



OMRON EUROPE B.V.

OMRON

Prevenire il PID con inverter fotovoltaico senza trasformatore

White paper

Omron Corporation

Sommario

Questo *white paper* tratta il problema della PID (*Potential Induced Degradation*, degradazione indotta da potenziale) e le relative cause; inoltre spiega il motivo per cui l'inverter fotovoltaico senza trasformatore di Omron, integrato con il circuito ZCC, può essere considerato un autentico inverter in grado di prevenire il PID.

Indice

1. Introduzione	2
2. Da cosa ha origine il PID?	3
3. Azione correttiva per il PID attraverso l' architettura di sistema	4
4. Conclusione	7



1. Introduzione

Una ridotta potenza in uscita dei moduli fotovoltaici dovuta al PID rappresenta un problema la cui importanza è riemersa di recente a causa di una maggiormente diffusa sensibilità dei moduli e a tensioni più alte degli impianti. Il PID riduce la potenza in uscita di un modulo fotovoltaico già dopo alcuni anni di funzionamento (Figura 1); il problema diventa ancora più importante considerando che gli impianti fotovoltaici sono generalmente finanziati in base a un piano che prevede un ciclo di vita di oltre 25 anni.

Nel giugno del 2011, il Fraunhofer *Center for Silicon Photovoltaics* ha pubblicato i risultati di un test, secondo i quali il PID è responsabile di una riduzione di potenza pari quasi al 70%¹.

A questo annuncio, è subito seguita la dichiarazione di alcuni produttori di moduli fotovoltaici, i quali hanno specificato che i loro moduli sono esenti da PID grazie all'uso di materiali speciali.

La principale soluzione al PID consiste tuttavia nell'evitare l'applicazione di un potenziale esterno al modulo fotovoltaico.

In caso contrario, il rischio di perdita di potenza permane, ed è per questo che progettisti e installatori dovrebbero considerare questa soluzione.

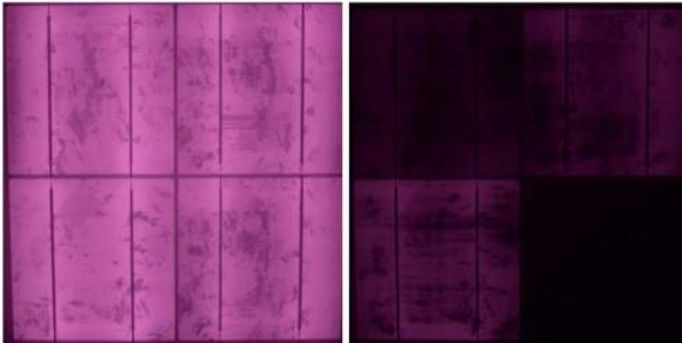


Figura 1: Test di elettroluminescenza su celle fotovoltaiche. Celle prive di PID (a sinistra) confrontate con celle affette da PID (a destra). Le aree nere rappresentano cortocircuiti locali delle giunzioni p-n.

Omron offre un'esclusiva e pratica soluzione per evitare il PID grazie al suo inverter KP100L senza trasformatore e con circuito ZCC (*Zigzag-connected Chopper Converter*) integrato, disponibile in molti Paesi europei, oltre che in Corea e in Cina.

¹ Sito Web Fraunhofer: <http://www.en.csp.fraunhofer.de/aktuelles/details/id/51/>

2. Da cosa ha origine il PID?

L'effetto PID è un problema per celle fotovoltaiche di tipo cristallino, così come per quelle a film sottile ed è causato dall'esposizione del sistema ad un potenziale esterno.

La degradazione del potenziale può essere di due tipi:

- a) Reversibile (polarizzazione)
- b) Irreversibile (elettrocorrosione) ²

Se i moduli fotovoltaici presentano un potenziale negativo verso terra, la tensione negativa tra le celle del modulo e la cornice, solitamente collegato a terra per motivi di sicurezza, è elevata.

Questa tensione elettrica attrae gli elettroni dei materiali utilizzati nei moduli fotovoltaici e si scarica attraverso la cornice collegata a terra, con il risultato di una piccola quantità di corrente di dispersione. Questa inaspettata migrazione dei portatori di carica disturba l'effetto fotovoltaico (Figura 2).

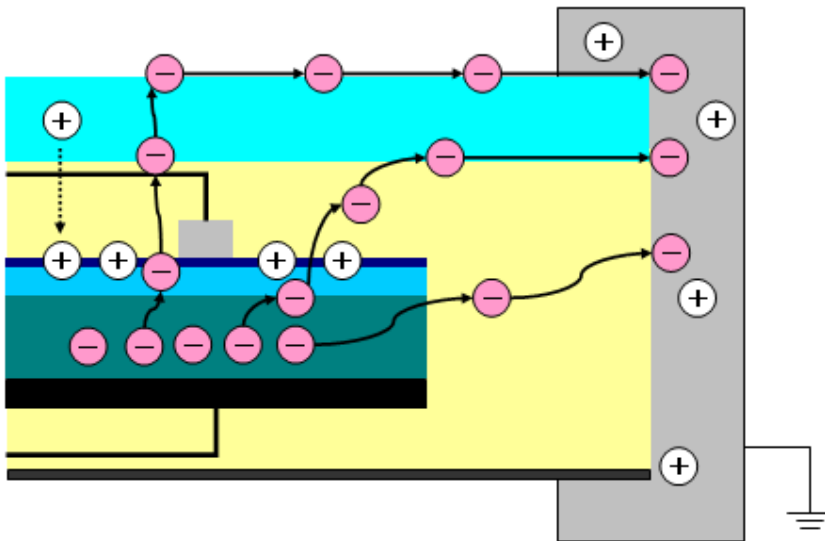


Figura 2 : Meccanismo PID (silicio cristallino di tipo p) ³

² William Richardson, SOLON Corporation, "Potential Induced Degradation", NREL PVRW, 2011

³ "Power losses below the surface", Photon International 11-2012, p.130-137



Ciò che ancora non risulta chiaro, tuttavia, è la causa. Sembra che i fattori di accelerazione di questo fenomeno siano umidità e temperatura elevate, associate all'applicazione di tensione negativa.

Dal momento che finora i sistemi fotovoltaici hanno praticamente utilizzato moduli cristallini di tipo p o moduli a film sottile, i progettisti e gli installatori dovrebbero considerare una soluzione adatta a gestire il PID.

3. Azione correttiva per il PID attraverso l'architettura di sistema

I produttori di moduli fotovoltaici riducono l'effetto PID utilizzando un materiale o una resina isolante per la parte posteriore e la resina sigillante. A volte, però, queste contromisure non sono sufficienti a evitare con un'adeguata sicurezza il PID, infatti le celle solari non dovrebbero avere una tensione negativa rispetto al livello di terra.

Questo problema deve quindi essere affrontato a livello di architettura di sistema.

Di fatto, la messa a terra del polo negativo della stringa fotovoltaica può risolvere definitivamente il problema del PID.

È facile collegare a terra il polo negativo quando l'inverter installato è dotato di separazione galvanica (trasformatore integrato, Figura 3), ma la pratica soluzione proposta in esclusiva da Omron è l'unica che prevede un inverter senza trasformatore.

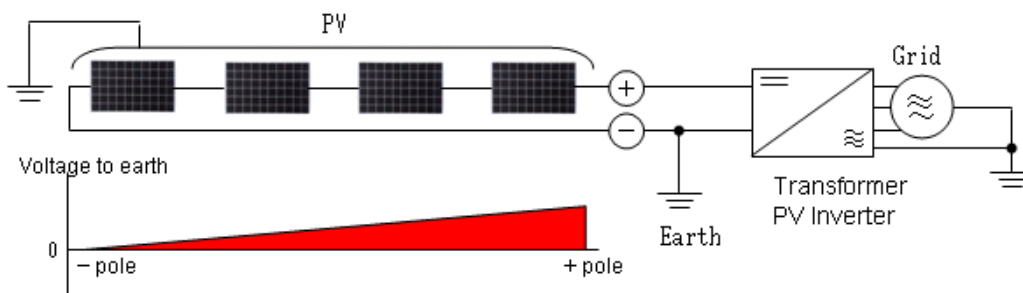


Figura 3 : Sistema fotovoltaico con inverter a separazione galvanica (trasformatore integrato) ⁴

Gli inverter fotovoltaici senza trasformatore presentano molti vantaggi rispetto agli inverter a separazione galvanica: costano meno e sono più efficienti. Inoltre sono più piccoli e meno pesanti.

Normalmente, un inverter senza trasformatore non costituisce affatto una soluzione al problema del PID, dal momento che applica una tensione negativa alla stringa fotovoltaica

⁴ Ivo Kastle, "Dealing with high voltage stress", PV Magazin, 2011

(Figura 4). E' lo specifico inverter fotovoltaico che determina la distribuzione della tensione rispetto alla terra. Tuttavia, i moduli di una stringa con tensione negativa maggiore (i più vicini al polo negativo) sono quelli più interessati dal fenomeno PID.

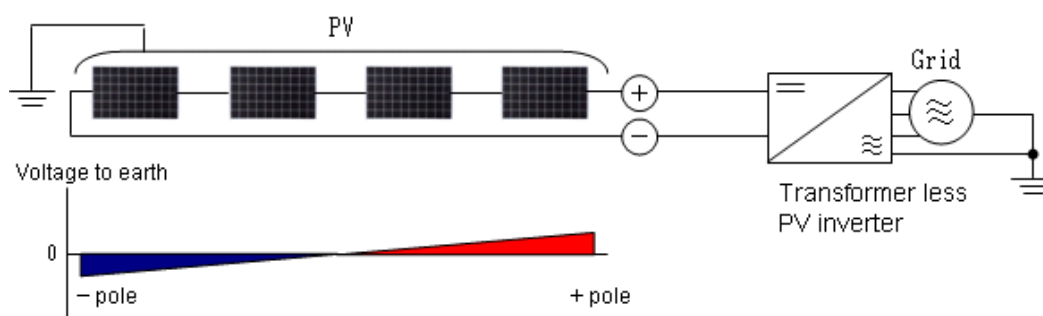


Figura 4 : Inverter fotovoltaico senza trasformatore di tipo comune ⁵

Le norme sulla sicurezza non consentono la messa a terra diretta del polo negativo (leggere attentamente la norma IEC62109-2 Ed.1). Infatti, se ciò accade, l'inverter fotovoltaico rileva una corrente di guasto verso terra e blocca il funzionamento, perché l'inverter senza trasformatore non è isolato tra i lati CC e CA e si verifica immediatamente un cortocircuito tra l'impianto fotovoltaico e la rete elettrica (Figura 5).

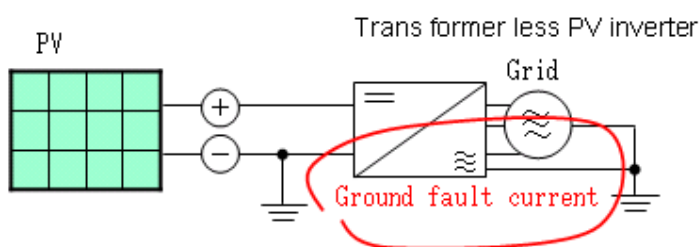


Figura 5 : Messa a terra con inverter fotovoltaico senza trasformatore

Grazie al circuito ZCC integrato negli inverter fotovoltaici di Omron, è possibile controllare la tensione del polo negativo come se fosse virtualmente collegato a terra.

Questa caratteristica permette all'inverter Omron di evitare l'applicazione di una tensione negativa ai moduli fotovoltaici (Figura 6).



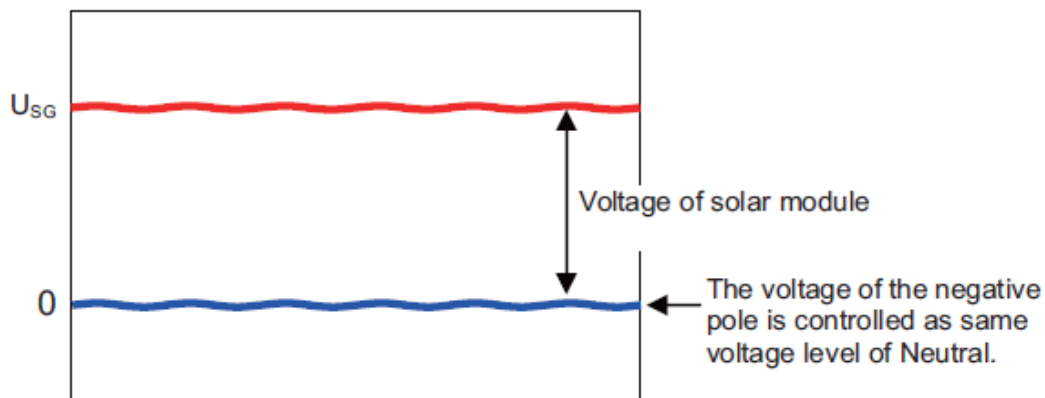


Figura 6 : Tensione controllata del polo negativo alla terra tramite circuito ZCC

L'inverter Omron evita correnti di guasto verso terra grazie all'esclusivo circuito ZCC, che è realmente capace di realizzare la situazione descritta sopra come se i circuiti interni fossero collegati alla terra lato rete.

Il circuito ZCC applica un massimo di -100V di tensione negativa in fase di avvio quando la tensione di stringa è inferiore a 200 V.

Tuttavia, ciò accade solo per un breve periodo di tempo e al mattino quando la temperatura è bassa (Figura 7).

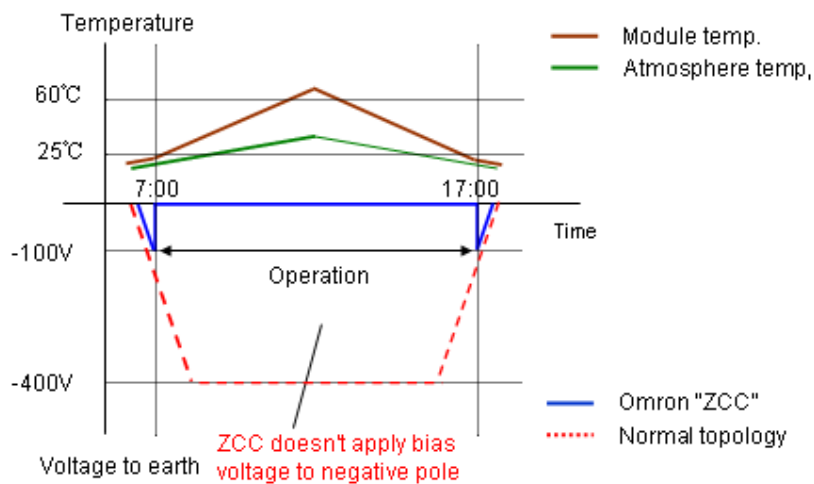


Figura 7 : Fluttuazione della tensione durante il giorno

Anche in questo caso, il fattore che incrementa la corrente di dispersione è costituito dalla combinazione di elevati livelli di temperatura e umidità. La corrente di dispersione dei

moduli è più alta al mattino, per via della rugiada e delle precipitazioni residue della notte.⁶ Considerando, tuttavia, che durante il giorno le temperature più alte provocano un aumento della mobilità degli elettroni, è fondamentale evitare l'applicazione della tensione negativa alla stringa fotovoltaica in condizioni di temperatura elevata, proprio come fa il circuito ZCC di Omron; altrimenti l'effetto PID durante il giorno subisce persino un'accelerazione.

Omron ha testato i suoi sistemi per la certificazione PID avvalendosi di un'azienda specializzata esterna.

Condizioni del test:

- Temperatura: 25 °C; umidità: 85%, con acqua
- Durata del test: 168 ore; applicazione -100 V a terra
- Uso di un normale modulo policristallino.

È stato così confermato che non si verifica alcuna riduzione della potenza in uscita dell'impianto fotovoltaico.

Le condizioni di test applicate sono state quelle dei normali test per PID che i produttori di moduli effettuano con l'aiuto di aziende specializzate (quali NREL, PI-Berlin, e così via).

I comuni inverter senza trasformatore applicano normalmente -400 V al polo negativo del modulo fotovoltaico in un sistema con tensione pari a 800 V; quindi si prevede che durante il funzionamento la temperatura sia elevata.

Omron ha effettuato i suoi test per la certificazione PID avvalendosi di un'azienda specializzata esterna.

Condizioni del test:

- Temperatura: 60 °C; umidità: 85%, con acqua
- Durata del test: 192 ore; applicazione -400 V a terra
- Uso di un normale modulo policristallino.

È stata confermata una riduzione della potenza di circa il 40% utilizzando un comune inverter fotovoltaico senza trasformatore.

4. Conclusione

L'inverter fotovoltaico senza trasformatore di Omron, integrato con circuito ZCC, è un autentico inverter in grado di prevenire il PID e, allo stesso tempo, offre un prezzo competitivo, un'elevata efficienza, peso e dimensioni minori e non necessita di dispositivi aggiuntivi o di una scatola di giunzione esterne.

¹ Peter Hacke, NREL, "System Voltage Potential Induced Degradation Mechanisms in PV Modules and Methods for Test", PVSC37, 2011