



EPISODE 60

Mejorar el rendimiento en invierno:
tratamiento del inversor en climas fríos

Bankable. Reliable. Local.

Mejorar el rendimiento en invierno: tratamiento del inversor en climas fríos

>> Contexto

Superar los retos que plantean las condiciones invernales es crucial para los sistemas fotovoltaicos, especialmente en lo que respecta a los inversores. En un reciente seminario de Solis, los expertos compartieron sus conocimientos sobre la optimización del rendimiento de los inversores en entornos sometidos a bajas temperaturas.



>> Efectos de las bajas temperaturas en el funcionamiento del inversor:

Fluctuaciones de tensión:

Las bajas temperaturas elevan la tensión de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos, provocando un aumento de la tensión del sistema del inversor. La exposición prolongada a altas presiones afecta al dispositivo

de conmutación del inversor, lo que repercute en su vida útil y fiabilidad. En condiciones de bajas temperaturas, la tensión de la cadena fotovoltaica podría superar el rango de tensión de entrada del inversor, lo que podría provocar problemas.

Parámetros de rendimiento eléctrico (STC)

Modelo de módulo	425	430	435	440	445	450	455
Potencia máxima (P _{max} /W)	425	430	435	440	445	450	455
Tensión de circuito abierto (V _{oc} /V)	48.7	48.9	49.1	49.2	49.4	49.6	49.8
Corriente de cortocircuito (I _{sc} /A)	11.22	11.30	11.36	11.45	11.52	11.58	11.65
Tensión de potencia máxima (V _{mp} /V)	40.4	40.6	40.8	41	41.2	41.4	41.6
Corriente de potencia máxima (I _{mp} /A)	10.52	10.60	10.66	10.73	10.80	10.87	10.93
Eficiencia del módulo (%)	19.6	19.8	20.0	20.2	20.5	20.7	20.9

STC (entorno de prueba estándar): irradiancia 1000 W/m², temperatura de la célula 25 °C, espectral AM1,5

Coefficiente de temperatura (prueba STC)

Corriente de cortocircuito (I _{sc})	+0.050%/°C
Tensión de circuito abierto (V _{oc})	-0.284%/°C
Potencia máxima (I _{mp})	-0.350%/°C

	Tensión de entrada máxima	1100V
	Tensión de arranque	195V
Parámetros del inversor	Tensión mínima de funcionamiento	180V
	Rango de tensión MPPT	180~1000V

Ajustar la cadena fotovoltaica a 20 piezas/cadena

ØV_{oc} cuando la temperatura ambiente es de 25°C:

$$49.6 \times [1 - 0.284\% \times (25 - 25)] \times 20$$

$$= 992V$$

ØV_{oc} cuando la temperatura ambiente es de -25°C:

$$49.6 \times [1 - 0.284\% \times (-25 - 25)] \times 20$$

$$= 1132.8V$$

En condiciones de bajas temperaturas, la tensión de la cadena fotovoltaica supera el rango de tensión de entrada permitido por el inversor.

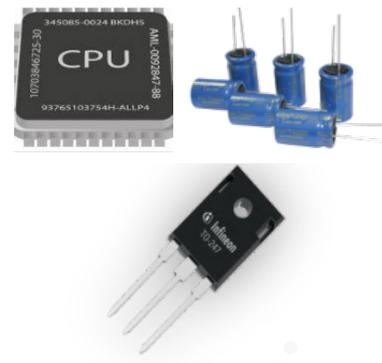
Componentes sensibles a la temperatura:

Los componentes internos como los IGBT, los DSP, los condensadores, etc., tienen rangos de temperatura específicos para un rendimiento óptimo. El funcionamiento fuera de estos rangos puede afectar a la vida útil y la fiabilidad del inversor:

Los cambios bruscos de temperatura, inducidos por las bajas temperaturas, pueden tensionar estos componentes, afectando negativamente a su rendimiento.

El estrés térmico provocado por los cambios repetidos de altas y bajas temperaturas provocará la reducción de las propiedades físicas o químicas del material y del dispositivo del inversor, lo que afectará al rendimiento de trabajo o a la vida útil del producto.

Num	Componente clave	Rango de temperatura
1	IGBT/MOSFET	-40°C~125°C
2	DSP	-40°C~85°C
3	Condensador de filtro	-40°C~45°C
4	Condensador de bus	-40°C~105°C
5	Sensor de corriente de fuga	-35°C~85°C
6	Relé	-40°C~55°C
7



Funcionamiento del ventilador:

Los inversores de alta potencia utilizan ventiladores externos para disipar el calor. En condiciones de bajas temperaturas, los ventiladores externos pueden congelarse, comprometiendo su funcionalidad.

>> Medidas de protección y perspectivas operativas

Los inversores fotovoltaicos combaten las condiciones de frío extremo mediante una protección estratégica de la instalación y medidas:

Auxiliares:



Instalación estratégica:

Colocación del inversor en interiores, bajo aleros, debajo de componentes o en otros lugares protegidos, incluido el uso de placas de blindaje, para protegerlo de la exposición directa a la nieve y al aire frío. Este método resulta especialmente eficaz para los inversores en serie y los microinversores, ya que aprovecha sus capacidades inherentes de adaptación a bajas temperaturas.

Protección auxiliar contra el frío:

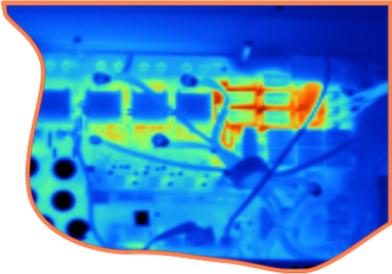
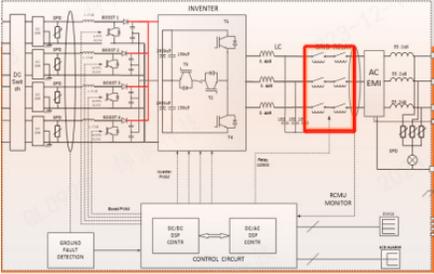
Implementación de calentadores externos o incorporados para iniciar el dispositivo de calentamiento en entornos de baja temperatura. Este proceso de calentamiento gradual eleva la temperatura de trabajo, facilitando el funcionamiento sin problemas de los inversores centralizados y distribuidos.

Tipo	Rango de temperatura	Modo de arranque a baja temperatura
Microinversor	-40°C~+65°C	Se pone en marcha automáticamente cuando se alcanza la condición de arranque a baja temperatura
Inversor String	-30°C~+60°C	
Inversor centralizado	-35°C~+60°C	Dispositivos de calefacción como resistencias calefactoras o calefactores de soplado
Inversor distribuido	-35°C~+60°C	



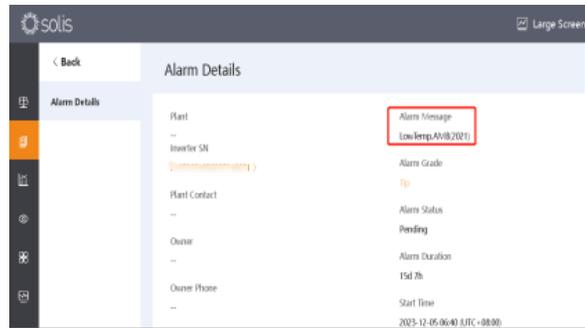
Pre calentamiento interno y conservación del calor:

Aprovechar la tecnología innovadora y las estrategias de control para el pre calentamiento interno y la conservación del calor. En particular, algunos inversores Solis incorporan medidas activas de pre calentamiento y aislamiento nocturno que garantizan un funcionamiento estable y fiable en condiciones difíciles de bajas temperaturas y frío extremo.

Técnica de pre calentamiento activo	Conservación activa del calor por la noche
	
<p>Cuando la temperatura ambiente interna es baja, ajuste la estrategia de control para aumentar rápidamente la temperatura ambiente interna. Cuando la temperatura ambiente alcanza el valor normal, se vuelve a cambiar el modo de control para que el inversor funcione de forma eficiente.</p>	<p>A través del modo nocturno SVG, el relé sigue siendo atraído cuando no se genera energía, por lo que el inversor no solo puede mantener constante la temperatura interna del dispositivo con un bajo consumo de energía, garantizando su funcionamiento normal, sino también evitar cambios de temperatura demasiado drásticos de cada dispositivo.</p>

Los inversores no arrancan a baja temperatura

Cuando la temperatura ambiente es inferior a -25°C durante un periodo prolongado, el inversor activa el modo "LowTemp.AMB". Comienza a funcionar correctamente cuando la temperatura ambiente alcanza el umbral de baja temperatura. El ajuste de este umbral, según los requisitos del campo, puede permitir un funcionamiento seguro a baja temperatura. Se aconseja consultar con los ingenieros técnicos de Solis para evaluar situaciones de campo específicas y confirmar la viabilidad de las medidas y los umbrales.



Conclusión:

>> A medida que descienden las temperaturas, la importancia del mantenimiento de las centrales fotovoltaicas y los inversores es aún mayor. Las bajas temperaturas pueden afectar al estado operativo de los inversores y activar el modo de "protección contra subtemperatura". Garantizar un funcionamiento estable y fiable de los inversores en condiciones invernales implica aplicar medidas de protección y cumplir protocolos esenciales de funcionamiento y mantenimiento. Para más información, consulte el seminario de Solis [Episodio 51]: "Preste atención a estos problemas comunes de O&M con inversores en invierno".