



EPISODE 59

Conoscere il meccanismo della PID e le
soluzioni per i pannelli di tipo P e N

Bankable. Reliable. Local.

Conoscere il meccanismo della PID e le soluzioni per i pannelli di tipo P e N

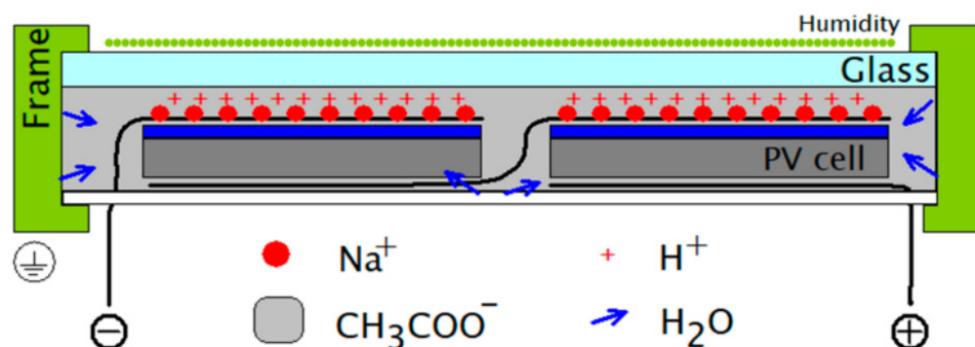
>> Contesto

La degradazione indotta da potenziale (Potential Induced Degradation, PID) ha un impatto significativo sulla stabilità e sull'affidabilità a lungo termine dei moduli fotovoltaici. Affrontare la PID significa comprenderne le cause e implementare soluzioni efficaci. Questo seminario Solis approfondisce i meccanismi della PID specifici dei pannelli fotovoltaici di tipo P e di tipo N, offrendo approfondimenti sui metodi di protezione.

Cause principali della PID

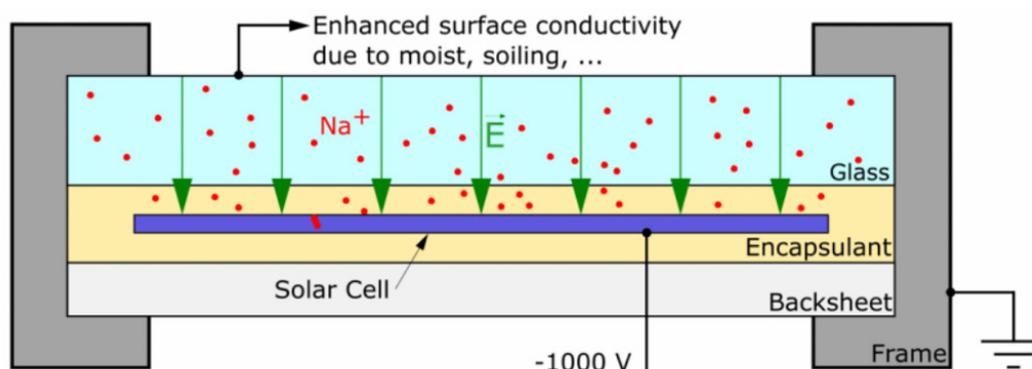
Fenomeno della corrente di dispersione:

Lo scarso isolamento dei pannelli fotovoltaici provoca correnti di dispersione, soprattutto in ambienti umidi, causando infiltrazioni di vapore acqueo. Le reazioni chimiche che coinvolgono pellicole EVA, vetro e vapore acqueo producono Na^+ , con conseguente PID sotto l'influenza di un campo elettrico applicato.



Alta tensione di sistema:

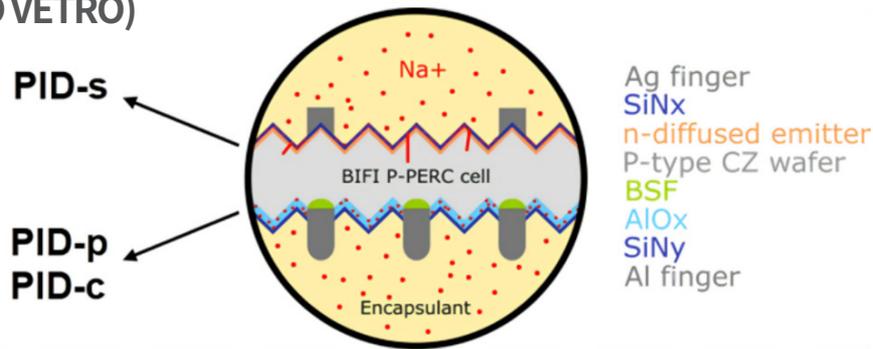
In genere, la tensione a circuito aperto di una singola serie fotovoltaica è di circa 1000V, la tensione di esercizio è di circa 800V. Il telaio in lega di alluminio del componente deve essere protetto dai fulmini e messo a terra. Questa configurazione crea un'alta tensione continua significativa tra la batteria e il telaio in alluminio. Di conseguenza, si sviluppa una polarizzazione di tensione tra la cella fotovoltaica e il telaio metallico di messa a terra, dando origine a un potenziale di induzione.



Tipi principali di PID per moduli fotovoltaici

Tipo	Principio	Livello
PID-s (shunt)	Poiché il Na ⁺ nel vetro migra verso la cella, all'interno della cella si forma un canale conduttivo composto da impurità conduttive, che riduce la resistenza di shunt (Rsh) e il fattore di riempimento (FF).	Medio, recupero parziale e recupero lento;
PID-p (polarizzazione)	Ad alta tensione per un lungo periodo, a causa dell'influenza della corrente di dispersione sul pannello, le cariche positive e negative nello strato di passivazione si accumulano per formare un effetto di passivazione composto in superficie, caratterizzato da una perdita di potenza dominata dalla riduzione della corrente di cortocircuito (Isc);	In genere, l'attenuazione è reversibile e può essere completamente ripristinata.
PID-c (corrosione)	A causa dell'influenza dell'ambiente esterno, i materiali come film dei componenti invecchiati, lo strato di AlxOy, il nitrato di silicio (SixNy) e le parti metalliche sono soggetti alla corrosione elettrochimica causata dalla perdita di potenza.	Grave, costituisce un danno irreparabile;

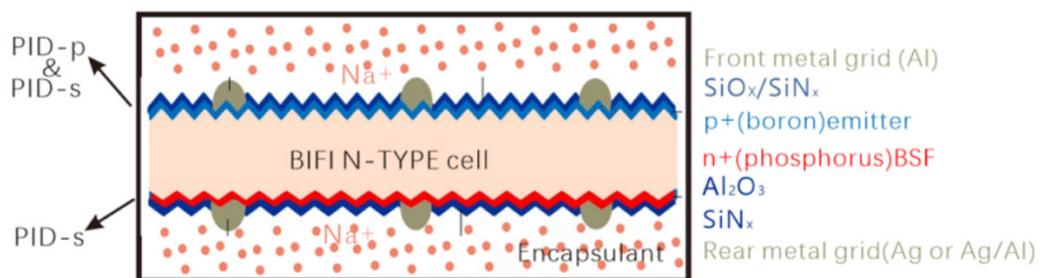
Caratteristiche dell'effetto PID sul modulo di tipo P (MODULO BIFACCIALE A DOPPIO VETRO)



Meccanismo PID del modulo fotovoltaico bifacciale PERC di tipo P

Come mostrato nella figura, per i componenti a doppio vetro di tipo P, la parte anteriore è generalmente PID-s, la parte posteriore è generalmente PID-p e può verificarsi PID-c. A causa della considerazione della protezione dai fulmini e della messa a terra del telaio del modulo fotovoltaico, si forma una polarizzazione negativa tra il pannello e il telaio. In questo momento, il bordo è carico positivamente e il Na⁺ nel vetro anteriore migra e si raccoglie nello strato di pellicola adesiva sulla superficie della batteria, si diffonde e riempie il difetto del cristallo di silicio, passando attraverso la giunzione PN, formando così il canale della corrente di dispersione a entrambe le estremità della giunzione PN.

A causa della polarizzazione negativa, il Na⁺ nel vetro posteriore si raccoglie rapidamente nello strato di pellicola adesiva sul retro della batteria, attirando gli elettroni sul retro e lo strato di passivazione originale con carica negativa, con conseguente deterioramento dell'effetto di passivazione e conseguente attenuazione PID-p. Quanto più vicino è il pannello di uscita negativo, tanto maggiore è la polarizzazione negativa, tanto più evidente è il guasto da PID.



Caratteristiche dell'effetto PID sul modulo di tipo P (MODULO BIFACCIALE A DOPPIO VETRO)

Come illustrato nella figura, per le batterie di tipo N, la parte anteriore è generalmente caratterizzata da un'attenuazione PID-s e PID-p, mentre la parte posteriore è generalmente caratterizzata da un'attenuazione PID-s. La parte anteriore è simile all'applicazione del pannello P, con una polarizzazione negativa tra il pannello e la mascherina. Il Na⁺ nel vetro anteriore si accumula sulla superficie della batteria. Da un lato, il Na⁺ passa attraverso la giunzione PN per formare un canale di corrente di dispersione, dando luogo a PID-s. Dall'altro lato, gli elettroni negativi dello strato di passivazione sono attratti dal Na⁺, il che porta al deterioramento dell'effetto di passivazione, con conseguente fenomeno PID-p.

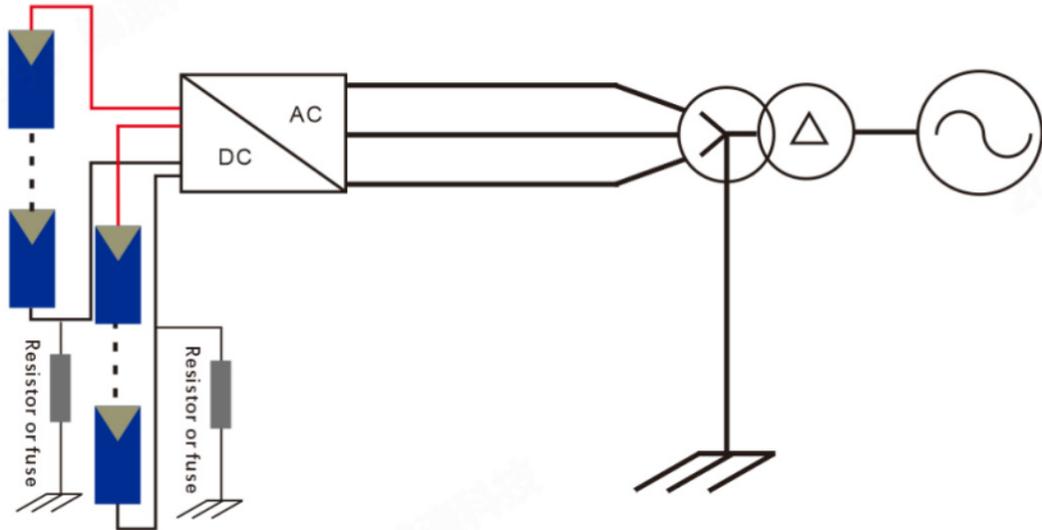
Rispetto al modulo fotovoltaico di tipo P, il portatore positivo del modulo fotovoltaico di tipo N è l'elettrone, che comporta una maggiore perdita PID-s, più grave di quella sul retro. A causa della polarizzazione negativa sul lato posteriore, il Na⁺ nel vetro posteriore si raccoglie rapidamente nello strato di pellicola adesiva sul retro della batteria, passa attraverso la giunzione PN e forma un canale di corrente di dispersione, con conseguente attenuazione PID-s.

In base all'analisi di cui sopra, l'induzione dell'effetto PID prodotta dal modulo fotovoltaico di tipo N o di tipo P è coerente e solo i tipi di PID si distinguono in piani diversi, quindi i metodi di protezione sono gli stessi, principalmente come segue:

Soluzione di messa a terra negativa diretta:

La messa a terra dell'elettrodo negativo del modulo fotovoltaico o dell'inverter tramite una resistenza o un fusibile assicura che la tensione negativa del modulo e la cornice metallica di messa a terra mantengano lo stesso potenziale. Questa soluzione è utilizzata prevalentemente negli inverter centralizzati, come illustrato nella figura.

Nota: questa soluzione è limitata all'uso di inverter isolati. Gli inverter fotovoltaici non isolati richiedono trasformatori di isolamento aggiuntivi, con costi relativamente più elevati e livelli di sicurezza inferiori.

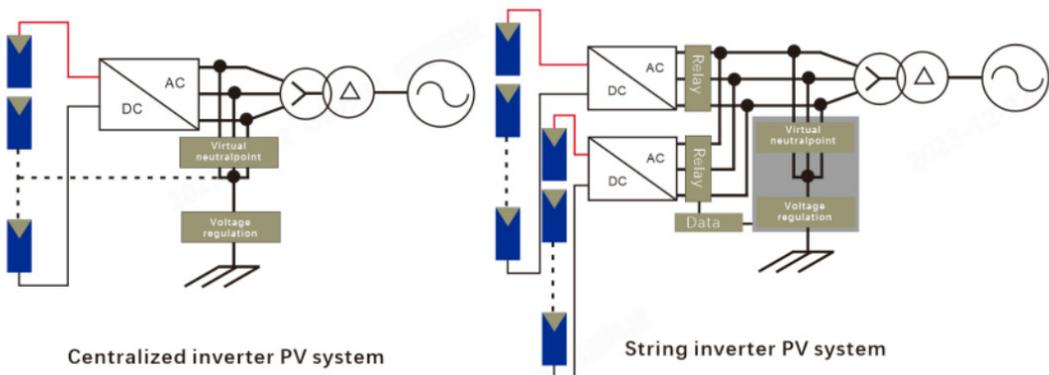


The negative direct grounding solution

Soluzione di messa a terra del neutro virtuale:

Ideale per le centrali fotovoltaiche di grandi dimensioni composte da inverter fotovoltaici di stringa e inverter centralizzati. L'innalzamento del potenziale del punto neutro virtuale porta la tensione negativa della stringa fotovoltaica vicino al potenziale zero, ottenendo efficacemente la soppressione PID.

Nota: sebbene sia adatta per la protezione da PID nei nuovi progetti, questa soluzione non è in grado di riparare gli impianti fotovoltaici affetti da PID. Non offre una protezione punto-punto e i guasti alle apparecchiature possono influire sulla protezione dei moduli dell'intero sotto-campo.

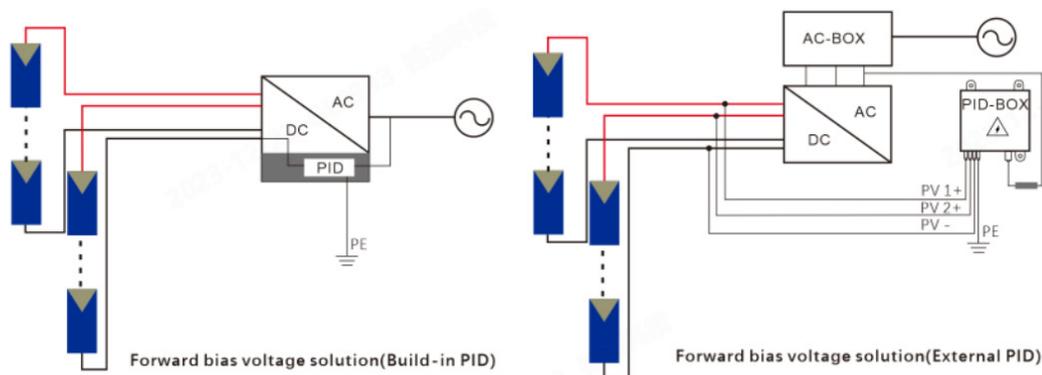


Centralized inverter PV system

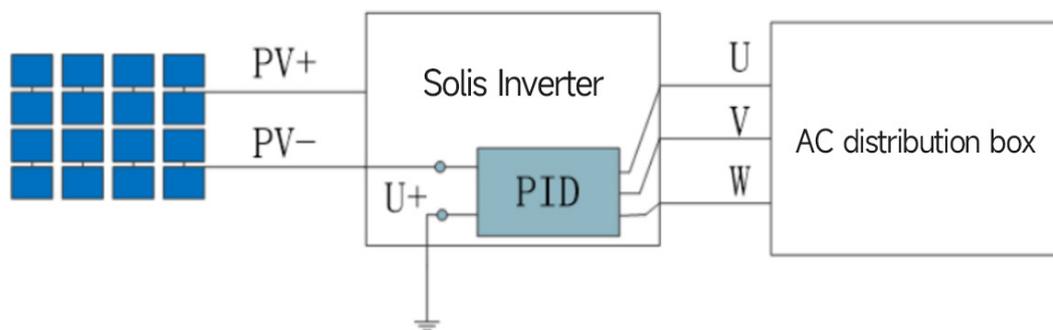
String inverter PV system

Soluzione di tensione di polarizzazione in avanti:

Utilizzando il modulo PID interno o esterno dell'inverter, una tensione di polarizzazione positiva viene applicata agli elettrodi positivi e negativi della stringa fotovoltaica per riparare l'effetto PID. Questa soluzione offre diverse modalità di output.



Pratica attuale: L'approccio prevalente prevede l'uso della tecnologia anti-PID integrata, soprattutto negli inverter Solis. Questa tecnologia facilita la riparazione PID a livello di stringa all'interno dell'unità inverter, migliorando l'accuratezza e l'affidabilità del processo di riparazione. In particolare, questo approccio elimina la necessità di accedere al trasformatore.



>> Conclusione

In conclusione, l'impiego di queste soluzioni PID uniformi garantisce il funzionamento efficiente e la longevità dei moduli fotovoltaici sia di tipo N che di tipo P. Gli inverter Solis, dotati di moduli di riparazione PID integrati, rappresentano una scelta moderna e affidabile per ottimizzare le prestazioni degli impianti fotovoltaici.