



EPISODE 59

Compreender o mecanismo PID e as soluções para painéis do tipo P e tipo N

Bankable. Reliable. Local.

Compreender o mecanismo PID e as soluções para painéis do tipo P e tipo N

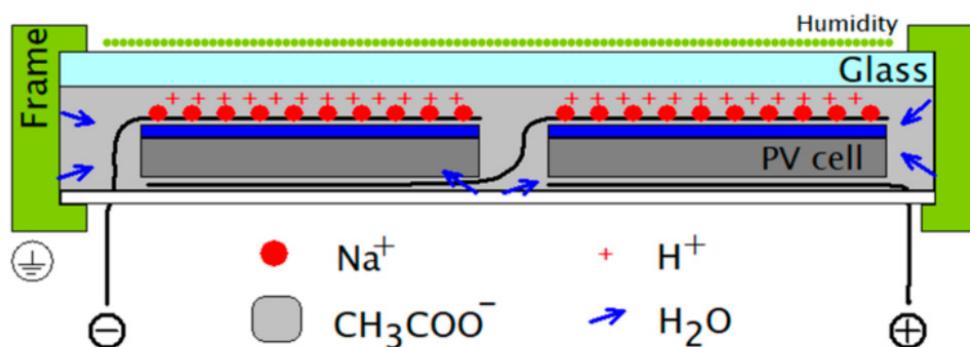
>> Antecedentes

A Degradação Induzida pelo Potencial (DIP) tem um impacto significativo na estabilidade e na fiabilidade a longo prazo dos módulos fotovoltaicos. A abordagem da PID envolve a compreensão das suas causas e a implementação de soluções eficazes. Este seminário da Solis analisa os mecanismos de PID específicos dos painéis fotovoltaicos do tipo P e do tipo N, oferecendo uma perspectiva sobre os métodos de proteção.

Principais causas da DIP

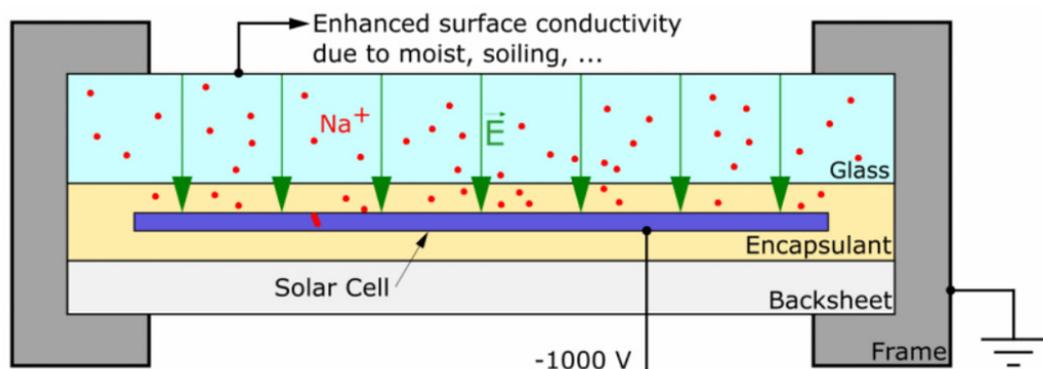
Fenómeno de corrente de fuga:

O isolamento deficiente dos painéis fotovoltaicos leva a uma corrente de fuga, especialmente em ambientes húmidos, causando a infiltração de vapor de água. As reações químicas que envolvem a película de EVA, o vidro e o vapor de água produzem Na^+ , o que resulta em PID sob a influência de um campo elétrico aplicado.



Tensão elevada do sistema:

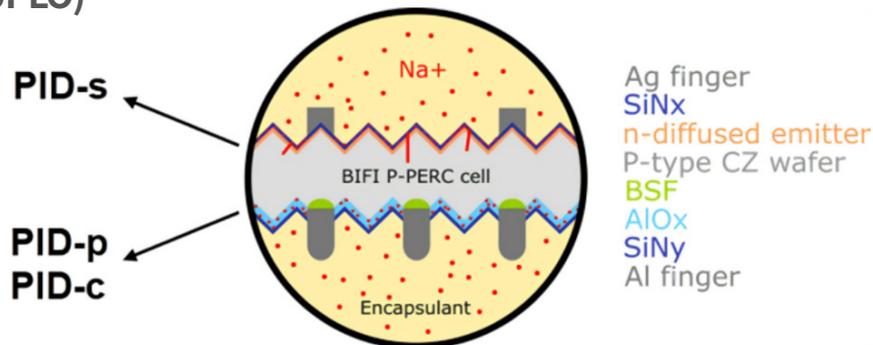
Normalmente, a tensão de circuito aberto de uma única série FV é de cerca de 1000 V, a tensão de trabalho é de aproximadamente 800 V. A estrutura em liga de alumínio do componente necessita de uma proteção contra raios e de ligação à terra. Esta configuração cria uma alta tensão CC significativa entre a bateria e a estrutura de alumínio. Por conseguinte, desenvolve-se uma polarização de tensão entre a célula FV e a estrutura metálica de ligação à terra, dando origem a uma indução de potencial.



Principais tipos de PID do módulo fotovoltaico

Tipo	Princípio	Nível
PID-s (derivação)	Como o Na ⁺ no vidro migra para a célula, forma-se um canal condutor composto por impurezas condutoras no interior da célula, o que reduz a resistência de derivação (R _{sh}) e o fator de enchimento (FF).	Média, recuperação parcial e recuperação lenta;
PID-p (polarização)	Em alta tensão por um período longo, devido à influência da corrente de fuga no painel, as cargas positivas e negativas na camada de passivação acumulam-se para formar um efeito de passivação composto de superfície, que é caracterizado pela perda de energia dominada pela redução da corrente de curto-circuito (I _{sc});	Geralmente, a atenuação é reversível e pode ser completamente reposta.
PID-c (corrosão)	Devido à influência do ambiente externo, materiais como o envelhecimento da película do componente, Al _x O _y , a camada de nitreto de silício (Si _x N _y) e as peças metálicas estão sujeitos à corrosão eletroquímica causada pela perda de energia.	Grave, pertence aos danos irreparáveis;

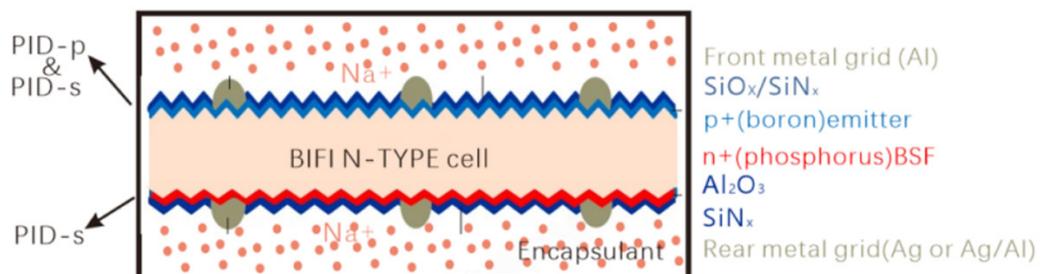
Características do efeito PID no módulo do tipo P (MÓDULO BIFACIAL DE VIDRO DUPLO)



Mecanismo PID do módulo fotovoltaico PERC de dupla face do tipo P

Como mostrado na figura, para componentes de vidro duplo de dupla face do tipo P, a frente é geralmente PID-s, a parte traseira é geralmente PID-p e pode ocorrer PID-c; devido à consideração da proteção contra raios e do aterramento da estrutura do módulo fotovoltaico, a polarização negativa é formada entre o painel e a estrutura. Neste momento, a borda está carregada positivamente e o Na+ no vidro frontal irá migrar e reunir-se na camada de filme adesivo na superfície da bateria e irá espalhar-se e preencher o defeito do cristal de silício, passando pela junção PN, para assim formar o canal de corrente de fuga em ambas as extremidades da junção PN.

Devido à polarização negativa, o Na+ no vidro posterior junta-se rapidamente à camada de película adesiva na parte de trás da bateria, atraindo os elétrons na parte de trás e a camada de passivação original com carga negativa, o que causa a deterioração do efeito de passivação e a atenuação do PID-p. Quanto mais próximo do painel de saída negativo, maior é a polarização negativa e mais evidente será a falha do PID.



Características do efeito PID do módulo tipo P (MÓDULO BIFACIAL DE VIDRO DUPLO)

Como mostra a figura, para as baterias do tipo N, a frente apresenta geralmente uma atenuação PID-s e PID-p, e a parte posterior apresenta geralmente uma atenuação PID-s; A frente é semelhante à aplicação do painel P, com polarização negativa entre o painel e o bisel. O Na⁺ no vidro frontal acumula-se na superfície da bateria. Por um lado, o Na⁺ passa através da junção PN para formar um canal de corrente de fuga, o que provoca PID-s. Por outro lado, os eletrões negativos da camada de passivação são atraídos pelo Na⁺, o que leva à deterioração do efeito de passivação e ao fenómeno PID-p.

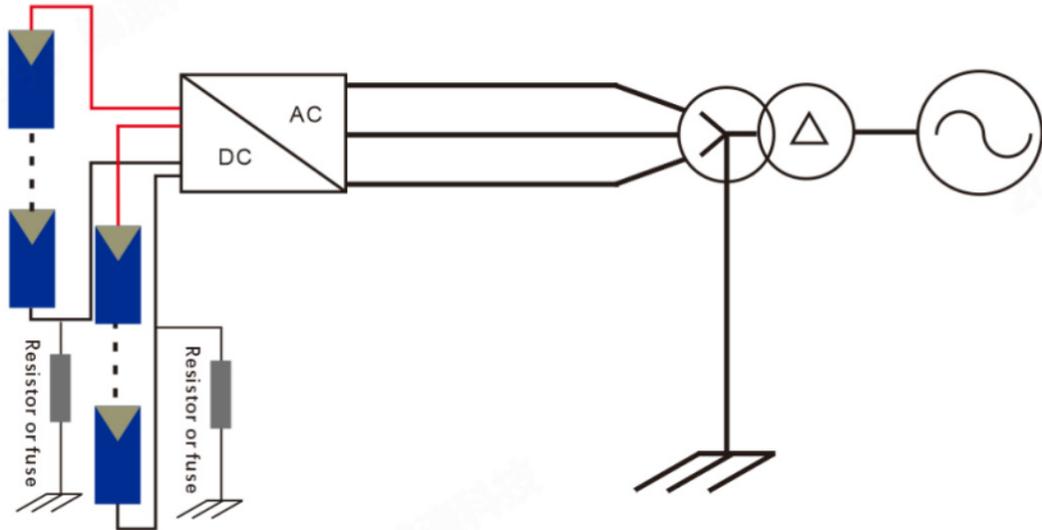
Em comparação com o módulo fotovoltaico do tipo P, o portador positivo do módulo fotovoltaico do tipo N é o eletrão, que terá uma maior perda de PID-s, e mais grave que a perda do lado posterior. Devido à polarização negativa na parte posterior, o Na⁺ no vidro traseiro junta-se rapidamente à camada de película adesiva na parte de trás da bateria, passa através da junção PN e forma um canal de corrente de fuga, provocando a atenuação do PID-s.

Com base na análise anterior, a indução do efeito PID produzido pelo módulo fotovoltaico do tipo N ou do tipo P é consistente e apenas os tipos de PID são distinguidos em planos diferentes, pelo que os métodos de proteção são os mesmos e, em particular, os seguintes:

Solução de ligação à terra direta negativa:

A ligação à terra do elétrodo negativo do módulo FV ou do inversor através de uma resistência ou fusível assegura que a tensão negativa do módulo e a estrutura metálica de ligação à terra mantêm o mesmo potencial. Esta solução é utilizada predominantemente em inversores centralizados, como ilustrado na figura.

Nota: Esta solução está limitada à utilização de inversores isolados. Os inversores fotovoltaicos não isolados precisam de transformadores de isolamento adicionais, incorrendo em custos relativamente mais elevados com níveis de segurança inferiores.

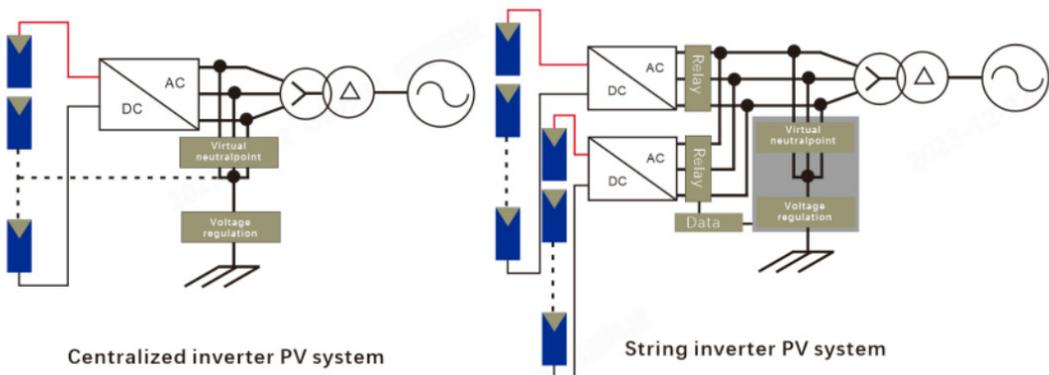


The negative direct grounding solution

Solução de ligação à terra do neutro virtual:

Ideal para centrais fotovoltaicas de grande escala constituídas por inversores fotovoltaicos de fileira (string) e inversores centralizados. A elevação do potencial do ponto neutro virtual faz com que a tensão negativa da fileira fotovoltaica se aproxime do potencial zero, conseguindo efetivamente a supressão do PID.

Nota: Embora seja adequada para a proteção PID em novos projetos, esta solução não pode reparar sistemas FV afetados pela PID. Não oferece proteção ponto-a-ponto e as falhas de equipamento podem afetar a proteção do módulo de todo o submódulo FV.

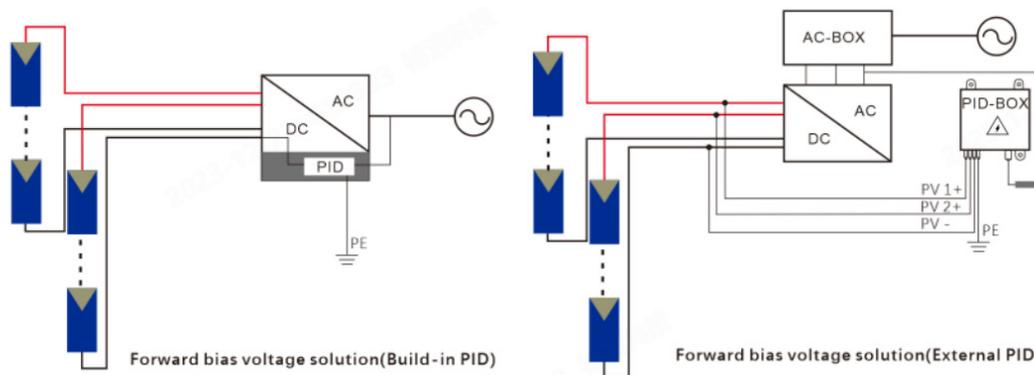


Centralized inverter PV system

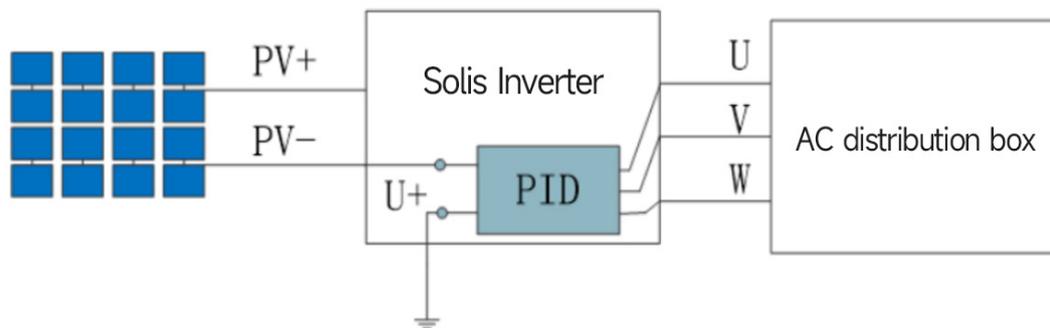
String inverter PV system

Solução de tensão de polarização direta:

Utilizando o módulo PID interno ou externo do inversor, é aplicada uma tensão de polarização positiva nos elétrodos positivo e negativo da fileira FV para reparar o efeito PID. Esta solução oferece vários modos de saída.



Prática atual: A abordagem predominante envolve a utilização de tecnologia anti-PID integrada, principalmente nos inversores Solis. Esta tecnologia facilita a reparação da PID ao nível da fileira dentro da unidade do inversor, aumentando a precisão e a fiabilidade do processo de reparação. Em particular, esta abordagem elimina a necessidade de acesso ao transformador.



>> Conclusão

Em conclusão, a utilização destas soluções PID uniformes assegura o funcionamento eficiente e a longevidade dos módulos fotovoltaicos, tanto do tipo N, como do tipo P. Os inversores Solis, equipados com módulos de reparação PID incorporados, representam uma escolha contemporânea e fiável para otimizar o desempenho do sistema fotovoltaico.