

LA MISURA IN AMBIENTE FOTOVOLTAICO CON IL PHOTOVOLTAIC-TEST FTV500



L'energia solare può essere utilizzata per la produzione di elettricità. L'energia solare fotovoltaica trasforma la radiazione solare in elettricità grazie a celle fotovoltaiche integrate in pannelli che possono essere installati su edifici o posati a terra.

Il principio è che alcuni materiali semiconduttori come il silicio hanno la proprietà di generare elettricità quando ricevono la luce solare: nasce l'effetto fotovoltaico.

Dopo l'installazione di una struttura fotovoltaica, l'efficienza e la sicurezza sono elementi più che importanti. A questo titolo, è oggi necessario effettuare test di verifica prima-dopo l'installazione.

A volte è difficile leggere una scheda tecnica di un modulo fotovoltaico, ma è importante conoscere la corrente e la potenza che sarà disponibile al fine del dimensionamento dell'intero progetto.

Ma c'è un punto che non è stato definito per molto tempo, è che si tratta di un impianto elettrico, e deve rientrare anche in questo livello di sicurezza.

Come tale, al giorno d'oggi, un impianto fotovoltaico deve soddisfare i criteri di sicurezza di qualsiasi impianto.

Prima di collegarlo alla rete elettrica, è necessario effettuare una verifica della sicurezza elettrica. Al momento del collegamento alla rete elettrica, viene effettuata una verifica della sua efficacia.

Successivamente, è necessaria un'ispezione e quindi un test periodico degli impianti elettrici per determinare se questo (o parte di esso) non è danneggiato, il che potrebbe mettere in pericolo la sicurezza dell'utente, e per verificare se l'impianto è conforme alle norme vigenti.

Tale controllo comprende inoltre un esame dell'influenza di qualsiasi modifica dell'uso dell'impianto, rispetto all'applicazione per la quale era destinato in precedenza. È necessario anche il controllo dell'efficienza dell'impianto in quanto la produzione elettrica deve essere garantita agli standard del progetto iniziale.





LE NORME

- **IEC 62446** - Questo standard è destinato a progettisti e installatori di impianti fotovoltaici collegati alla rete, che possono utilizzarlo come modello per fornire una documentazione efficace a un cliente. Essa descrive le prove di messa in servizio, i criteri di ispezione e la documentazione prevista per verificare la sicurezza dell'installazione e il buon funzionamento del sistema. La sua ultima versione definisce anche le informazioni e la documentazione che devono essere consegnate a un cliente dopo l'installazione di un sistema fotovoltaico connesso alla rete.

- **IEC 61010** - Questa norma specifica le prescrizioni generali di sicurezza per gli apparecchi elettrici destinati agli usi professionali, industriali (di processo) ed educativi, di tutti gli apparecchi che intervengono nel processo di misura. questa norma è stata stabilita per determinare le norme generali di sicurezza degli strumenti di misura.

- **IEC 61557** - Questa norma tratta la sicurezza elettrica nelle reti di distribuzione a bassa tensione di 1 000 v c.a. e 1 500 v c.c. riguarda i dispositivi di controllo, di misura o di monitoraggio delle misure di protezione.

- **IEC 61557 - Parte 2- Resistenza d'isolamento** - Questo capitolo della norma definisce i requisiti applicabili agli apparecchi destinati a misurare la resistenza di isolamento di apparecchi e impianti fuori tensione.

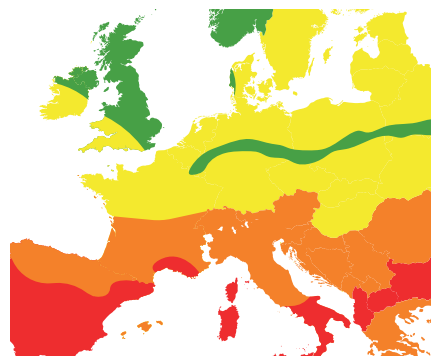
- **IEC 61557 - Parte 4 - Resistenza (continuità) delle connessioni di terra equipotenziali** - Questo capitolo della norma definisce i requisiti applicabili agli apparecchi destinati a misurare la resistenza dei conduttori di terra, conduttori di terra di protezione e conduttori di equipotenziale, compresi i loro collegamenti e terminali, con indicazione dei valori misurati o dei limiti.

- **IEC 60891** - Essa definisce le procedure relative alle correzioni in funzione della temperatura e dell'irraggiamento da applicare alle caratteristiche i-v (corrente-tensione) misurate dei dispositivi fotovoltaici. definisce inoltre le procedure per determinare i fattori necessari a tali correzioni.

- **IEC 60904** - Essa descrive le procedure per la misurazione delle caratteristiche corrente-tensione dei dispositivi fotovoltaici sotto irraggiamento solare naturale o simulata. queste procedure sono applicabili alle singole celle solari, ai sottoinsiemi di celle solari o ai moduli fotovoltaici.

LE MISURE

Come qualsiasi parte di un impianto elettrico, i moduli di produzione fotovoltaica devono soddisfare gli standard di sicurezza di base.



- **La continuità** - La continuità è buona quando la resistenza di continuità dell'impianto è inferiore a 2Ω . Tutte le masse dell'impianto protette da uno stesso dispositivo devono essere interconnesse con un conduttore collegato ad una presa di terra. Il controllo della continuità deve essere effettuato sotto tensione e corrente di misura specifica (4/24 V @ 200 mA).

- **L'isolamento (fuori tensione/in tensione)** - Si raccomanda un controllo periodico della resistenza di isolamento, sia per i materiali elettrici che per gli impianti. In questo contesto, la resistenza di isolamento viene misurata tra ciascun conduttore attivo e la terra (in modalità off). I test vengono eseguiti con una tensione di prova di diverse centinaia di Volts in continua. La difficoltà con un impianto fotovoltaico è che è impossibile interrompere la produzione di energia elettrica. Finché il pannello riceve luce, produce elettricità. Per questo test, quindi, è necessario utilizzare dispositivi in grado di eseguire test di isolamento sotto tensione.

- **Le condizioni STC (Standard Test Conditions)** - Le condizioni standard di prova definiscono il modo in cui i moduli fotovoltaici vengono esaminati in laboratorio per determinarne le proprietà elettriche. Si tratta di condizioni standard che consentono di confrontare i moduli tra loro.

Le condizioni STC prevedono un certo numero di condizioni di test, tra cui in particolare:

- **Livello di illuminamento del modulo** e quindi la quantità di energia ricevuta su una superficie di un pannello solare è massima quando la radiazione è perpendicolare a tale superficie.

- **Temperatura delle celle:** oggi sappiamo che l'effetto della temperatura su una cella fotovoltaica influenza il profilo della caratteristica corrente-tensione di quest'ultima. Solo una piccola parte della radiazione solare si converte in elettricità. Il resto rimane calore. Così, una cella fotovoltaica poco ventilata vede la sua temperatura salire molto rapidamente. Si osserva che la temperatura della cella fotovoltaica induce un effetto notevole sulla tensione della cella. D'altra parte, l'effetto della temperatura sulla corrente della cella fotovoltaica è trascurabile. Sembra che maggiore è la temperatura della cella, minore è la tensione a vuoto della cella.



- **Coefficiente Air Masse**, che corrisponde al percorso ottico della radiazione solare attraverso l'atmosfera terrestre rispetto a questo percorso quando il Sole è allo zenit. Permette di quantificare lo spettro solare in un determinato luogo dopo che la sua radiazione ha attraversato l'atmosfera

I produttori di moduli indicano sempre nella loro scheda tecnica di prodotto le proprietà generali come le dimensioni del modulo o il peso, ma soprattutto le loro caratteristiche elettriche teoriche. Vi si troverà anche il rendimento (η) del pannello sotto condizione STC (Standard Test Conditions).

Electrical Rating at STC (1000 W/m², AM 1.5 spectrum, cell temperature 25°C)

Peak Power (P _{max})	90 W	Maximum Series Fuse	20 A
Production Tolerance of P _{max}	-5/+10%	Limiting reverse current (I _r)	5.58 A
Voltage @ P _{max} (V _{mpp})	17.9 V		
Current @ P _{max} (I _{mpp})	5.03 A		
Open Circuit Voltage (V _{oc})	22.2 V		
Short Circuit Current (I _{sc})	5.58 A		

(+) (-)

WARNING ELECTRICAL HAZARD
This solar module produces DC electricity when exposed to light

- **ALWAYS** observe the recommended safety precautions and use the recommended personal protection equipment.
- **ALL** installation and maintenance operations must be carried out by qualified personnel in accordance with local regulations.
- **BEWARE** dangerous DC voltages and currents may exist when modules are installed.
- **DO NOT** damage or scratch the rear surface of the module.
- **DO NOT** handle or install modules when they are wet or if the backsheet is damaged.
- **WHEN** connecting this solar module to other equipment then refer to the equipment manufacturer's instructions.

Refer to the Instruction Sheet for more information.
Manufactured by Ameresco Solar in ISO9001 certified facility in China.

Conforms to UL std 1703; Fire Rating: CLASS C
Certified to UL CORD Std C1703-01
Maximum System Voltage: 600V
Field Wiring: 14-10 AWG / 2.5-6.0 mm²
Cables: stranded copper, rated at 90°C min.
Minimum Bypass Diode: 10A

Class I Group ABCD
Div 2 T3C Ta=60°
48 VDC Maximum System Voltage

Certified in accordance with IEC 61215 Edition II & IEC 61730
Protection Class: Class A Installations
Maximum System Voltage: 1000V

CE DE

- **Le condizioni NOCT (Normal Operating Cell Temperature - NOCT)** è l'abbreviazione dell'anglicismo Normal Operating Cell Temperature (temperatura nominale di utilizzo delle cellule). Infatti, le condizioni STC impongono un livello di illuminamento di 1000 W/m² e una temperatura della cella di 25 °C. In realtà, le celle dei moduli non funzionano in queste condizioni.

Così, la professione ha introdotto condizioni di test delle cellule più vicine alla realtà. Si tratta delle condizioni NOCT:

- Livello di illuminamento: 800 W/m²
- Temperatura esterna: 20 °C
- Velocità del vento: 1 m/s
- Air Masse: AM=1.5

Non ci sono più condizioni sulla temperatura delle cellule, ma sulla temperatura dell'aria circostante (20 °C) e sulla velocità del vento (1 m/s). In queste condizioni NOCT, che sono vicine alle condizioni di funzionamento degli impianti fotovoltaici, le celle costituenti i moduli fotovoltaici vanno riscaldati e raggiungono una temperatura stazionaria che si chiama temperatura nominale di utilizzo delle celle (in inglese: Normal Operating Cell Temperature, NOCT).

- **Rendimento di una cella** - Il rendimento di una cella o di un modulo fotovoltaico è il rapporto tra l'energia elettrica prodotta da tale cellula o modulo e l'energia luminosa ricevuta sulla superficie corrispondente. Il rendimento effettivo varia quindi continuamente, in funzione soprattutto del tempo (vele nuvolose), delle ombre che possono apparire. Oggi, l'unità più piccola controllata una volta installata l'installazione è il pannello solare, composto da più celle fotovoltaiche.

- **Rif** - È la variazione della resistenza della cella in base alla corrente di cortocircuito e alla tensione a vuoto.

- **L'inclinazione** - L'inclinazione rappresenta l'angolo formato dal pannello e una superficie orizzontale. In Europa, ci si riferisce solo alla teoria, e l'inclinazione perfetta dei vostri futuri pannelli solari deve essere compresa tra i 30 e i 35 kess. rispetto a una linea orizzontale (Vicino all'equatore, il sole è sopra le nostre teste a mezzogiorno: l'ideale è che il pannello sia posato in piano). Ma è obbligatorio assicurarsi al momento dei test che il sole sia abbastanza alto sulla linea dell'orizzonte. È quindi necessario l'uso di un inclinometro. L'azimut ha anche la sua importanza durante l'installazione.

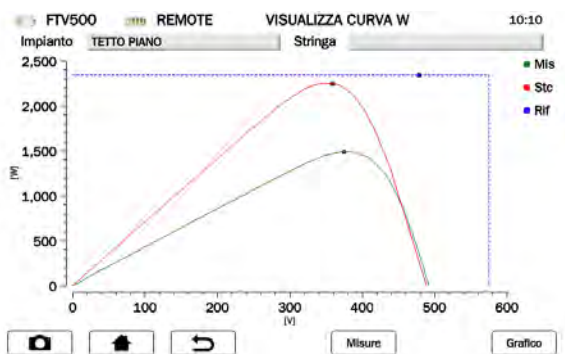
- **Tensione a vuoto Voc** - Questa è la tensione ai terminali della cella quando questa è in circuito aperto, cioè quando il polo + e il polo - sono isolati elettricamente da qualsiasi altro circuito elettrico (la corrente che la attraversa è quindi zero).

- **Corrente di corto circuito I_{sc}** - Questa è la corrente che attraversa la cella fotovoltaica quando è in corto circuito, cioè quando il polo + è collegato al polo - (la tensione ai suoi terminali è quindi zero). La corrente di corto circuito (I_{cc}) aumenta proporzionalmente con l'illuminamento, mentre la tensione a vuoto (V_{oc}) varia molto poco.

- **La potenza (W_c)** - La potenza di picco è definita come la potenza elettrica prodotta dalla cella (o pannello) quando è soggetta alle condizioni STC. Questo valore viene utilizzato come riferimento per confrontare i pannelli fotovoltaici tra loro. La potenza di picco di un modulo, nota come P_c, viene quindi definita come la potenza massima del modulo in condizioni STC.

$$\text{Dove } P_c = P_{MPP}(STC) = U_{MPP}(STC) \times I_{MPP}(STC).$$

La potenza di picco è espressa in Watt (W). Tuttavia, trattandosi di una potenza un po' particolare, lo si esprime in Watt di picco (W_c).



• **Curva I-V** - La caratteristica corrente-tensione di una cella fotovoltaica è determinata da una serie di misurazioni dei parametri di tensione e corrente ai suoi terminali. Questo permette di tracciare una curva tensione-corrente (I-V). Questa sarà poi confrontata con una curva calcolata sulla base degli elementi STC. La potenza erogata dalla cella è il prodotto della corrente e della tensione. Il punto di potenza massima è determinato dal prodotto tra tensione V_{mpp} (tensione di potenza massima) e corrente I_{mpp} (corrente di potenza massima). La curva PV (potenza-tensione) non potrà passare da questo punto. Oltre i 200 punti è possibile ottenere una buona curva di misura. Risoluzione e possibilità di analisi crescono all'aumentare del numero di punti rilevati. La tensione varia da 0 V fino alla tensione massima MPP mentre la corrente ha quale limite la corrente massima del modulo.

• **Il rendimento dell'inverter AC/DC - NOCT** è l'abbreviazione dell'anglicismo Normal Operating Cell Temperature (temperatura nominale di utilizzo delle cellule). Infatti, le condizioni STC impongono un livello di irraggiamento di 1000 W/m^2 e una temperatura della cella di 25°C . Nella realtà, le celle dei moduli non funzionano in queste condizioni.

Pertanto, i professionisti del settore hanno adottato condizioni di test più aderenti alla realtà. Tali condizioni sono dette NOCT:

- Le connessioni in serie di più celle aumentano la tensione per una stessa corrente.
- Il parallelo delle celle aumenta la corrente mantenendo la tensione.

• **Effet de la température** - Una cella fotovoltaica converte l'energia radiativa (radiazione) in energia elettrica con un rendimento variabile a seconda della tecnologia. Il resto della radiazione non trasformata in elettricità è convertito in gran parte sotto forma di calore (la frazione residua che è riflessa). Così, una cella fotovoltaica poco ventilata vede la sua temperatura salire molto rapidamente. La temperatura della cella fotovoltaica induce un effetto notevole sulla tensione. D'altra parte, l'effetto della temperatura sulla corrente della cella fotovoltaica è trascurabile. Maggiore è la temperatura della cella, minore è la tensione a vuoto della cella e, allo stesso tempo, minore è la potenza della cella.

IL PHOTOVOLTAIC-TEST FTV500 5 MISURE IN 1 SOLO STRUMENTO

- Curva I-V (anche con test rapido)
- Continuità
- Isolamento elettrico del sistema dell'impianto fotovoltaico fuori e sotto tensione
- Efficienza dell'inverter DC/AC
- Registrazione programmabile dei dati

RENDIMENTI, MANUTENZIONE E SICUREZZA ELETTRICA

- Strumento multifunzione per il controllo della sicurezza elettrica e delle prestazioni di un impianto fotovoltaico.
- Schermo antiriflesso
- Serie di test automatici:
 - Misura efficienza impianto DC/AC
 - Test curva I-V
 - Misura di isolamento (impianto in tensione)
 - Tensione a vuoto (V_{oc}) e corrente di cortocircuito (I_{sc})
 - Continuità dei conduttori di protezione sotto 200mA
- Gestione e reportistica diretta dal dispositivo (memorizzazione diretta su chiavetta USB nei formati standard (pdf, doc, html, ecc))
- Unità remota per misure di temperatura e luce solare con trasmissione WiFi (irradiazione/temperatura)
- VNC per visualizzazione e condivisione del controllo remoto, tramite connessione Wi-Fi
- Conformità agli standard internazionali

