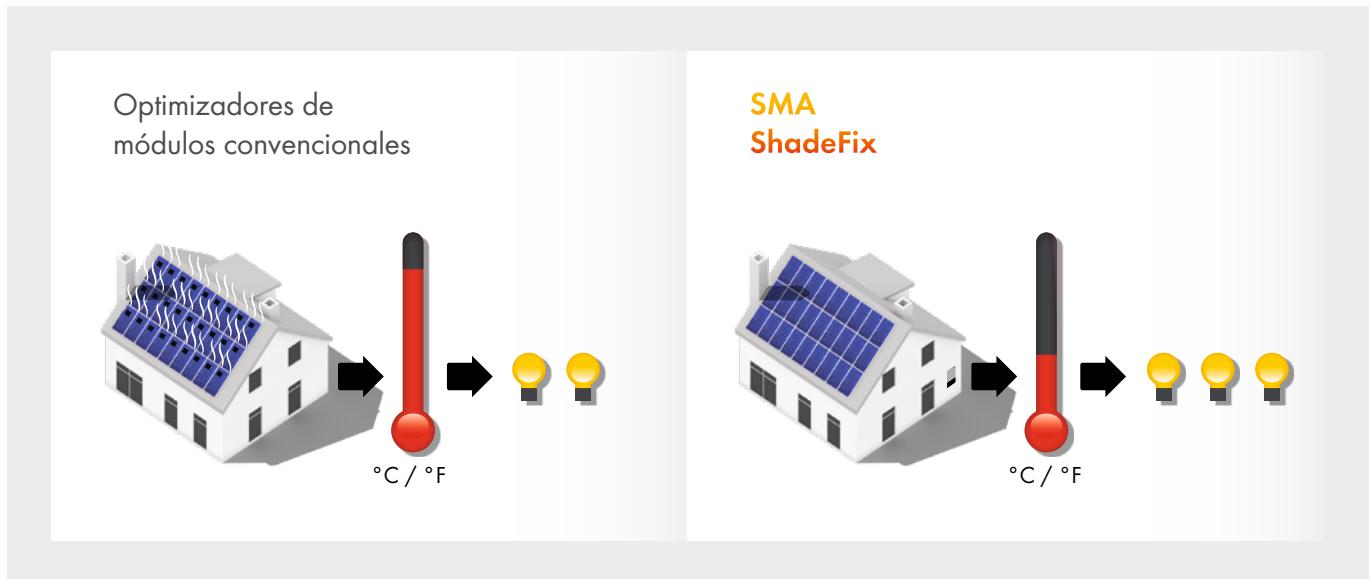
Este modelo de producción de potencia fue puesto a prueba recientemente por la [Universidad del Sur de Dinamarca](#). Los ingenieros de la universidad probaron tres plantas distintas. Dos eran soluciones líderes de optimizadores de CC a nivel de módulo, mientras que la tercera se basaba a la optimización a nivel de string patentada y exclusiva de SMA: ShadeFix. A partir de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- » La optimización ShadeFix tuvo un rendimiento superior al de la optimización tradicional a nivel de módulo en escenarios sin sombra.
- » La optimización ShadeFix tuvo un rendimiento superior al de la optimización tradicional a nivel de módulo en condiciones de sombra ligera a moderada. Las condiciones de sombra incluyeron situaciones como las creadas por la presencia de nubes pasajeras u obstrucciones en el techo, tales como ramas de los árboles, chimeneas, conductos de ventilación y tragaluces. En estos casos, los optimizadores tradicionales de CC consumieron más energía de la que pudieron recuperar.
- » La optimización ShadeFix tuvo un rendimiento superior al de la optimización tradicional a nivel de módulo en días sin obstrucciones, pero nublados debido a que los dispositivos a nivel de módulo consumieron más energía de la que produjeron de forma incremental.
- » Cuando se utilizaron optimizadores tradicionales a nivel de módulo, las potencias de disipación durante el funcionamiento diurno se tradujeron en un rendimiento energético general menor que el obtenido con la solución de optimización SMA ShadeFix.
- » Los optimizadores tradicionales a nivel de módulo solo produjeron más potencia cuando los módulos fotovoltaicos, dentro del mismo string, experimentaron una irradiancia drásticamente diferente a lo largo de todo el día. Se incluyeron aquí escenarios con un sombreado total y permanente, diferentes orientaciones en el mismo string y discrepancias significativas (escenarios que suelen ser resultado de un diseño deficiente de la planta).
- » Los MLPE tradicionales presentan un riesgo de avería relativamente alto para cualquier planta debido a la gran cantidad de componentes. Si bien en el estudio no se extrapoló la potencia de disipación debida a averías previstas, se indicó que afectaría al rendimiento energético durante la vida útil.

El estudio concluyó que, en la mayoría de las plantas fotovoltaicas, la optimización SMA ShadeFix tiene un rendimiento superior al de la optimización tradicional de CC a nivel de módulo, con una mayor producción de energía por año y durante la vida útil prevista de una planta.



PRODUCCIÓN DURANTE LA VIDA ÚTIL, FIABILIDAD Y GASTOS DE SERVICIO TÉCNICO



Como se destacó en el estudio, además de producir más energía que las tecnologías tradicionales a nivel de módulo, la optimización ShadeFix ofrece otra ventaja: una reducción drástica de componentes. En una instalación comercial típica de 50 kW, una planta de SMA puede tener un total de ~2000 componentes electrónicos. Todos ellos se encuentran alojados en una carcasa protegida contra la intemperie y su mantenimiento y sustitución son sencillos.

Por su parte, una planta de 50 kW que utiliza optimizadores convencionales a nivel de módulo puede tener más de 60 000 componentes electrónicos. La mayoría

de estos componentes electrónicos se alojan en carcasa herméticas debajo de los módulos fotovoltaicos, expuestas a la humedad y al ciclaje térmico. Se deben tomar medidas adicionales para reforzarlas a fin de que resistan condiciones climáticas más extremas y plagas.

Cuando se avería un componente, en la mayoría de los casos se requiere la visita del servicio técnico y el acceso seguro al techo del personal de mantenimiento, así como la retirada de conexiones permanentes y semipermanentes, módulos fotovoltaicos y accesorios para su posterior reinstalación correcta, lo que conlleva

muchas horas de trabajo en el techo. Los componentes y conexiones adicionales también generan un mayor riesgo de avería y de incendio debido a montajes incorrectos, los cuales se analizarán más adelante con más detenimiento. El requisito de servicio técnico también introduce una frecuencia no predecible y arbitraria en el modelo comercial de un instalador, lo cual afecta a su programación, logística y gastos de mano de obra.

En los mercados en los que el código exige el uso de dispositivos MLPE para ejecutar las funciones de apagado, SMA utiliza dispositivos de parada rápida certificados



por SunSpec. Estos excluyen prestaciones con conversión de potencia, lo cual reduce los componentes MLPE a menos del 50 % en comparación con los optimizadores tradicionales a nivel de módulo. Si en su lugar se utiliza la optimización SMA ShadeFix, estas plantas experimentan una mayor producción de potencia, un mayor rendimiento energético durante la vida útil y menores gastos de mantenimiento.

El rendimiento energético durante la vida útil se extiende aún más en el modelo ShadeFix debido a la normativa de servicio técnico adoptada para prestarle asistencia. Cuando se utiliza la optimización tradicional a nivel de módulo para la producción de potencia es probable que un integrador registre más averías en los dispositivos. Cada avería tiene como consecuencia la pérdida de energía para el propietario de la planta, pero enviar un técnico de servicio para que reemplace las unidades a medida que se averían es una medida ineficaz y costosa. Normalmente, los instaladores se limitan a reemplazar optimizadores tradicionales en grupos, lo cual significa que esas pérdidas incrementales de energía se van sumando con el tiempo y luego afectan a toda la cartera de plantas del instalador. Esta estrategia de servicio también pone en dificultades al propietario de la planta para encontrar repuestos compatibles de

versiones anteriores, ya que los fabricantes actualizan frecuentemente su tecnología exclusiva, lo que a menudo da lugar a problemas de instalación y funcionamiento con los modelos antiguos.

La estrategia de optimización ShadeFix utiliza dispositivos menos complicados que realizan menos trabajos electrónicos, lo que maximiza el rendimiento durante la vida útil. Para una mayor optimización de las operaciones de servicio técnico, ShadeFix aprovecha las funciones automáticas de SMA Smart Connected a fin de reducir significativamente las necesidades de servicio técnico. Smart Connected controla proactivamente el estado del inversor, alerta a los instaladores cuando hay problemas y envía una guía de soluciones o incluso dispositivos de recambio automáticamente. Esto le ahorra al instalador una visita de servicio técnico de diagnóstico y reduce a la mitad los traslados por servicio técnico.

BARRA LATERAL

SunSpec Alliance es una organización comercial formada por más de 100 participantes del sector de la energía solar y el almacenamiento de América del Norte, Europa y Asia. Su objetivo es establecer normas para habilitar la interoperabilidad de los sistemas de conexión y uso inmediato.



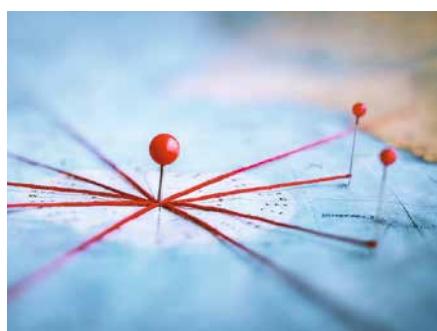
SMA Smart Connected permite reducir a la mitad las intervenciones de servicio en la instalación.



DIFERENCIAS GLOBALES CON EL CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO



Además de la producción de potencia, normalmente se argumenta a favor de la utilización de dispositivos tradicionales a nivel de módulo para realizar una función de apagado o seguridad. No obstante, la aplicación de esta función es diferente en América del Norte, Europa y otras regiones del planeta, y continuamente se debate acerca de su impacto en la seguridad y el riesgo de incendio, así como acerca de su rendimiento y fiabilidad. Con esta función, es importante evaluar tanto el resultado previsto como su impacto en las personas que manejan la planta.



Para decidir si se aplican dispositivos de apagado basados en el módulo, se suele mencionar la seguridad de los encargados de primeros auxilios. Es importante reducir la tensión de la planta en caso de que un encargado de primeros auxilios encuentre cables expuestos y una planta energizada. El código estadounidense ha fijado un límite de 80 V que, aunque puede seguir siendo peligroso, es un entorno más seguro comparado con la ausencia de una limitación. En las mejores prácticas de extinción de incendios también se aconseja tomar medidas de prevención y de precaución extrema ante incendios que involucren una planta fotovoltaica.

La señal de parada rápida de SunSpec es una sencilla transmisión de distorsión a través de las redes eléctricas de CC. Su receptor, ubicado en el módulo fotovoltaico, es un dispositivo minimalista que además de aumentar la seguridad de los encargados de primeros auxilios, soluciona otros problemas comunes.

A diferencia de los optimizadores tradicionales que convierten potencia de manera constante y activa, consumen energía, crean calor y sufren desgaste, el dispositivo SunSpec funciona de manera pasiva. Así se minimiza el desgaste por uso del dispositivo SunSpec y el consumo de energía es muy reducido. Se puede preinstalar en el suelo y así reducir el tiempo de instalación en el techo. Por último, un dispositivo que funciona en la señal de SunSpec está diseñado para ser interoperable, lo cual significa que, si un proveedor sale del mercado, el integrador no se encuentra con el problema de tener que sustituir o realizar el mantenimiento de una solución exclusiva.

También es importante analizar los motivos por los cuales los mercados mundiales no han adoptado estatutos similares.

DEBATE EN EUROPA ACERCA DEL RIESGO DE INCENDIO

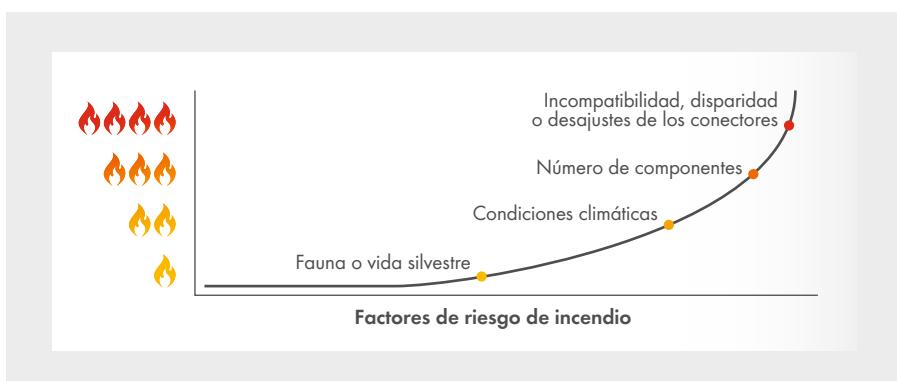
En las regiones en las que no se ha dispuesto el apagado a nivel de módulo, se han mencionado tres motivos principales: el riesgo para los instaladores, una falsa sensación de seguridad y un mayor riesgo de incendio.

Cuando se lleva a cabo el apagado a nivel de módulo, las condiciones exigen que los instaladores pasen más tiempo

en el techo, con lo que corren el riesgo de sufrir caídas. De conformidad con las cifras de 2018 de OSHA, «las principales causas de muerte de trabajadores del sector privado en la industria de la construcción fueron las caídas, seguidas de golpes con objetos, electrocución y atrapamiento». Las caídas representaron el 33,5 % de todas las muertes en el sector de la construcción.

Al obligar al personal a pasar más tiempo en el techo para instalar y realizar trabajos de servicio técnico de dispositivos previstos para mitigar el peligro potencial al que se enfrentan los encargados de primeros auxilios, el código está aumentando considerablemente el riesgo de caídas para los instaladores a fin de reducir el riesgo de desenergización para los encargados de primeros auxilios.

Además del mayor peligro al que se exponen los profesionales de la energía solar, también se ha mencionado que la aplicación de numerosos dispositivos electrónicos en un entorno de techo es un potencial riesgo de incendio, que aumenta la probabilidad de daños materiales y pone en riesgo a los encargados de primeros auxilios en caso del mismo acontecimiento que el sector está intentando evitar.





En un [estudio publicado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos](#) y llevado a cabo por la autoridad de seguridad TÜV Rheinland y la empresa mundial de investigación científica y de ingeniería Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energía Solar, las autoridades analizaron el riesgo de incendio en las plantas fotovoltaicas.

En este estudio se observó que, a menudo, los componentes de seguridad integrados en la parte de CC, tales como fusibles o interruptores, suponen un riesgo en la planta. Cada componente adicional supone un incremento de fallo en las plantas. Esto mismo se aplica a la instalación de interruptores en el cableado de CC. En lo que se refiere al riesgo de emergencias por incendio en una planta fotovoltaica, los interruptores adicionales son simplemente otra fuente de fallos.

Los módulos fotovoltaicos estándar están equipados con dos conectores de CC. Cada dispositivo MLPE añadido introduce cuatro conectores adicionales. Al triplicar la cantidad de cables y contactos que se pueden aflojar con el tiempo o estar comprometidos por la falta de coincidencia de fabricantes diferentes, intrusión de agua, condiciones meteorológicas y vida silvestre, también se aumenta el riesgo de fallos e incendio.

FRACASOS COMERCIALES FAMOSOS



Esta preocupación se puso de manifiesto hace poco durante una disputa ampliamente difundida entre el gigante minorista Walmart y el integrador de energía solar Tesla. Como consecuencia, Walmart demandó a Tesla después de haber sufrido varios incendios y exigió la retirada de las plantas fotovoltaicas instaladas en 240 tiendas. Esta demanda fue ampliamente difundida por los [medios](#) de comunicación. Walmart alegó negligencia grave. Las conexiones en el techo se convirtieron en uno de los puntos centrales de la acusación.

Aunque el caso se resolvió extrajudicialmente y todas las partes negaron ser culpables, el juicio sirvió como ejemplo de la importancia de reducir los componentes de techo con conectores. Con menos conexiones, cables y componentes electrónicos en el techo, los integradores pueden reducir el riesgo de avería o incendio.

Si bien los mercados abordan este tema de distintas formas en todo el mundo, existe una constante: la optimización SMA ShadeFix aborda las funciones de seguridad a través de un modelo que cumple con el código, maximiza la producción de energía y el rendimiento energético durante la vida útil, y reduce el riesgo comercial.



UN MODELO SUPERIOR DE OPTIMIZACIÓN

Si bien la optimización tradicional a nivel de módulo corrigió algunos de los problemas que se encontraron en las primeras plantas fotovoltaicas, ahora se ha comprobado que la tecnología de una optimización avanzada aumenta tanto la producción de la planta como el rendimiento energético durante la vida útil y, a la vez, aumenta la seguridad del instalador y mitiga el riesgo de los trabajos de servicio técnico. Los integradores pueden encontrar más información sobre SMA ShadeFix y/o dispositivos de apagado certificados por SunSpec en los siguientes enlaces: www.SMA.de, www.SMA-America.com o poniéndose en contacto con su oficina local de SMA.

Información de la Fuente

Assoc. Prof. Wulf-Toke Franke, [The Impact of Optimizers for PV-Modules](#), Scientific study, University of Southern Denmark, Mai 2019

Sepanski et al, ["Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization"](#), TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2018.

Occupational Health and Safety Administration www.osha.gov



SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Phone: +49 561 9522-0
Email: Info@SMA.de
www.SMA.de

SOCIAL MEDIA
www.SMA.de/newsroom

