



## EPISODE 59

Comprensión del mecanismo PID y  
soluciones para paneles de tipo P y N

**Bankable. Reliable. Local.**

# Comprensión del mecanismo PID y soluciones para paneles de tipo P y N

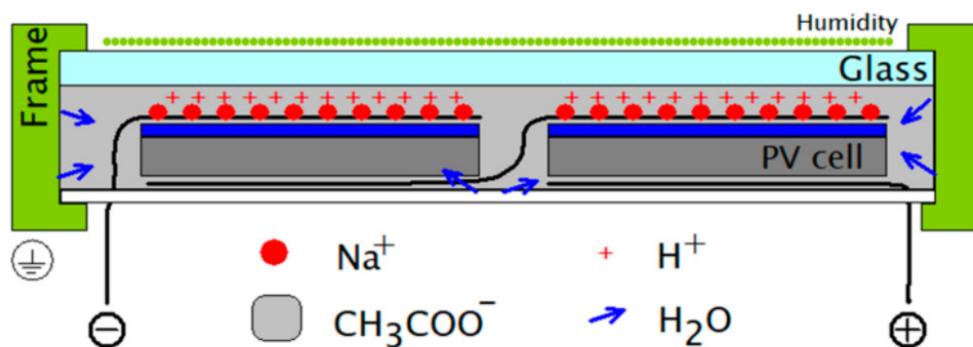
## >> Contexto:

La degradación inducida por potencial (PID, por sus siglas en inglés) afecta significativamente a la estabilidad y fiabilidad a largo plazo de los módulos fotovoltaicos. Abordar la PID implica comprender sus causas y aplicar soluciones eficaces. Este seminario de Solis profundiza en los mecanismos de PID específicos de los paneles fotovoltaicos de tipo P y de tipo N, y ofrece información sobre los métodos de protección al respecto.

## Principales causas de la PID

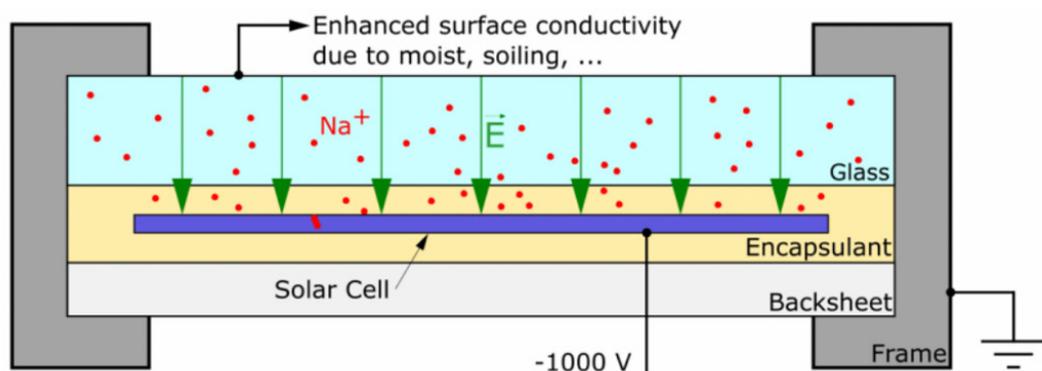
### Fenómeno de la corriente de fuga:

Un aislamiento deficiente en los paneles fotovoltaicos puede provocar corrientes de fuga, especialmente en entornos húmedos, causando la infiltración de vapor de agua. Las reacciones químicas en las que intervienen la película de EVA, el vidrio y el vapor de agua producen sodio ( $\text{Na}^+$ ), lo que da lugar a PID bajo la influencia de un campo eléctrico aplicado.



## Alta tensión del sistema:

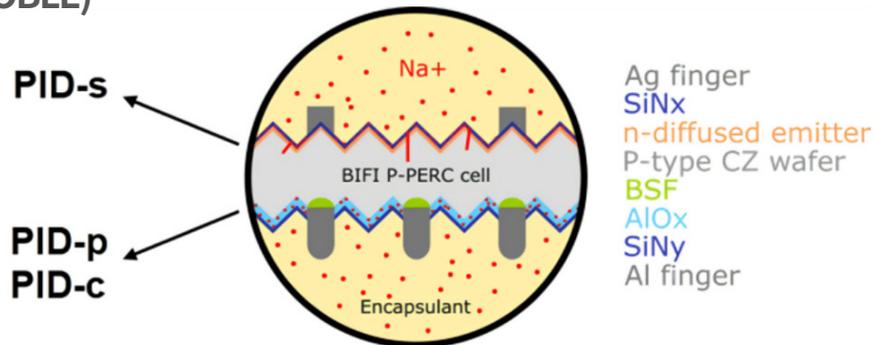
Normalmente, la tensión de circuito abierto de una sola serie fotovoltaica es de unos 1000 V, y la tensión de trabajo es de aproximadamente unos 800 V. El marco de aleación de aluminio del componente necesita protección contra rayos y conexión a tierra. Esta configuración crea una alta tensión continua significativa entre la batería y el marco de aluminio. En consecuencia, se desarrolla un sesgo de tensión entre la célula fotovoltaica y el marco metálico de puesta a tierra, dando lugar a una inducción de potencial.



## Principales tipos de PID de módulos fotovoltaicos

Tipo	Principio	Nivel
PID-s (shunting)	Como el Na <sup>+</sup> del vidrio migra a la célula, se forma un canal conductor compuesto de impurezas conductoras en el interior de la célula, lo que reduce la resistencia de derivación (Rsh) y el factor de llenado (FF).	Recuperación media, parcial y lenta;
PID-p (polarización)	A alta tensión durante mucho tiempo, debido a la influencia de la corriente de fuga en el panel, las cargas positivas y negativas en la capa de pasivación se acumulan para formar un efecto de pasivación compuesto superficial, que se caracteriza por la pérdida de potencia dominada por la reducción de la corriente de cortocircuito (Isc).	Generalmente, la atenuación es reversible y puede restablecerse por completo.
PID-c (corrosión)	Debido a la influencia del entorno externo, los materiales como el envejecimiento de la película de componentes, Al <sub>x</sub> O <sub>y</sub> , la capa de nitruro de silicio (Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ) y las piezas metálicas están sometidos a corrosión electroquímica causada por la pérdida de potencia..	Grave, pertenece a los daños irreparables;

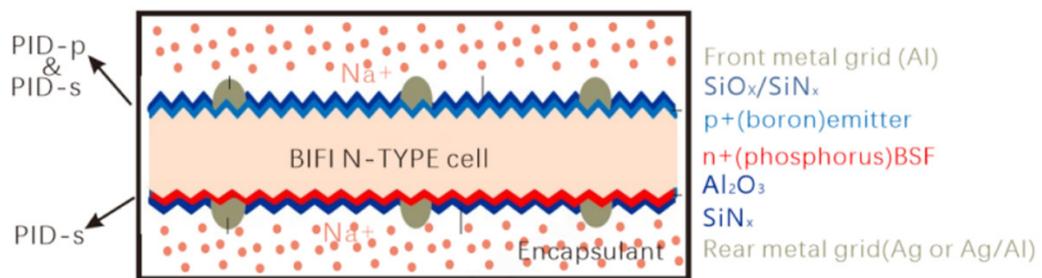
## Características del efecto PID del módulo tipo P (MÓDULO BIFACIAL DE VIDRIO DOBLE)



Mecanismo PID del módulo fotovoltaico de doble cara PERC de tipo P

Como se muestra en la figura, para los componentes de vidrio doble de doble cara de tipo P, la parte delantera es generalmente PID-s, la parte trasera es generalmente PID-p, y puede ocurrir PID-c; debido a la consideración de la protección contra rayos y la conexión a tierra del marco del módulo fotovoltaico, se forma un sesgo negativo entre el panel y el marco. En este momento, el borde está cargado positivamente, y el Na<sup>+</sup> en el cristal frontal migrará y se concentrará en la capa de película adhesiva situada en la superficie de la batería, y desde allí se difundirá y llenará el defecto del cristal de silicio, pasando a través de la unión PN, formando así el canal de corriente de fuga en ambos extremos de la unión PN.

Debido al sesgo negativo, el Na<sup>+</sup> en el cristal posterior se reúne rápidamente en la capa de la película adhesiva en la parte posterior de la batería, atrayendo los electrones en la parte posterior y la capa de pasivación original con carga negativa, lo que se traduce en un deterioro del efecto de pasivación, resultando en la atenuación del PID-p. Y cuanto más cerca del panel de salida negativa, mayor es el sesgo negativo y más evidente es el fallo del PID.



Características del efecto PID del módulo tipo P (MÓDULO BIFACIAL DE VIDRIO DOBLE)

Como se muestra en la figura, para las pilas de tipo N, la parte delantera suele ser de atenuación PID-s y PID-p, y la parte trasera suele ser de atenuación PID-s; la parte delantera es similar a la aplicación del panel P, con polarización negativa entre el panel y el bisel. El Na<sup>+</sup> en el cristal frontal se acumula en la superficie de la batería. Por un lado, el Na<sup>+</sup> pasa a través de la unión PN para formar un canal de corriente de fuga, dando lugar a PID-s. Por otro lado, los electrones negativos de la capa de pasivación son atraídos por el Na<sup>+</sup>, lo que provoca el deterioro del efecto de pasivación, dando lugar al fenómeno PID-p.

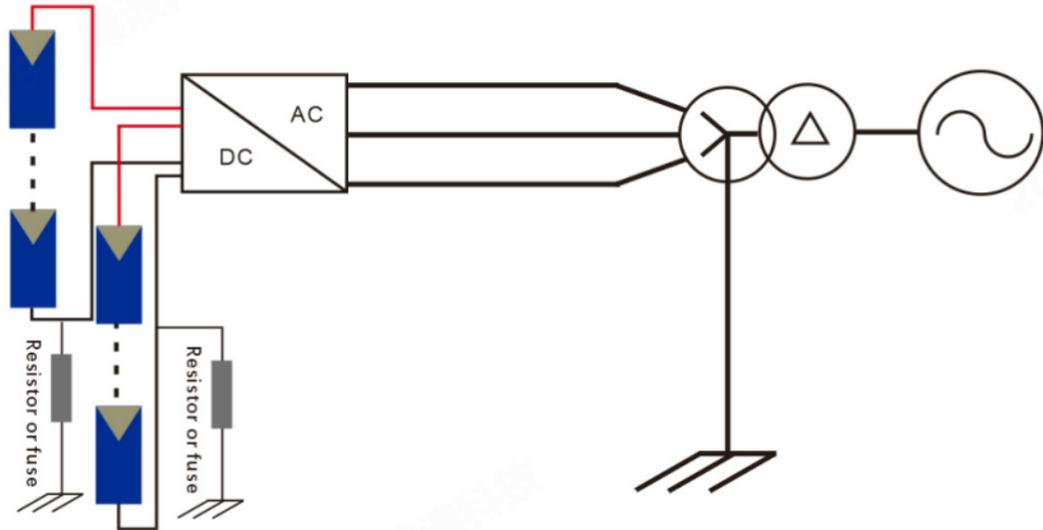
En comparación con el módulo fotovoltaico de tipo P, el portador positivo del módulo de tipo N es el electrón, que tendrá una mayor pérdida de PID-s, y la pérdida es más grave que la de la parte posterior. Debido a la polarización negativa en la parte posterior, el Na<sup>+</sup> del cristal posterior se acumula rápidamente en la capa de película adhesiva de la parte posterior de la batería, pasa a través de la unión PN y forma un canal de corriente de fuga, lo que provoca la atenuación de la PID-s.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la inducción del efecto PID producida por el módulo fotovoltaico de tipo N o de tipo P es coherente, y sólo se distinguen tipos de PID en diferentes planos, por lo que los métodos de protección son los mismos, principalmente los siguientes:

### **Solución de puesta a tierra directa negativa:**

La conexión a tierra del electrodo negativo del módulo fotovoltaico o del inversor mediante una resistencia o un fusible garantiza que la tensión negativa del módulo y del marco metálico de conexión a tierra mantengan el mismo potencial. Esta solución se emplea predominantemente en inversores centralizados, como se ilustra en la figura.

*Nota: Esta solución se limita al uso de inversores aislados. Los inversores fotovoltaicos no aislados requieren transformadores de aislamiento adicionales, lo que conlleva costes relativamente más elevados con niveles de seguridad más bajos.*

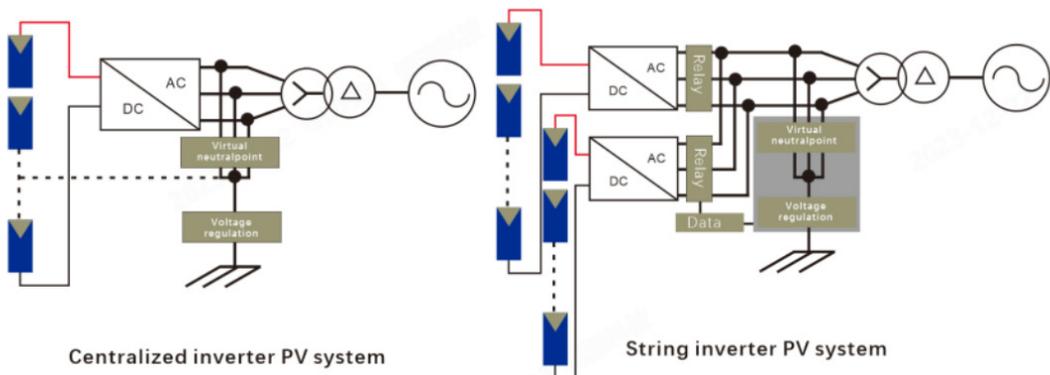


**The negative direct grounding solution**

**Solución de puesta a tierra del neutro virtual:**

Ideal para centrales fotovoltaicas a gran escala integradas por inversores fotovoltaicos de cadenas e inversores centralizados. Al elevar el potencial del punto neutro virtual, la tensión negativa de la cadena fotovoltaica se acerca al potencial cero, con lo que se consigue la supresión de PID.

*Nota: Aunque es adecuada para la protección de PID en nuevos proyectos, esta solución no puede reparar sistemas fotovoltaicos afectados por PID. No ofrece protección punto a punto, y los fallos del equipo pueden afectar a la protección del módulo de todo el subarreglo fotovoltaico.*

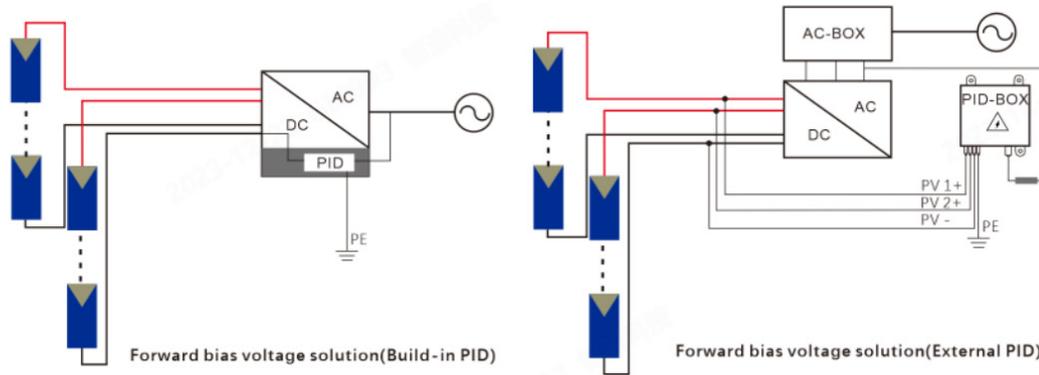


**Centralized inverter PV system**

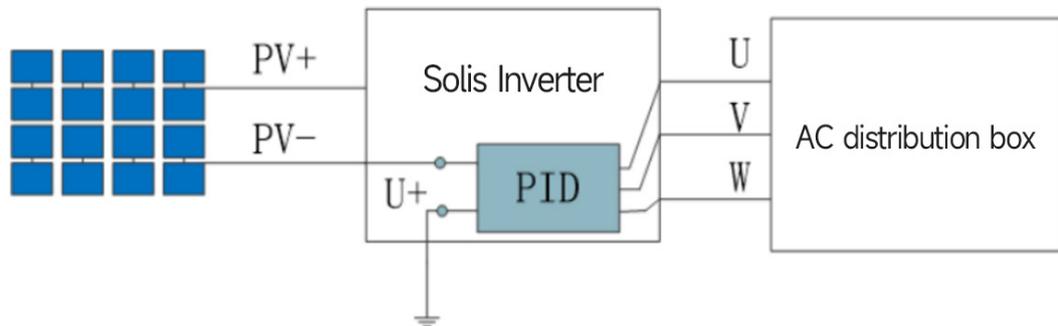
**String inverter PV system**

## Solución de tensión de polarización directa:

Utilizando el módulo PID interno o externo del inversor, se aplica una tensión de polarización positiva a los electrodos positivo y negativo de la cadena fotovoltaica para reparar el efecto PID. Esta solución ofrece diversos modos de salida.



*Práctica actual: El enfoque predominante implica el uso de tecnología anti-PID integrada, principalmente en los inversores Solis. Esta tecnología facilita la reparación PID a nivel de cadena dentro de la unidad del inversor, mejorando la precisión y fiabilidad del proceso de reparación. En particular, este enfoque suprime la necesidad de acceder al transformador.*



## >> Conclusión

En conclusión, el empleo de estas soluciones PID uniformes garantiza un funcionamiento eficaz y la longevidad de los módulos fotovoltaicos tanto de tipo N como de tipo P. Los inversores Solis, equipados con módulos de reparación PID integrados, representan una opción contemporánea y fiable para optimizar el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos.