



EPISODE 59

Mechanizmy PID i rozwiązania
dla paneli typu P i N

Bankable. Reliable. Local.

Mechanizmy PID i rozwiązania dla paneli typu P i N

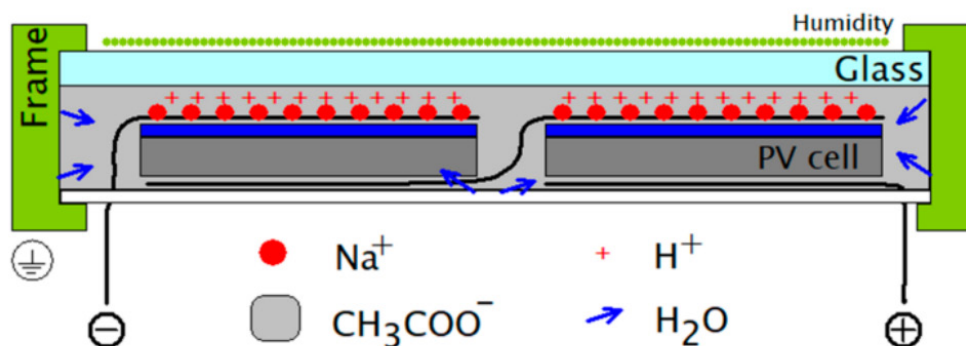
>> Wprowadzenie

Degradacja indukowanym napięciem (PID) znacząco wpływa na długoterminową wydajność i niezawodność modułów fotowoltaicznych. Przeciwdziałanie efektowi PID wymaga zrozumienia jego przyczyn i wdrożenia skutecznych rozwiązań. Seminarium Solis poświęcone jest mechanizmom PID specyficznym dla paneli fotowoltaicznych typu P i N oraz metodom ich ochrony.

Główne przyczyny efektu PID

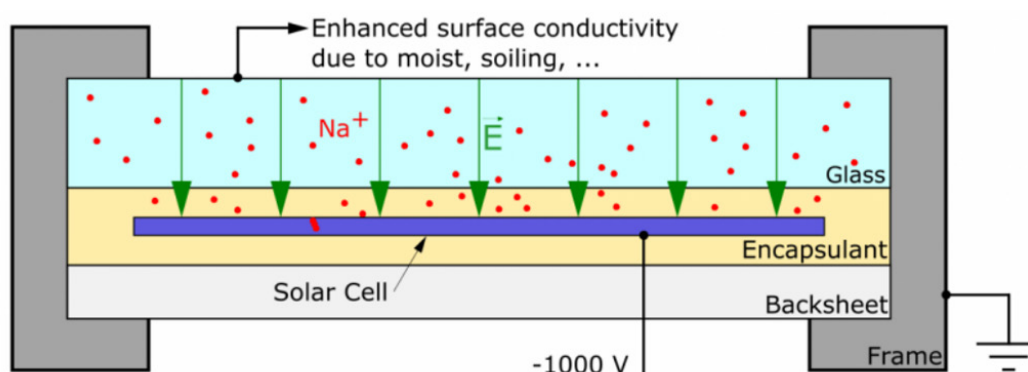
Zjawisko upływu prądu:

Niedostateczna izolacja paneli fotowoltaicznych prowadzi do upływu prądu, zwłaszcza w wilgotnym środowisku, powodując przenikanie pary wodnej. Reakcje chemiczne z udziałem folii EVA, szkła i pary wodnej wytwarzają Na^+ , wywołując efekt PID pod wpływem pola elektrycznego.



Wysokie napięcie systemu:

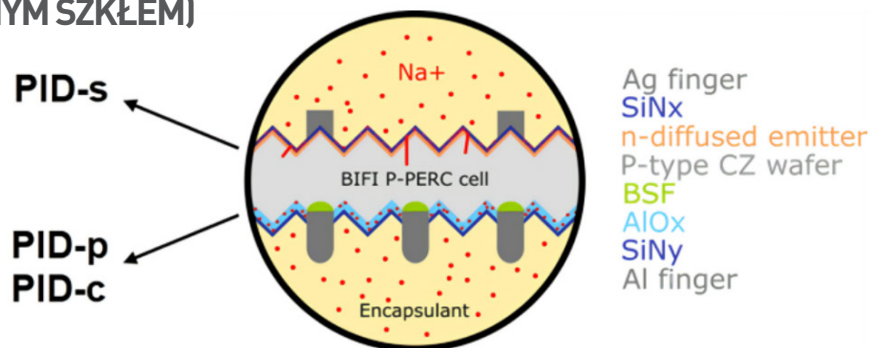
Zazwyczaj napięcie obwodu otwartego pojedynczej serii PV wynosi około 1000 V, napięcie robocze wynosi około 800 V. Rama komponentu ze stopu aluminium wymaga ochrony odgromowej i uziemienia. Taka konfiguracja powoduje powstanie wysokiego napięcia stałego między akumulatorem a aluminiową ramą. W konsekwencji między ogniwem fotowoltaicznym a metalową ramą uziemiającą tworzy się napięcie polaryzacji, powodując indukcję potencjału.



Główne typy PID modułu PV

Typ	Zasada	Poziom
PID-s (bocznikowanie)	Ponieważ Na^+ w szkło migruje do ogniwa, wewnątrz ogniwa powstaje przewodzący kanał złożony z przewodzących zanieczyszczeń, co zmniejsza rezystancję bocznika (R_{sh}) i współczynnik FF (FF).	Średnia, częściowa i powolna regeneracja;
PID-p (polaryzacja)	W przypadku wysokiego napięcia utrzymującego się przez długi czas, ze względu na wpływ upływu prądu na panel, w warstwie pasywacyjnej gromadzą się ładunki dodatnie i ujemne, powodując efekt pasywacji powierzchniowej, który charakteryzuje się utratą mocy wskutek zmniejszenia prądu zwarciovego (I_{sc});	Generalnie, tłumienie jest odwracalne i może zostać całkowicie przywrócone.
PID-c (korozja)	Ze względu na wpływ środowiska zewnętrznego, materiały, takie jak warstwy komponentów, Al_2O_3 , warstwa azotku krzemu (Si_3N_4) i części metalowe są narażone na korozję elektrochemiczną spowodowaną utratą mocy.	Poważne, należy do nieodwracalnych uszkodzeń;

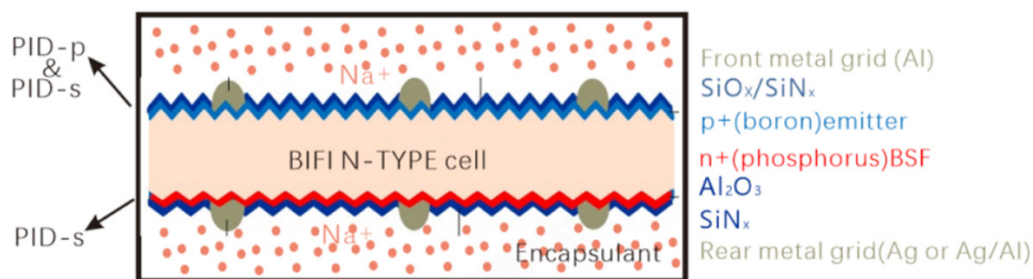
Charakterystyka efektu PID modułu typu P (MODUŁ DWUSTRONNY Z PODWÓJNYM SZKŁEM)



Mechanizm PID dwustronnego modułu fotowoltaicznego PERC typu P

Jak pokazano na rysunku, w przypadku dwustronnych elementów z podwójnym szkłem typu P, przód jest zazwyczaj PID-s, tył jest ogólnie PID-p i może wystąpić PID-c; ze względu na ochronę odgromową i uziemienie ramy modułu PV, między panelem a ramą powstaje ujemne napięcie polaryzacyjne. W tym momencie granica jest naładowana dodatnio, a Na^+ w przedniej szybie migruje i gromadzi się w warstwie folii samoprzylepnej na powierzchni akumulatora, rozprasza się i wypełnia ubytek krzemu, przechodząc przez złącze PN, tworząc w ten sposób kanał prądu upływu na obu końcach złącza PN.

Ze względu na ujemne napięcie, Na^+ w tylnej szybie szybko gromadzi się na warstwie folii samoprzylepnej z tyłu akumulatora, przyciągając elektrony na tylnej stronie i oryginalną warstwę pasywacyjną z ładunkiem ujemnym, co powoduje pogorszenie efektu pasywacji, powodując tłumienie PID-p. Im bliżej ujemnego panelu wyjściowego, tym większe ujemne napięcie, tym bardziej oczywista awaria PID.



Charakterystyka efektu PID modułu typu P (MODUŁ DWUSTRONNY Z PODWÓJNYM SZKŁEM)

Jak pokazano na rysunku, w przypadku akumulatorów typu N, przód ma zwykle tłumienie PID-s i PID-p, a tył ma zwykle tłumienie PID-s; przód przypomina zastosowanie panelu P, z ujemnym napięciem między panelem a ramką. Na⁺ w przedniej szybie gromadzi się na powierzchni akumulatora. Z jednej strony, Na⁺ przechodzi przez złącze PN, tworząc kanał upływu prądu, powodując PID-s. Z drugiej strony, ujemne elektrony warstwy pasywacyjnej przyciąga Na⁺, co prowadzi do pogorszenia efektu pasywacji, skutkując zjawiskiem PID-p.

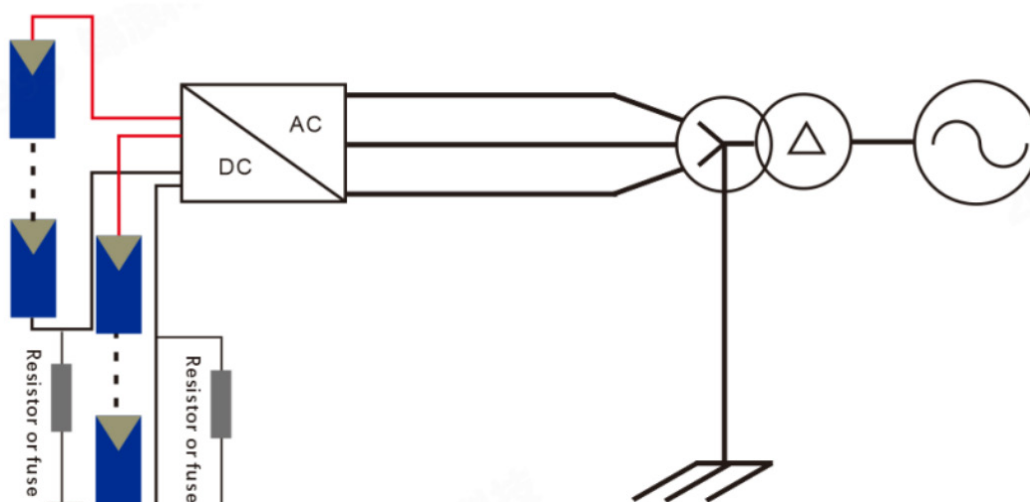
W porównaniu z modułem fotowoltaicznym typu P, dodatnim nośnikiem modułu fotowoltaicznego typu N jest elektron, co powoduje większe straty PID-s, a straty te są poważniejsze niż straty z tyłu. Ze względu na ujemne napięcie po tylnej stronie, Na⁺ w tylnej szybie szybko gromadzi się na warstwie folii samoprzylepnej z tyłu akumulatora, przechodzi przez złącze PN i tworzy kanał upływu prądu, powodując tłumienie PID-s.

W oparciu o powyższą analizę, indukcja efektu PID wytwarzanego przez moduł PV typu N lub P jest taka sama, a typy PID są rozróżniane w różnych płaszczyznach, więc metody ochrony są takie same, jak poniżej:

Rozwiązanie bezpośredniego uziemienia ujemnego:

Uziemienie elektrody ujemnej modułu fotowoltaicznego lub falownika za pomocą rezystora lub bezpiecznika pozwala na utrzymanie równego potencjału napięcia ujemnego modułu i metalowej ramy uziemiającej. Rozwiązanie to jest stosowane głównie w scentralizowanych falownikach, jak pokazano na rysunku.

Uwaga: Rozwiązanie to jest ograniczone do falowników izolowanych. Nieizolowane falowniki fotowoltaiczne wymagają dodatkowych transformatorów separujących, co wiąże się ze stosunkowo wyższymi kosztami i niższym poziomem bezpieczeństwa.

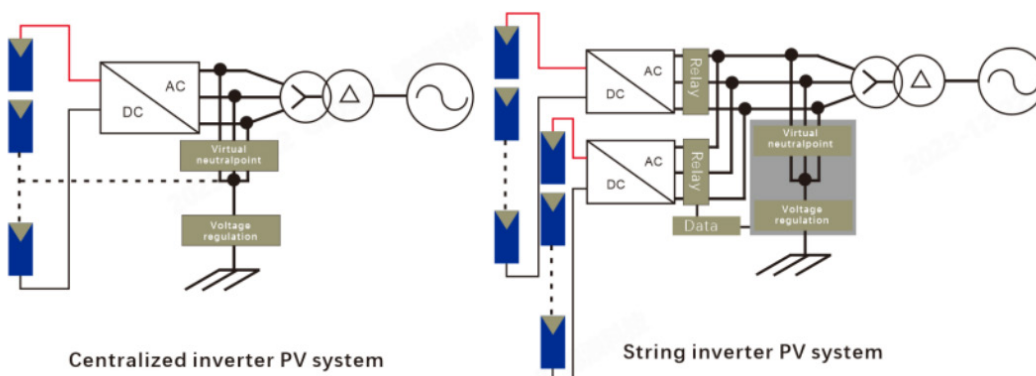


The negative direct grounding solution

Rozwiązanie wirtualnego uziemienia neutralnego:

Idealne rozwiązanie dla dużych elektrowni fotowoltaicznych składających się z łańcuchowych falowników fotowoltaicznych i falowników scentralizowanych. Podniesienie potencjału wirtualnego punktu neutralnego sprowadza ujemne napięcie łańcucha fotowoltaicznego do potencjału zerowego, skutecznie uzyskując tłumienie PID.

Uwaga: Rozwiązanie to sprawdza się w przypadku ochrony PID w nowych projektach, ale nie jest w stanie naprawić systemów fotowoltaicznych z problemem PID. Nie oferuje ono ochrony od punktu do punktu, a awarie sprzętu mogą zaktócić ochronę modułów całej macierzy fotowoltaicznej.

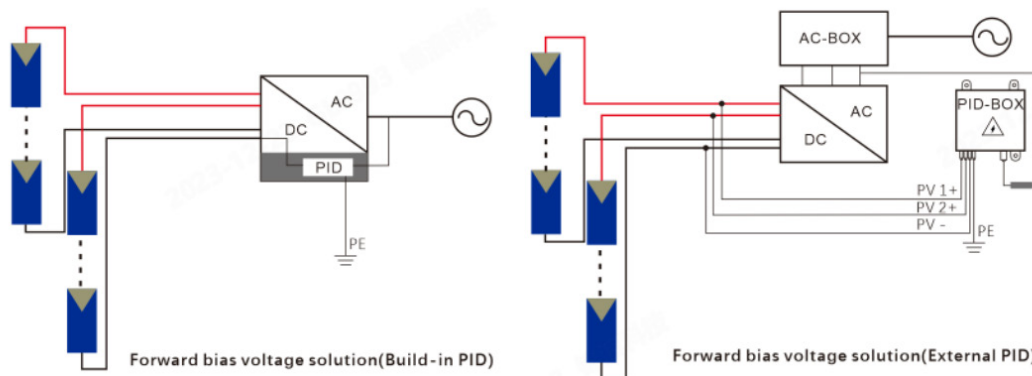


Centralized inverter PV system

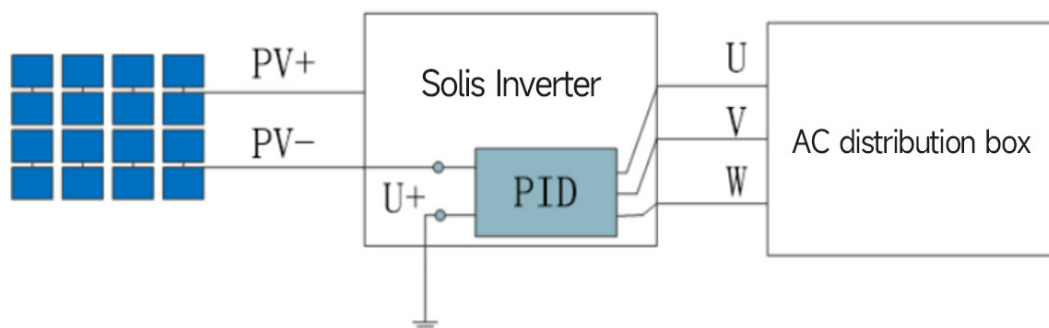
String inverter PV system

Rozwiązanie napięcia polaryzacji przedniej:

Wykorzystując wewnętrzny lub zewnętrzny moduł PID falownika, w celu naprawy efektu PID do dodatniej i ujemnej elektrody tańcucha fotowoltaicznego przykładane jest dodatnie napięcie polaryzacji. Rozwiązanie to oferuje różne tryby wyjściowe.



Obecna praktyka: Najczęściej stosowane podejście obejmuje wykorzystanie wbudowanej technologii anti-PID, głównie w falownikach Solis. Technologia ta ułatwia naprawę PID na poziomie tańcucha w jednostce falownika, zwiększając dokładność i niezawodność procesu naprawy. Co ważne, podejście to eliminuje potrzebę dostępu do transformatora.



>> Podsumowanie

Podsumowując, zastosowanie tych uniwersalnych rozwiązań w zakresie PID zapewnia wydajne działanie i długą żywotność modułów fotowoltaicznych typu N i P. Falowniki Solis z wbudowanymi modułami naprawczymi PID stanowią nowoczesne i niezawodne rozwiązanie optymalizujące wydajność systemu fotowoltaicznego.