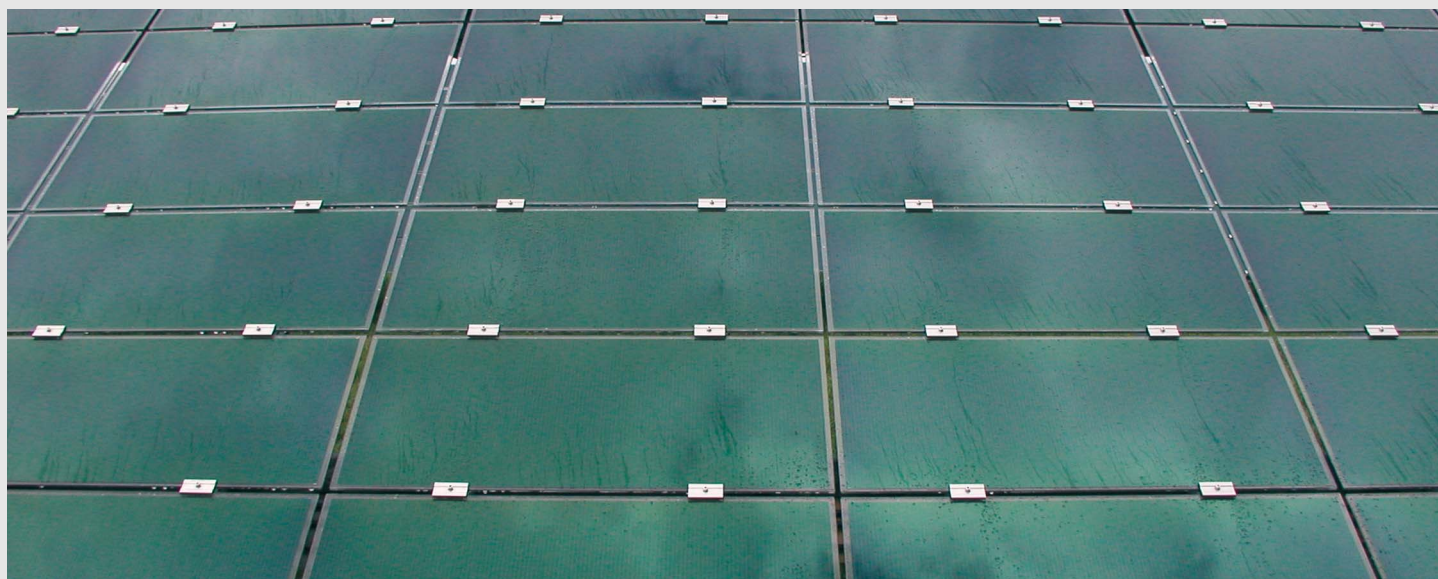


Tecnología de módulos

Los inversores de SMA ofrecen la solución adecuada para cualquier tipo de módulos



Contenido

Desde hace algún tiempo cada vez más módulos de nuevo desarrollo y nuevas tecnologías de células concurren con los módulos fotovoltaicos convencionales en el mercado. Innovadoras tecnologías, como lo son los módulos de capa fina y las células de contacto posterior, ofrecen avanzadas ventajas, entre las que cabe destacar su bajo coste de producción, la rápida amortización energética y sus coeficientes de rendimiento excepcionalmente altos.

Sin embargo hay que tener en cuenta que algunas de estas tecnologías sólo deberían ser empleadas bajo determinadas condiciones. Por ello, para el empleo de módulos fotovoltaicos es absolutamente necesario observar las recomendaciones de instalación de los fabricantes.

Debido a la gran variedad de topologías disponibles, la aplicación de los inversores de SMA, en combinación con el correspondiente kit de toma a tierra, es tan flexible que se dispone del equipo ideal para cualquier tipo de módulo. Además estamos en estrecho contacto con los fabricantes de módulos para poder atender inmediatamente a las más recientes recomendaciones respecto a su instalación.

1 Funcionamiento óptimo de generadores fotovoltaicos de nueva generación

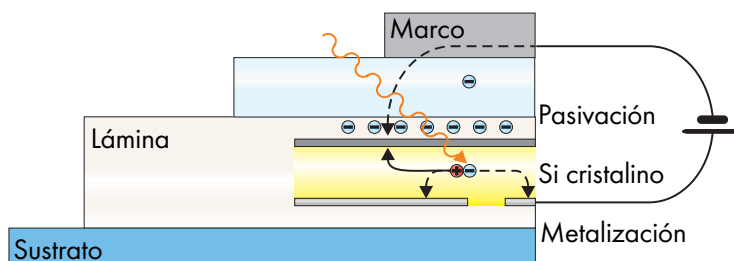
1.1 Efecto de polarización: Prevención mediante la toma a tierra positiva del generador fotovoltaico

Se ha observado una reducción progresiva del coeficiente de rendimiento en módulos de contacto posterior, dotados por ejemplo con células del tipo SunPower A-300.

Causas

Para conseguir el efecto fotovoltaico se precisan, además de los fotones de la luz, un campo eléctrico que separe los portadores de carga negativos de los positivos y evite su inmediata recombinación. Si ambos contactos se encuentran en el mismo lado de la célula solar, como ocurre en células de contacto posterior, es más difícil establecer este campo eléctrico que con células convencionales. Bajo el funcionamiento con tensiones más elevadas ($> 20\text{ V}$) se puede formar una carga estática en la superficie de la célula. En consecuencia aumenta la frecuencia de recombinación de los portadores de carga que a su vez lleva a una considerable reducción del coeficiente de rendimiento.

Este fenómeno, llamado efecto de polarización, es reversible. En cuanto se retiran las cargas negativas en la lámina de EVA se "recupera" el coeficiente de rendimiento.^[1]



Medidas preventivas

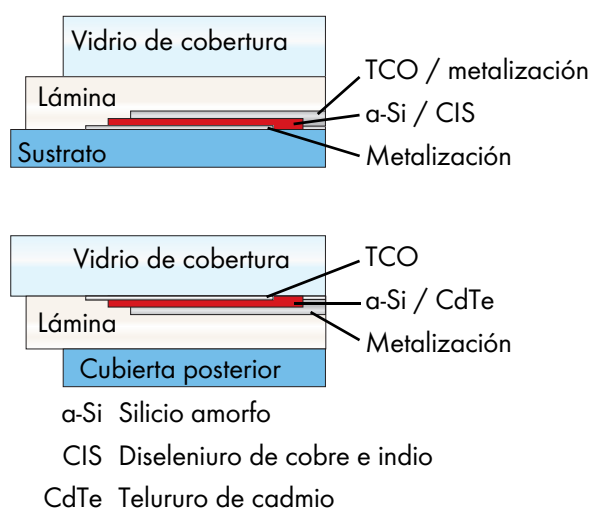
- El efecto de polarización se puede prevenir usando inversores con separación galvánica, y con la toma a tierra de la conexión positiva del generador con el kit de toma a tierra de SMA (número de pedido ESHV-P-NR).
- Si el generador no tiene o no tuvo toma a tierra, puede restablecerse el estado o el coeficiente de rendimiento original de las células aplicando brevemente una alta tensión negativa a los módulos afectados. El procedimiento de regeneración a emplear debería consultarse con el fabricante de los módulos. Sin embargo cabe tener en cuenta que la regeneración de los módulos no impide que el fenómeno pueda volver a producirse. En este caso la toma a tierra positiva es imprescindible.

1.2 Corrosión de TCO: Prevención mediante la toma a tierra negativa del generador fotovoltaico

Se ha observado un deterioro de la capa de TCO (óxido conductor transparente) en algunos módulos de capa fina, tras un tiempo de funcionamiento relativamente corto. El deterioro de esta capa electroconductor del lado interior del vidrio de cobertura es irreparable y supone pérdidas importantes de potencia.

Causas

Las causas del deterioro de la capa de TCO están siendo investigadas por el Florida Solar Energy Center (FSEC) desde el 2000. Ahí se ha demostrado que son principalmente afectados los módulos con células de α -Si y de CdTe, producidos con tecnología de superestratos. En este proceso de producción, las capas individuales del módulo se construyen empezando con la cobertura de vidrio. La corrosión de la capa de TCO tiene lugar en la reacción del sodio, contenido en un 15% aproximadamente en dicha cobertura, con la humedad. Aparecen fisuras, sobre todo en los bordes del módulo, que pueden llegar a afectar toda la estructura celular y dañar el módulo de forma permanente.



Medidas preventivas

- Mediante el uso de inversores de separación galvánica y la toma a tierra del contacto negativo del generador con el kit de toma a tierra SMA (número de pedido ESHV-N-NR) se crea un campo eléctrico en el que los iones de sodio de carga positiva tienden hacia el polo negativo, alejándose de la capa de TCO. De esta forma se previene la corrosión de forma segura. Es el método al que se debería dar preferencia.
- Una alternativa es sellar los bordes de los módulos. Así se evita la penetración de la humedad, y el proceso de corrosión no puede ocurrir, por faltarle el segundo reactivo.
- También ayuda a reducir las posibles corrientes de fuga el maximizar la distancia entre los módulos y las estructuras con toma a tierra (por ejemplo los marcos de los módulos).

Ambos efectos están directamente relacionados con el potencial del generador, es decir, en este caso, con la tensión a tierra del generador. A diferencia de la tensión de funcionamiento (entre los polos positivo y negativo) de los módulos fotovoltaicos, apenas se tiene en consideración la tensión a tierra a la hora de concebir la instalación fotovoltaica. Otro factor a tener en cuenta es que esta tensión puede variar mucho según la topología de los inversores (véase el diagrama "Potenciales de generadores Sunny Boy"). Pero la mera elección de una determinada topología de los inversores no evita los problemas aducidos anteriormente. Solamente mediante la toma a tierra (adicional) de un polo puede predeterminarse la orientación del campo para todo el generador fotovoltaico y evitarse así la corrosión TCO y el efecto de polarización.

1.3 Corriente derivada elevada: Prevención mediante inversores de topología Quiet-Rail

Durante el funcionamiento pueden producirse corrientes derivadas capacitivas inadmisibles que pueden llegar a disparar el interruptor RCD (Residual Current protective Device) o a desconectar el inversor.

Causas

El potencial del generador siempre contiene una parte alterna, cuya frecuencia y amplitud depende de la topología del inversor. De esta forma se crea un campo eléctrico alterno entre el módulo y su entorno que genera una corriente derivada capacitiva en los cables.

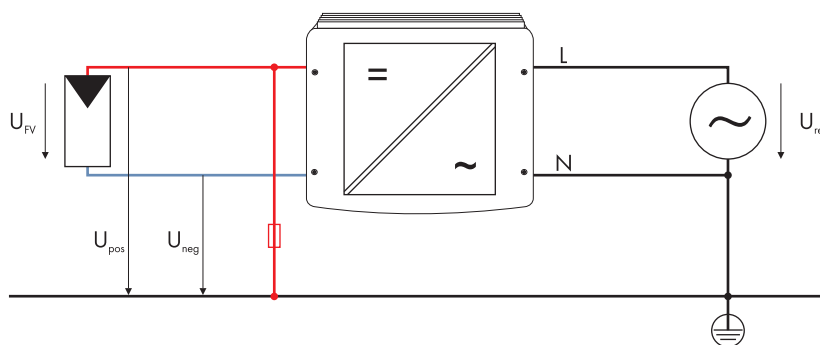
Además, la magnitud de esta corriente depende de la capacidad del generador fotovoltaico. Aquí se cumple que, mientras mayor sea la superficie del módulo, mayor será la capacidad y también la corriente derivada. Por este motivo estos problemas afectan especialmente a los módulos de capa fina. También las láminas metálicas en los módulos pueden aumentar considerablemente la capacidad del generador, con lo que los generadores alcanzan la corriente derivada máxima.

Medidas preventivas

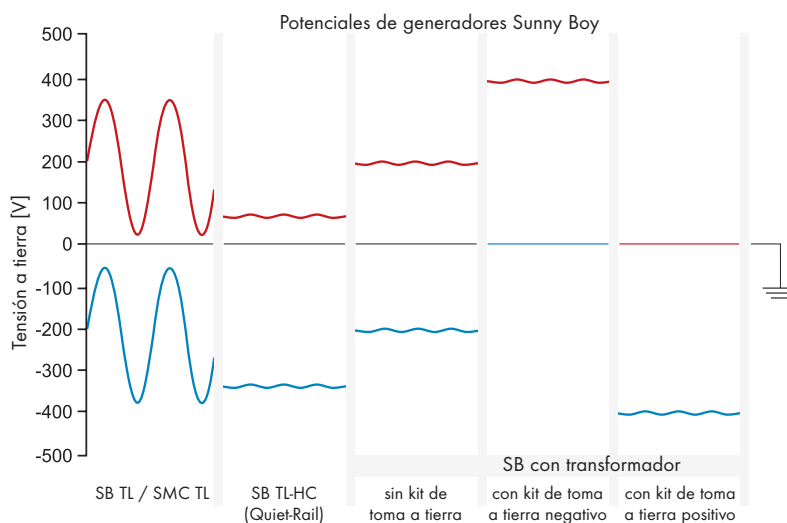
Ya desde la planificación de la instalación se debe considerar la construcción de los módulos más detenidamente. Si se espera una corriente derivada máxima de más de 50 mA, se debería escoger un inversor SMA con una topología y corriente derivada reducida adecuadas. Para ello es recomendable emplear inversores Sunny Boy con transformador, ya que la separación galvánica impide las corrientes derivadas en la red. Pero también pueden emplearse los equipos sin transformador de la serie TL-HC con topología Quiet-Rail, que generan una corriente derivada funcional insignificante. En caso de emplear inversores Sunny Boy de otro tipo deberá planificarse la instalación de forma que pueda prescindirse de un interruptor de protección RCD/FI. En este caso un umbral de desconexión de 300 mA, conforme la normativa vigente del VDE, no presenta ningún problema.

2 La conexión a tierra del generador: simple y sencillamente con el kit de toma a tierra de SMA

A fin de determinar el inversor adecuado para cada uno de los requerimientos de los módulos fotovoltaicos, deberá conocerse el potencial del generador en funcionamiento con las diferentes topologías de los inversores [2].



El siguiente diagrama muestra el desarrollo del potencial de los polos positivo (en rojo) y negativo (en azul) del generador conectado a diferentes inversores.



Queda patente que las topologías de los inversores difieren. Pero la mera selección de una determinada topología de los inversores no asegura una tensión previa negativa o positiva de los módulos fotovoltaicos con respecto a su entorno, tal como lo recomiendan algunos fabricantes. Los generadores fotovoltaicos se pueden conectar a tierra de manera simple sólo si se usa el kit de toma a tierra de SMA. Para ello se realiza la toma a tierra de uno de los polos del generador a través de un fusible (en la figura queda representado de forma esquemática para una toma a tierra positiva), lo que garantiza la seguridad y la monitorización de aislamiento del generador. Esta toma a tierra es reconocida a nivel internacional (y en algunos países es obligatoria) y puede instalarse en cualquier inversor Sunny Boy con transformador en pocos pasos.

En detalle, el kit de toma a tierra le ofrece las siguientes ventajas:

- El kit de toma a tierra está disponible tanto para una toma a tierra positiva como para una negativa.
- La toma a tierra interna no requiere modificar el cableado externo del generador, ahorrándole tiempo.
- La toma a tierra queda asegurada por un cortocircuito fusible interno, ofreciendo seguridad adicional (protección contra incendios).
- La monitorización de aislamiento se preserva gracias al kit de toma a tierra desarrollado por SMA para éste propósito y a su fluida integración al inversor. De esta forma este importante dispositivo de seguridad de los equipos SMA sigue detectando posibles fallos de aislamiento en el generador. De esta forma este importante dispositivo de seguridad de los equipos SMA sigue detectando posibles fallos de aislamiento en el generador.



Con el kit de toma a tierra es posible regular la polaridad del potencial del generador. Pero además la influencia de la tensión de red sobre el potencial del generador varía mucho; este último está representado aquí durante dos períodos en la red en cada caso (véase el diagrama). Los inversores sin transformador están conectados a la red directamente y por ello su potencial sigue a aquél de la tensión de red. Una excepción a esto son los inversores sin transformador con topología "quiet rail". Su porción alterna en el potencial del generador es baja y parecida a la de los inversores con separación galvánica (transformador) entre el generador fotovoltaico y la red. La magnitud de esta porción alterna es determinante para la magnitud de la corriente derivada del generador y debería minimizarse en los módulos con lámina metálica integrada.

3 Literatura recomendada

- [1] SunPower Application Note: „SunPower Discovers the ‚Surface Polarization‘ Effect in High Efficiency Solar Cells“; www.sunpowercorp.com; 2005
- [2] H. Schmidt, B. Burger, K. Kiefer: „Welcher Wechselrichter für welche Modultechnologie?“; 21. Symp. Photovoltaische Solarenergie, 8.-10.03.2006, Kloster Banz / Staffelstein; Tagungsband pág. 220 pp.
- [3] C.R. Osterwald, T.J. McMahon, J.A. del Cueto, J. Adelstein und J. Pruet: „Accelerated Stress Testing of Thin-Film Modules with SnO₂:F Transparent Conductors“; National Center for Photovoltaics and Solar Program Review Meeting, 24.-26.03.2003, Denver / Colorado; NREL/CP-520-33567.
- [4] N.G. Dhere, H.P. Patil, S.M. Bet, A.U. Pai, V.V. Hadagali and U.S. Avachat: „Investigation of Degradation Aspects of Field Deployed Photovoltaic Modules“; National Center for Photovoltaics and Solar Program Review Meeting, 24.-26.03.2003, Denver / Colorado; NREL/CD-520-33586, pág. 958.

4 Lista de comprobación

A fin de facilitarle la elección del inversor más adecuado para cada tipo de módulo, hemos reunido las recomendaciones actuales más importantes:

1. Compruebe si el fabricante de los módulos fotovoltaicos recomienda un tipo de toma a tierra o el empleo de inversores de una topología determinada.

Ejemplo: La empresa Sunpower recomienda que con módulos de células del tipo A-300 se efectúe una toma a tierra del polo positivo del generador fotovoltaico. La opción acertada: Sunny Boy con transformador y un kit de toma a tierra positivo. Véase capítulo 1.1 "Efecto de polarización: Prevención mediante la toma a tierra positiva del generador fotovoltaico" (Página 2).

2. Si el fabricante de los módulos fotovoltaicos no da indicaciones para el empleo de sus productos, recomendamos que elija su inversor según las características de los módulos que se indican a continuación.

Si las recomendaciones del fabricante y las nuestras no coinciden, siga las recomendaciones del fabricante.

Tecnología de las células / conformación de los módulos	Inversores sin transformador		Inversores con transformador		
	SB xxxxTL SMC xxxxTL	SB xxxxTL-HC	Equipo de serie SB xxxx SMC xxxx		
			sin kit de toma a tierra	Con kit de toma a tierra negativa	Con kit de toma a tierra positiva
Silicio monocristalino	●	●	●	○	○
Silicio policristalino	●	●	●	○	○
CdTe	–	–	–	●	–
Silicio amorfo (tipo superestratos)	–	–	–	●	–
Silicio amorfo (tipo sustrato)	●	●	●	○	○
CIS	●	●	●	○	○
Silicio monocristalino (A-300)	–	–	–	–	●
Lámina metálica como sustrato o en el módulo	–	●	●	●	●

Legenda: : ● recomendable; ○ recomendable con restricciones; – no recomendable

Ejemplo:

Los módulos de capa fina con células de CdTe o de silicio amorfo a menudo usan una lámina de vidrio con una capa de TCO como sustrato para la construcción de las células. La opción acertada: Sunny Boy con transformador y un kit de toma a tierra negativo. Véase capítulo 1.2 "Corrosión de TCO: Prevención mediante la toma a tierra negativa del generador fotovoltaico" (Página 3).

Ejemplo:

Ejemplo: para las células flexibles de capa fina a menudo se emplea una lámina de acero inoxidable como sustrato portador. La opción acertada: Sunny Boy con transformador, o sin transformador pero con topología "quiet rail" (Sunny Boy xxxxTL-HC). Véase capítulo 1.3 "Corriente derivada elevada: Prevención mediante inversores de topología Quiet-Rail" (Página 4).