



## Diagnostica dell'isolamento di un impianto fotovoltaico

Per garantire il corretto funzionamento di un impianto fotovoltaico nel tempo, l'obiettivo primario dei professionisti è assicurare una produzione di energia continua ed efficiente.

Obiettivo che, per essere raggiunto, richiede numerose operazioni di controllo, tra cui il test di isolamento, utile per individuare eventuali dispersioni verso terra.

L'integrità dell'isolamento può essere compromessa a livello di moduli fotovoltaici, cavi di trasmissione della corrente o inverter, spesso a seguito di infiltrazioni di acqua o umidità nelle scatole di derivazione dei moduli.

La somma dei valori di dispersione di questi componenti costituisce la corrente di dispersione, ossia la quantità totale di corrente elettrica dispersa nel terreno. Queste fughe comportano una perdita di energia nell'impianto, oltre che il rischio di folgorazione.

Ogni impianto fotovoltaico ha, per sua natura, un potenziale diverso rispetto alla terra. Solo un isolamento adeguato rispetto alla terra impedisce alle correnti dell'impianto di scaricarsi a terra, evitando sia rischi di contatto, sia ulteriori perdite di energia.

Il test di isolamento consente di **misurare la resistenza elettrica dei singoli moduli, dei componenti o dell'intera stringa fotovoltaica**, analizzandone il comportamento a una tensione di prova elevata.

Per risultare conformi alle normative, gli impianti fotovoltaici devono rispettare alcuni parametri fondamentali, come la Riso (resistenza di isolamento), che deve raggiungere un valore minimo nei cavi conduttori e nei componenti. Le norme EN 62446 e CEI 64-8 prevedono una resistenza di isolamento minima di 1 MΩ e tensioni di prova pari a 500 V o 1.000 V per garantire il funzionamento sicuro degli impianti.



L'analizzatore fotovoltaico FTV 500



# Diagnostica degli impianti fotovoltaici: fasi principali

## Strumenti e metodi di misura

### 1. Per misurare la tensione

Utilizzare il voltmetro CA 5293, F404

### 2. Per misurare la resistenza di isolamento

- Utilizzare il megaohmetro CA 6526
- Utilizzare uno strumento in grado di analizzare separatamente il potenziale del modulo o della stringa durante la misurazione della resistenza di isolamento, in modo tale da poter scollegare e cortocircuitare i moduli in tutta sicurezza: l'analizzatore fotovoltaico FTV 500



Utilizzare esclusivamente strumenti idonei alla misurazione della resistenza di isolamento

### 3. Per misurare la tensione e individuare il modulo difettoso in una stringa

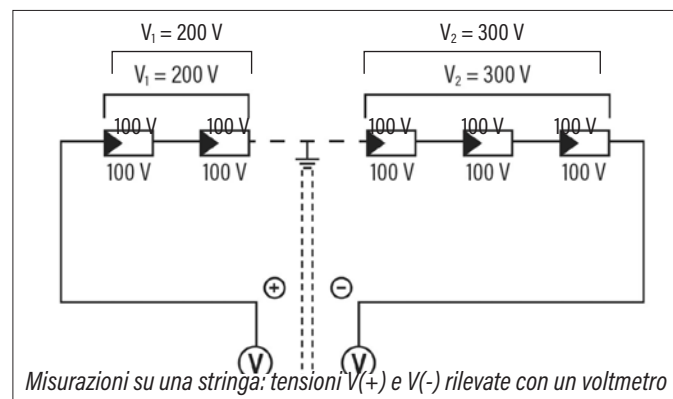
Questa procedura permette di rilevare le tensioni dell'impianto e, in base al bilanciamento tra  $V(+)$  e  $V(-)$  rispetto alla terra, localizzare il guasto. È necessario:

- Misurare la tensione tra i terminali positivo e negativo  $V(0)$
- Misurare la tensione tra il terminale positivo e il potenziale di terra  $V(+)$
- Misurare la tensione tra il terminale negativo e il potenziale di terra  $V(-)$

In presenza di un difetto di isolamento verso terra, i valori di tensione risulteranno diversi, ad esempio:

- Tensione  $V(0) = 500\text{ V}$   
(5 moduli da 100 V ciascuno)
- Tensione  $V(+)= 200\text{ V}$
- Tensione  $V(-)= 300\text{ V}$

Dividendo i risultati delle tensioni  $V(+)$  e  $V(-)$  per la tensione del singolo modulo, **risulta che il guasto si trova tra il secondo e il terzo modulo fotovoltaico.**



Qualora non sia possibile misurare un guasto di terra, sarà necessario procedere alla misurazione della resistenza di isolamento utilizzando un megaohmetro o un analizzatore fotovoltaico con funzione megaohmetro.



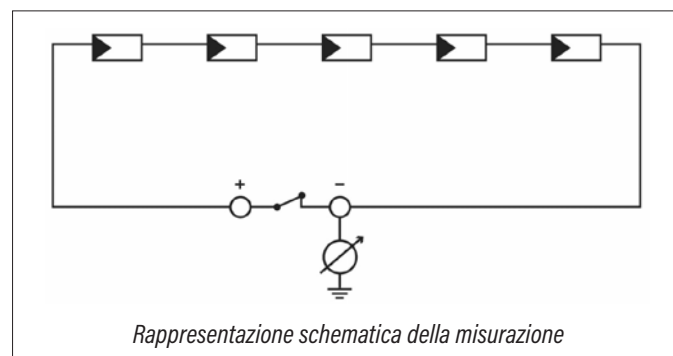
### Avvertenza

Questa procedura di verifica fornisce risultati affidabili solo se:

- la stringa è completamente scollegata dall'inverter, da eventuali scaricatori di sovratensione/parafulmini e dai collegamenti a terra;
- i diodi di blocco sono collegati a monte o del tutto assenti;
- le condizioni ambientali sono simili a quelle in cui è stato segnalato il guasto.

### 4. Perché misurare la resistenza di isolamento?

La misura della resistenza di isolamento fornisce risultati più accurati rispetto alla sola misura della tensione, che può risultare meno precisa nell'indicare le dispersioni verso terra.





## 5. Per calcolare la resistenza di isolamento di un impianto fotovoltaico

Prima di procedere con la misurazione, occorre individuare il valore teorico della resistenza di isolamento del modulo o della stringa, che servirà come parametro di confronto.

La resistenza totale prevista dell'impianto fotovoltaico o della singola stringa si calcola con la seguente formula:

$$R_{iso} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{MODULO\_1}}\right) + \left(\frac{1}{R_{MODULO\_2}}\right) + \dots + \left(\frac{1}{R_{MODULO\_3}}\right)}$$

Per conoscere con precisione la resistenza di isolamento di un modulo fotovoltaico, ci sono tre possibilità:

- chiederla direttamente al produttore del modulo;
- consultare la scheda tecnica;
- fare riferimento alle norme EN 61646 e EN 61215, che stabiliscono i valori minimi richiesti per i moduli fotovoltaici:  **$R_{iso} > 40 \text{ M}\Omega$  per  $\text{m}^2$  di superficie**

Esempi:

- Un modulo fotovoltaico con una superficie di  $1 \text{ m}^2$  deve avere una resistenza di isolamento di almeno  $40 \text{ M}\Omega$
- Un modulo fotovoltaico con una superficie di  $2 \text{ m}^2$  deve avere una resistenza di isolamento di almeno  $20 \text{ M}\Omega$

Una volta stabilito il valore teorico della resistenza di isolamento della stringa o del modulo da testare, si può procedere con la misurazione vera e propria, utilizzando un megaohmetro o un analizzatore fotovoltaico con funzione megaohmetro.

*In entrambi i casi, la misura va effettuata con un dispositivo che consenta di scollegare e cortocircuitare i moduli fotovoltaici in completa sicurezza (ad esempio, un sezionatore DC per impianti fotovoltaici).*

## 6. Per eseguire la procedura di verifica con un megaohmetro

- 1 Calcolare il valore teorico della resistenza di isolamento teorica previsto per ciascuna stringa.
- 2 Scollegare il modulo o la stringa dall'impianto (staccando tutti i poli collegati a terra).
- 3 Installare il dispositivo di cortocircuito per azzerare la tensione presente nel circuito.
- 4 Collegare il misuratore della resistenza di isolamento.
- 5 Cortocircuitare una stringa.
- 6 Impostare la tensione di prova. Il valore deve avvicinarsi il più possibile alla tensione massima del sistema di moduli fotovoltaici, senza superarla (v. scheda tecnica del modulo).
- 7 Misurare la resistenza di isolamento.
- 8 Rimuovere il cortocircuito.
- 9 Ripetere la stessa procedura per le altre stringhe.
- 10 Se la resistenza di isolamento misurata per una stringa si discosta in modo significativo dal valore teorico calcolato, significa che in quella stringa è presente un guasto di terra.

## 7. Per eseguire la procedura di verifica con uno strumento di misura

Solo con strumenti dotati di funzione di interruzione automatica del potenziale del modulo o della stringa.

- 1 Calcolare il valore teorico della resistenza di isolamento teorica previsto per ciascuna stringa.
- 2 Scollegare il modulo o la stringa dal sistema (staccando tutti i poli collegati a terra).
- 3 Installare il sezionatore DC a valle del modulo/della stringa.
- 4 Collegare il misuratore della resistenza di isolamento a monte del modulo/della stringa.
- 5 Impostare la tensione di prova. Il valore deve avvicinarsi il più possibile alla tensione massima del sistema di moduli fotovoltaici, senza superarla (v. scheda tecnica del modulo).
- 6 Misurare la resistenza di isolamento.
- 7 Aprire il sezionatore DC.
- 8 Ripetere la stessa procedura per le altre stringhe.
- 9 Se la resistenza di isolamento misurata per una stringa si discosta in modo significativo dal valore teorico calcolato, significa che in quella stringa è presente un guasto di terra.



## La nostra selezione di dispositivi

### Multimetro digitale TRMS

Cod. P01196803

Misura della tensione AC/DC fino a 1000 V



CA 5293

### Multimetro a pinza digitale TRMS

Cod. P01120944

Misura della tensione AC/DC  
fino a 1200 V<sub>AC</sub> / 1700 V<sub>DC</sub>



F404

### Analizzatore fotovoltaico multifunzione

Cod. P01129600

Misura della tensione AC/DC  
fino a 700 V<sub>AC</sub> / 1000 V<sub>DC</sub>

Test di isolamento 250-500-1000 V

Test di isolamento fuori tensione e in tensione

FTV 500



### Megaohmetro digitale

Cod. P01140826

Test di isolamento 250-500-1000 V

CA 6526



#### Chauvin Arnoux Group

12-16, rue Sarah Bernhardt  
92600 Asnières-sur-Seine  
Tel.: +33 1 44 85 44 85  
info@chauvin-arnoux.fr  
www.chauvin-arnoux.fr

