

PVA-1500HE2/PVA-1500T2/ SolSensor-300V3

Solmetric I-V Curve Tracer Kit

Manuale d'uso

GARANZIA LIMITATA & LIMITAZIONE DI RESPONSABILITÀ

Ogni prodotto Fluke è garantito come esente da difetti nei materiali e nella manodopera per normali situazioni di uso. Il periodo di garanzia è di 1 anno a partire dalla data di spedizione. La garanzia per le parti sostituite, le riparazioni e l'assistenza è di 90 giorni. La garanzia è emessa solo a beneficio dell'acquirente originale o del consumatore finale che abbia acquistato il prodotto da un rivenditore Fluke autorizzato. Non copre fusibili, pile di ricambio e qualsiasi apparecchio che, a giudizio della Fluke, sia stato adoperato in modo improprio, modificato, trascurato o danneggiato sia accidentalmente che a causa di condizioni anomale d'uso e manipolazione. La Fluke garantisce per 90 giorni che il software funzionerà sostanzialmente secondo le proprie specifiche operative e che sia stato registrato su supporti non difettosi. Non garantisce che il software sarà esente da errori o che funzionerà senza interruzioni.

I rivenditori autorizzati Fluke sono tenuti ad estendere la presente garanzia per prodotti nuovi e non ancora usati a beneficio esclusivo degli utenti finali, ma non sono autorizzati a emettere una garanzia diversa o più ampia a nome della Fluke. La garanzia è valida solo se il prodotto è stato acquistato attraverso la rete commerciale Fluke o se l'acquirente ha pagato il prezzo non scontato. La Fluke si riserva il diritto di fatturare all'acquirente i costi di importazione dei ricambi per la riparazione/sostituzione eseguita, nel caso in cui il prodotto acquistato in un Paese sia sottoposto a riparazione in un altro.

L'obbligo di garanzia è limitato, a discrezione della Fluke, al rimborso del prezzo d'acquisto, alla riparazione gratuita o alla sostituzione di un prodotto difettoso che sia inviato ad un centro assistenza autorizzato Fluke entro il periodo di garanzia.

Per usufruire dell'assistenza in garanzia, rivolgersi al più vicino centro assistenza autorizzato Fluke per ottenere informazioni sull'autorizzazione al reso. Quindi spedire il prodotto al centro di assistenza. Il prodotto deve essere accompagnato da una descrizione dei problemi riscontrati, e deve essere spedito in porto franco e con assicurazione pre-pagata. La Fluke declina ogni responsabilità per danni in transito. A seguito delle riparazioni in garanzia, il prodotto sarà restituito all'acquirente in porto franco. Se la Fluke accerta che il guasto sia stato causato da negligenza, uso improprio, contaminazione, alterazione, incidente o condizioni anomale di uso e manipolazione (comprese le sovratensioni causate dall'uso dello strumento oltre la propria portata nominale e l'usura dei componenti meccanici dovuta all'uso normale dello strumento), la Fluke presenterà una stima dei costi di riparazione e attenderà l'autorizzazione dell'utente a procedere alla riparazione. In seguito alla riparazione, il prodotto sarà restituito all'acquirente con addebito delle spese di riparazione e di spedizione.

LA PRESENTE GARANZIA È L'UNICO ED ESCLUSIVO RICORSO DISPONIBILE ALL'ACQUIRENTE ED È EMESSA IN SOSTITUZIONE DI OGNI ALTRA GARANZIA, ESPRESSA OD IMPLICITA, COMPRESA, MA NON LIMITATA AD ESSA, QUALSIASI GARANZIA IMPLICITA DI COMMERCIALIZZABILITÀ O DI IDONEITÀ PER USI PARTICOLARI. LA FLUKE DECLINA OGNI RESPONSABILITÀ PER DANNI O PERDITE PARTICOLARI, INDIRETTI, INCIDENTALI O CONSEGUENTI, COMPRESA LA PERDITA DI DATI DOVUTI A QUALSIASI CAUSA O TEORIA.

Poiché alcuni Paesi non consentono di limitare i termini di una garanzia implicita né l'esclusione o la limitazione di danni accidentali o sequenziali, le limitazioni e le esclusioni della presente garanzia possono non valere per tutti gli acquirenti. Se una clausola qualsiasi della presente garanzia non è ritenuta valida o attuabile dal tribunale o altro foro competente, tale giudizio non avrà effetto sulla validità delle altre clausole.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Contratto di licenza software e hardware per l'utente finale

LEGGERE ATTENTAMENTE IL SEGUENTE CONTRATTO. APRENDO IL PACCHETTO O FACENDO CLIC SU "ACCETTO", SI ACCETTA DI ESSERE VINCOLATI E SI DIVENTA PARTE DEL PRESENTE CONTRATTO. SE NON SI ACCETTANO TUTTI I TERMINI DEL PRESENTE CONTRATTO, FARE CLIC SU "NON ACCETTO", ELIMINARE TUTTI I FILE DI INSTALLAZIONE SCARICATI E, SE APPLICABILE, RESTITUIRE IL PRODOTTO AL LUOGO DI ACQUISTO PER OTTENERE UN RIMBORSO COMPLETO.

Concessione della licenza software

Il pacchetto o il file di installazione scaricato contiene:

1. Software per PC di I-V Curve Tracer TM (software per PC),
2. software dell'unità di misurazione I-V di I-V Curve Tracer (software incorporato) e
3. materiale esplicativo correlato (Documentazione).

Il Software per PC e il Software *incorporato* includono eventuali upgrade, versioni modificate, aggiornamenti, aggiunte e copie del software. Per Utente si intende la persona o l'azienda in possesso della licenza per l'utilizzo del Software o della Documentazione. *Noi, ci e Fluke Corporation* si riferiscono a Fluke® Corporation.

Con la presente concediamo all'utente una licenza non esclusiva per l'utilizzo di una copia del Software per PC su un singolo computer, a condizione che il Software per PC sia utilizzato su un solo computer alla volta. Il Software per PC è *in uso* su un computer quando è caricato nella memoria temporanea (RAM) o è installato nella memoria permanente di un computer, ad esempio un disco rigido, un CD-ROM o un altro dispositivo di archiviazione. Se il Software per PC è installato in modo permanente sul disco rigido o su un altro dispositivo di archiviazione di un computer (diverso da un server di rete) e una persona utilizza tale computer per più dell'80% del tempo, tale persona può anche utilizzare il Software per PC su un computer portatile o fisso.

Con la presente concediamo all'utente una licenza non esclusiva per l'utilizzo di una copia del Software incorporato quando viene eseguito all'interno dell'hardware Solmetric pertinente.

Proprietà del software

Fluke rimane proprietario di tutti i diritti, titoli e interessi relativi al Software per PC, al Software incorporato e alla Documentazione.

Copie di archivio o di backup del Software per PC

È possibile:

- fare una copia del Software per PC esclusivamente per scopi di backup o archiviazione, oppure
- trasferire il Software per PC su un unico disco rigido, a condizione che l'originale venga conservato esclusivamente per scopi di backup o archiviazione.

Cose che non è possibile fare con il Software o la Documentazione

Il Software per PC, il Software incorporato e la Documentazione sono protetti dalle leggi sul copyright degli Stati Uniti e dai trattati internazionali. È necessario trattare il Software per PC, il Software incorporato e la Documentazione come qualsiasi altro materiale protetto da copyright, ad esempio un libro. L'utente non può:

- copiare il Software incorporato
- copiare il Software per PC, tranne per effettuare copie di archivio o di backup come sopra indicato,
- modificare o adattare il Software per PC o il Software incorporato o unirlo a un altro programma,
- eseguire il reverse engineering, disassemblare, decompilare o tentare di rilevare il codice sorgente del Software per PC o del Software incorporato,
- collocare il Software per PC o il Software incorporato su un server in modo che sia accessibile tramite una rete pubblica come Internet, oppure
- concedere in sublicenza, noleggio, lease o prestito qualsiasi parte del Software per PC, del Software incorporato o della Documentazione.

Trasferimenti del Software per PC o del Software incorporato

L'utente può trasferire tutti i diritti di utilizzo del Software per PC e della Documentazione a un'altra persona o entità legale, a condizione che l'utente trasferisca il presente Contratto, il Software per PC e la Documentazione, incluse tutte le copie, gli aggiornamenti e le versioni precedenti a tale persona o entità e che non conservi alcuna copia, incluse le copie archiviate sul computer.

L'utente può trasferire tutti i diritti per l'utilizzo del Software incorporato e della documentazione a un'altra persona o entità legale, a condizione che l'utente trasferisca il presente Contratto, l'hardware associato al Software incorporato, e il Software incorporato e la documentazione, incluse tutte le copie, gli aggiornamenti e le versioni precedenti di tale persona o entità, e che l'utente non conservi alcuna copia, comprese le copie memorizzate sul computer.

Indice

Titolo	Pagina
Introduzione	1
Contatti Fluke	2
Informazioni sulla sicurezza	2
Specifiche.....	3
Requisiti minimi di sistema del PC.....	3
Apparecchiatura.....	4
Controlli e impostazioni del sistema	7
Accensione di I-V Curve Tracer.....	8
Puntali e morsetti	9
Copertura del sensore di irraggiamento.....	10
Installazione	10
Procedura di installazione.....	10
Installazione dell'hardware	10
Installazione del Software	10
Aggiornamento dei database delle apparecchiature FV	11
Ricarica della batteria	11
Ricarica della batteria di I-V Curve Tracer	11
Ricarica di SolSensor	12
Rete wireless	13
Installazione e utilizzo di I-V Curve Tracer e SolSensor	13
Installazione di I-V Curve Tracer	13
Installazione di SolSensor	14
Montaggio di SolSensor sul telaio di un modulo FV	14
Ottimizzazione della portata di trasmissione wireless	17
Montaggio di SolSensor su un treppiede.....	17
Collegamento all'apparecchiatura FV	19
Misurazioni I-V	21
Scansione disattivata.....	21
Protezione da sovratemperatura	22
Ritardo scansione-scansione e capacità termica	22
Funzionamento in condizioni di alta temperatura.....	23
Avvisi di sovratensione	24

Avvisi di sovracorrente	24
Rilevamento di inversione di polarità e zero volt.....	25
Panoramica del software	25
Progetti.....	25
Struttura del sistema	26
Panoramica della schermata principale	27
Barra del menu	30
Copia, modifica e riutilizzo di un progetto precedente	35
Menu Proprietà	35
Menu di visualizzazione.....	35
Menu Fornitura	36
Menu Guida	38
Schermate delle schede.....	38
Scheda delle tracce	38
Scheda della tabella	39
Scheda della cronologia	41
Scheda del test di isolamento.....	42
Il file di dati I-V esportato.....	43
Base delle previsioni sulle prestazioni FV	49
Calibrazione dell'irraggiamento di SolSensor.....	49
Misurazione dell'irraggiamento	49
Previsione delle prestazioni FV	50
Conversione dei valori misurati in STC	50
Misurazione di I_{sc}	50
Verifica della calibrazione	51
Aggiornamenti software.....	51
Aggiornamenti del firmware di I-V Curve Tracer e SolSensor	51
Esecuzione delle misurazioni	52
Prima di effettuare misurazioni sul campo	52
Caricare l'apparecchiatura.....	52
Assicurarsi di eseguire il Software più recente	52
Creare un progetto nel Software	52
Garantire un irraggiamento adeguato per le misurazioni	52
Misurazioni sul campo.....	53
Misurazione della tensione a circuito aperto (V_{oc}).....	53
Collegamento dei puntali di I-V Curve Tracer.....	53
Avvio del Software.....	53
Caricamento del progetto	53
Misurazione di singole stringhe e di stringhe in parallelo	53
Misurazione dei moduli ad alta efficienza	53
Collegamento dei puntali all'apparecchiatura FV	54
Selezione del primo circuito FV da misurare	54
Esecuzione della prima misurazione	54
Selezione del circuito FV successivo ed esecuzione di un'altra misurazione	56
Visualizzazione della coerenza dei dati.....	56

Allarmi	57
Backup dei dati.....	57
Misurazione di irraggiamento, temperatura e inclinazione.....	58
Misurazione dell'irraggiamento con SolSensor.....	59
Sensore di irraggiamento di SolSensor.....	59
Irraggiamento preliminare ed effettivo.....	59
Precauzioni relative a SolSensor	59
Luce diffusa.....	60
Determinazione dell'irraggiamento dalla curva I-V misurata	60
Inserimento manuale dell'irraggiamento.....	61
Misurazione della temperatura sul lato posteriore di un modulo FV con una termocoppia.....	61
Selezione del diametro del filo della termocoppia.....	62
Selezione della punta della termocoppia	62
Misurazione della temperatura del modulo FV con un termometro a infrarossi	63
Determinazione della temperatura della cella dalla curva I-V misurata	63
Misurazione della temperatura sul lato posteriore del modulo FV con una termocoppia.....	64
Interpretazione delle curve I-V misurate	65
Input del modello FV.....	65
Terminologia della curva I-V	66
Fattore prestazionale	66
Fattore di riempimento	66
La forma di una curva I-V normale	67
Interpretazione delle curve I-V.....	68
Tacche o gradini	70
L'array è parzialmente ombreggiato, sporco in modo non uniforme o sono presenti detriti.....	70
Le celle FV sono danneggiate.....	72
Bassa corrente.....	72
Sporcizia uniforme	72
Accumulo di sporcizia	72
Deterioramento del modulo.....	72
É stato selezionato un modulo FV errato per il modello FV	73
Il numero di stringhe FV in parallelo non è stato inserito correttamente nel modello.....	73
Variazione dell'irraggiamento tra le misurazioni di irraggiamento e I-V.....	73
Il sensore di irraggiamento non è orientato sul piano dell'array ...	73
Effetti di albedo (riflessione).....	73
Il sensore di irraggiamento manuale non è preciso	73
Bassa tensione	74
La misurazione della temperatura della cella FV non è corretta ..	74
Uno o più diodi di bypass sono in cortocircuito	74

Vertice più tondeggiante	74
Inclinazione più accentuata nel tratto orizzontale	75
Striscia d'ombra o di sporcizia su tutti i gruppi di celle	76
Aumento dello shunt nelle celle FV	76
Inclinazione meno accentuata nel tratto verticale	76
Il cablaggio FV presenta una resistenza eccessiva.....	77
I collegamenti elettrici nell'array sono resistivi.....	77
La resistenza in serie dei moduli FV è aumentata.....	77
Risoluzione dei problemi degli array FV.....	77
Conversione dei dati I-V in condizioni di test standard	77
Definizioni dei parametri.....	78
Equazioni di conversione	79
Manutenzione	80
Pulizia del Prodotto	80
Pulizia del sensore di irraggiamento di SolSensor.....	80
Smaltimento del Prodotto.....	80
Risoluzione dei problemi di funzionamento del PVA Software	80
Risoluzione dei problemi tramite i messaggi di stato.....	80
Risoluzione dei problemi in base ai sintomi.....	82

Introduzione

Questo documento riguarda il kit Solmetric I-V Curve Tracer che include PV-1500HE2 e PV1500T2 (I-V Curve Tracer), SolSensor-300V3 (SolSensor) e il software applicativo di I-V Curve Tracer (PVA Software o il Software).

I-V Curve Tracer è uno strumento di test elettrico portatile per la messa in servizio e la risoluzione dei problemi degli array FV. I-V Curve Tracer misura le curve di corrente-tensione (I-V) di moduli e stringhe FV (fotovoltaici) e confronta immediatamente i risultati con le previsioni di modelli FV integrati. I risultati delle misurazioni vengono salvati per riferimenti e analisi futuri. I-V Curve Tracer e SolSensor vengono controllati in modalità wireless tramite un tablet o un PC portatile. La funzionalità wireless consente all'utente di operare nelle immediate vicinanze dell'area di lavoro senza i rischi di inciampo associati alle interconnessioni cablate.

Nota

Se non diversamente specificato, questo manuale utilizza il termine PC per fare riferimento a un laptop o a un tablet.

I-V Curve Tracer esegue la misurazione elettrica della curva I-V, mentre SolSensor misura contemporaneamente l'irraggiamento, la temperatura del modulo FV e l'inclinazione dell'array.

La curva I-V di un modulo, una stringa, un cablaggio o un array FV fornisce una descrizione dettagliata della sua capacità di conversione dell'energia. La curva varia nominalmente dalla corrente di cortocircuito (I_{sc}) a 0 V alla tensione a circuito aperto (V_{oc}) a corrente zero. Al vertice di una normale curva I-V si trovano la corrente e la tensione a potenza massima (I_{mp} , V_{mp}), il punto in cui l'array genera la massima potenza elettrica all'irraggiamento e alla temperatura attuali. Questi importanti valori di tensione e corrente vengono acquisiti quando viene misurata la curva I-V. La forma dettagliata della curva tra tali punti fornisce ulteriori informazioni sullo stato del modulo, della stringa o dell'array FV sottoposto a test.

Per ampliare le informazioni ottenute, la curva I-V misurata viene confrontata con le previsioni dei punti chiave con un modello FV completo. Il modello tiene conto di quanto segue:

- specifiche del modulo FV
- numero di moduli in serie e stringhe in parallelo
- perdite nel cablaggio del sistema
- irraggiamento sul piano dell'array
- temperatura del modulo e orientamento dell'array

Il Software include Array Navigator, un potente strumento con un albero grafico dell'array utilizzato per salvare e richiamare i dati di misurazione. La procedura guidata nuovo progetto assiste l'utente nella configurazione del modello FV e nella personalizzazione dell'array tree per ogni progetto.

Il Software consente inoltre di salvare i dati relativi alla resistenza di isolamento raccolti da un tester di resistenza di isolamento separato. Questi dati vengono memorizzati e gestiti con lo stesso tipo di interfaccia touch dell'array tree (con un tablet) dei risultati della misurazione I-V.

Nota

*Visitare la pagina del Prodotto all'indirizzo www.fluke.com per scaricare gli aggiornamenti software, i manuali aggiornati o i relativi supplementi. Confrontare i numeri di versione o revisione pubblicati con le versioni in possesso. Per individuare la versione corrente del software in uso, selezionare **Guida>Informazioni**. Per eseguire l'aggiornamento, scaricare l'ultima versione ed eseguire il programma di installazione. Il Software è gratuito. L'ultima versione del software supporta tutti i tracciature I-V da 1500 V Fluke e Solmetric.*

Contatti Fluke

Fluke Corporation è operativa a livello mondiale. Per informazioni sui contatti locali, visitare il sito Web: www.fluke.com.

Per registrare il prodotto oppure per visualizzare, stampare o scaricare il manuale più recente o il relativo supplemento, visitare il nostro sito Web.

+1-425-446-5500

fluke-info@fluke.com

Informazioni sulla sicurezza

È possibile consultare la versione cartacea generica delle Informazioni sulla sicurezza fornita con I-V Curve Tracer oppure visitare il sito Web www.fluke.com. Dove possibile, sono presenti informazioni di sicurezza più specifiche.

Il termine **Avvertenza** identifica le condizioni e le procedure pericolose per l'utente. Il termine **Attenzione** identifica le condizioni e le procedure che possono provocare danni al Prodotto o all'apparecchiatura da verificare.

 Attenzione

Per evitare danni al Prodotto:

- **Non esporre il PVA a $> 1500\text{ V}$ o $> 30\text{ A}$.**
- **Prima di effettuare la misurazione in un combiner box, assicurarsi di:**
 - **Aprire il sezionatore CC per isolare elettricamente il combiner box da altri combiner e dall'inverter. Utilizzare un voltmetro per verificare che il combiner sia isolato.**
 - **Rimuovere tutti i fusibili ad eccezione delle stringhe sottoposte a test. È possibile testare più stringhe in parallelo se la corrente combinata è $< 30\text{ A}$.**
 - **Isolare elettricamente le stringhe sottoposte a test quando si effettua la misurazione su un inverter.**
 - **Rispettare il limite di 30 A durante la misurazione delle stringhe in parallelo nei circuiti di cablaggio.**
 - **Limitare le stringhe dei moduli ad alta efficienza a $< 10\text{ A}$ quando si utilizza PVA 1500V4/T.**

Specifiche

Le specifiche complete del Prodotto sono disponibili sul sito Web www.fluke.com. Le specifiche di sicurezza sono riportate nelle Informazioni sulla sicurezza fornite con il Prodotto.

Requisiti minimi di sistema del PC

I sistemi che non soddisfano i seguenti requisiti potrebbero non funzionare come previsto. I laptop o i tablet sensibili al tocco Microsoft Windows funzionano senza problemi. I tablet offrono una maggiore resistenza sul campo rispetto ai laptop.

Fluke consiglia:

- Un dispositivo touchscreen per la massima produttività
- Un laptop che può essere utilizzato come tablet
- Uno schermo con un contrasto ottimale in condizioni di luce solare intensa
- Superficie dello schermo antiriflesso
- Angolo di visualizzazione ottimale per consentire a più persone di vedere lo schermo

Il PC deve disporre di:

- Microsoft Windows 11, 10, 8 o 7 (versioni a 32 o 64 bit)
- Wi-Fi
- Risoluzione del display di 1024 X 600 (minima)

- Velocità del processore > 1 GHz (1,5 GHz consigliati). Fluke consiglia un Windows Experience Index (Processor component) di 2.3 o superiore. Questo valore è disponibile nel Pannello di controllo del PC in Informazioni e strumenti sulle prestazioni.
- RAM: Minimo 4 GB (8 GB consigliati)
- Spazio disponibile sul disco: 100 Mb o più

Apparecchiatura

I-V Curve Tracer viene fornito con:

Apparecchiatura tracciacurve

- I-V Curve Tracer, nella relativa custodia morbida, con un set completo di strumenti forniti da Fluke nella custodia per accessori o nella custodia da trasporto. Verificare la presenza di puntali PVA e strumenti per connettori FV.
- Custodia morbida
- Caricabatterie con spina CA a muro
- Puntali con valore nominale di 1500 V per PV-1500HE2: da connettore a banana a MC-4 e da connettore a banana a morsetti a coccodrillo. Per altri modelli PVA: Da MC-4 a morsetti a coccodrillo
- Strumento per connettori MC-4
- Versione cartacea delle *Informazioni sulla sicurezza*
- Versione cartacea della *Guida introduttiva*
- Custodia da trasporto (inclusa solo con PVA-1500HE2)

Apparecchiatura SolSensor

- Unità SolSensor
- Sensori di temperatura a termocoppia di tipo K (2)
- Custodia morbida (a meno che il kit I-V Curve Tracer non sia stato acquistato con la custodia da trasporto opzionale)
- Morsetto per telaio modulo
- Adattatore CA a muro con due uscite USB-A per la ricarica dell'unità IV e di SolSensor
- Dischi adesivi per il fissaggio della termocoppia (50). Dischi di nastro per alte temperature per fissare la punta della termocoppia sul lato posteriore del modulo
- Cordino di ancoraggio SolSensor per fissare SolSensor al rack
- Articoli per la pulizia del sensore di irraggiamento (panno in microfibra e flacone spray di acqua distillata)

Le parti principali del kit I-V Curve Tracer sono riportate nella [Tabella 1](#) e [Tabella 2](#).

Tabella 1. SolSensor

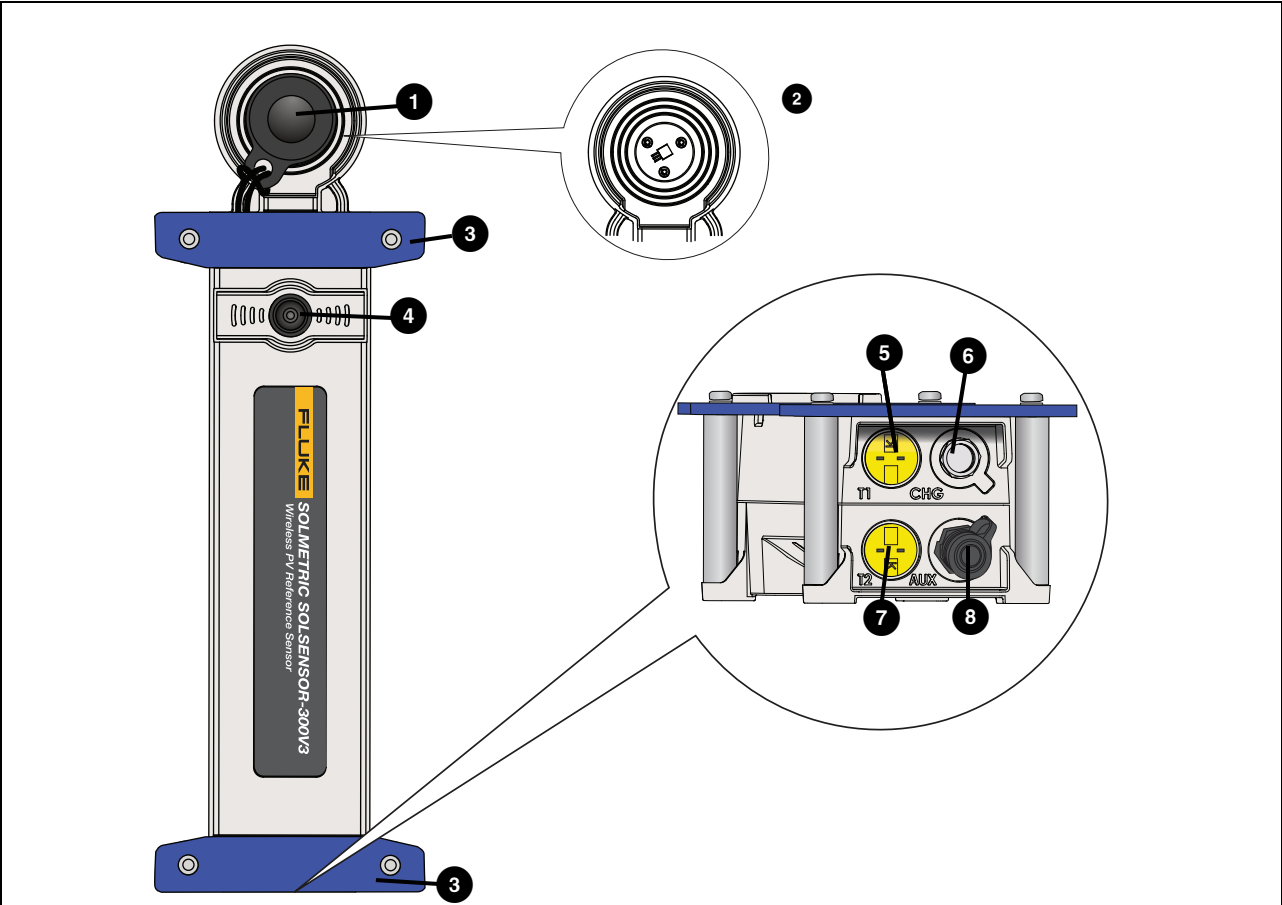
	
Elemento	Descrizione
1	Coperchio del sensore di irraggiamento
2	Sensore di irraggiamento
3	Alette
4	Pulsante di accensione LED
5	T1 - ingresso per termocoppia 1
6	Ingresso per la carica della batteria
7	T2 - ingresso per termocoppia 2
8	Ingresso ausiliario

Tabella 2. I-V Curve Tracer



PVA-1500HE2



PVA-1500/T2

Elemento	Descrizione
1	Ingresso negativo
2	Ingresso positivo
3	Ingresso per caricabatterie
4	Pulsante di accensione LED

Controlli e impostazioni del sistema

Utilizzare il pulsante LED su I-V Curve Tracer e su SolSensor, vedere la [Figura 1](#), per attivare, mettere in pausa e ripristinare i dispositivi I-V. Il LED indica vari stati operativi dei dispositivi e lo stato della rete wireless. Vedere la [Tabella 3](#).

Tabella 3. Pulsante LED degli stati operativi di I-V Curve Tracer e SolSensor

I-V Curve Tracer	SolSensor	Comportamento del LED	Stato dispositivo	Comportamento del pulsante
X	X	Off	Off	Premere 1 volta per accendere
X	-	Lampeggiamento lento	In pausa. I-V Curve Tracer si spegne automaticamente dopo 15 minuti per preservare la carica della batteria.	Premere una volta per attivare le misurazioni o 3 volte per disattivare I-V Curve Tracer.
X	X	Lampeggiamento	Assenza di connessione Wi-Fi o al Software.	Premere 3 volte per spegnere.
X	X	Lampeggiamento rapido	Avvio o errore (se continuo).	-
X	X	Accensione fissa	Dispositivo connesso al Software, misurazioni attivate.	Premere una volta per mettere in pausa (unità I-V) o 3 volte per spegnere.
X	X	-	Qualsiasi stato	Premere 3 volte per spegnere.
X	X	Cinque lampeggiamenti, pausa, ripetizione	Tentativo di associazione da parte del dispositivo.	Per associare i dispositivi: premere 5 volte in rapida successione.
X	X	Lampeggiamento lento o accensione fissa durante il collegamento del dispositivo e in assenza di connessione al Software.	Il lampeggiamento indica che la batteria è in carica. L'accensione fissa indica che la batteria è completamente carica.	-

Quando si preme il pulsante LED una volta per accendere I-V Curve Tracer o SolSensor, il LED lampeggia rapidamente all'avvio, quindi lampeggia più lentamente finché il dispositivo non si connette al Software e alla rete Wi-Fi del PC. Una volta connesso al Software, il LED rimane acceso in modo fisso.

Prima di collegare i puntali di I-V Curve Tracer al circuito FV, premere una volta il pulsante LED sull'unità I-V per mettere in pausa le misurazioni. Ciò impedisce l'avvio accidentale di una misurazione mentre si effettuano i collegamenti. Nello stato di pausa, il LED lampeggia a intervalli lunghi per indicare che I-V Curve Tracer è acceso e in pausa.

Dopo aver effettuato i collegamenti ai puntali, premere il pulsante una volta per consentire a I-V Curve Tracer di eseguire le misurazioni sotto il controllo del Software. Il LED rimane costantemente acceso per indicare che I-V Curve Tracer è pronto a eseguire le misurazioni.

In caso di interruzione della connessione di rete, il LED lampeggia per indicare che la connessione al Software è stata interrotta.

Nota

Se I-V Curve Tracer o SolSensor è collegato all'adattatore di carica CA e connesso al Software, il pulsante LED indica lo stato di connessione/disconnessione (LED fisso o lampeggiante), non lo stato di ricarica/carica completa.

I-V Curve Tracer e SolSensor sono stati associati in fabbrica in modo univoco. Se è necessario associarli nuovamente:

1. Premere il pulsante LED di I-V Curve Tracer cinque volte in rapida successione per avviare la riassociazione.
2. Attendere che il pulsante LED di I-V Curve Tracer inizi a lampeggiare (cinque lampeggi consecutivi), quindi premere il pulsante LED di SolSensor cinque volte in rapida successione. Entrambi i LED lampeggiano (cinque lampeggi consecutivi) fino a quando non si verifica l'associazione.

Quando è necessario ripristinare I-V Curve Tracer o SolSensor, tenere premuto il pulsante LED per almeno 6 secondi e rilasciarlo.

Accensione di I-V Curve Tracer

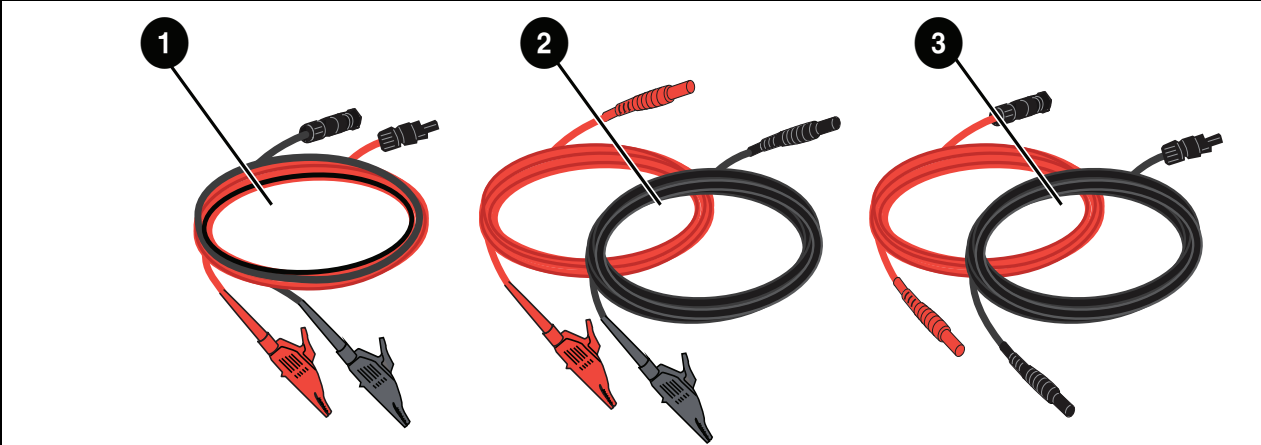
Per accendere I-V Curve Tracer, premere il pulsante di accensione una volta, vedere la [Figura 1](#).

Se non viene stabilita una connessione di rete entro 15 minuti, I-V Curve Tracer si spegne per preservare la carica della batteria. Durante il normale utilizzo, I-V Curve Tracer non entra in modalità di risparmio energetico quando il LED è acceso in modo fisso. Tuttavia, se si trova in modalità Pausa, I-V Curve Tracer dopo 15 minuti entrerà in modalità di sospensione. Per utilizzare la modalità Pausa, premere il pulsante di accensione (in modalità Pausa il LED lampeggia brevemente ogni 3 secondi).

Puntali e morsetti

I puntali e i morsetti inclusi sono forniti appositamente per l'uso con il Prodotto. Questi puntali e morsetti sono appositamente classificati per l'uso con tensioni fino a 1500 V e 30 A CC. Vedere la [Tabella 4](#).

Tabella 4. Puntali

	
Numero	Descrizione
1	PVA-1500S/V2/V3/V4/T da MC-4 a morsetto a coccodrillo
2	PVA-1500HE2 da connettore a banana a morsetto a coccodrillo
3	da connettore a banana a MC-4 placcato oro

La temperatura e l'umidità di esercizio dei puntali e dei morsetti presentano specifiche più limitate rispetto a PVA-1500HE2 e SolSensor. Per i dettagli, vedere le specifiche di PVA-1500 Test Lead e Clip. Vedere le [Specifiche](#).

Avvertenza

Per evitare possibili scosse elettriche, incendi e lesioni personali o morte:

- **Prima di utilizzare i puntali, leggere tutte le informazioni sulla sicurezza.**
- **Utilizzare solo i puntali e i morsetti della serie PVA-1500 sugli array e sui moduli fotovoltaici (FV).**
- **Utilizzare solo con circuiti FV isolati (senza collegamento a terra).**
- **Per garantire la protezione da superfici calde, non rimuovere il contenitore dalla custodia in tela. I-V Curve Tracer dissipa l'energia immagazzinata sotto forma di calore durante il normale funzionamento.**
- **Rimuovere l'alimentazione dal circuito prima di collegarvi I-V Curve Tracer. Ad esempio, quando si esegue un test in un combiner box FV, aprire il sezionatore e sollevare tutti i fusibili prima di collegare i puntali e i morsetti.**
- **Non maneggiare i puntali e i morsetti mentre sono alimentati dal circuito della sorgente.**

Copertura del sensore di irraggiamento

Quando non viene utilizzato, tenere sempre coperto il sensore di irraggiamento (vedere la [Figura 1](#)) con il coperchio in gomma nera in dotazione. Rimuovere il coperchio dopo aver montato SolSensor sul piano dell'array e ricollocare il coperchio prima di spostare SolSensor in un'altra posizione.

L'occhio acrilico bianco del sensore di irraggiamento è un elemento ottico di precisione che deve essere mantenuto in *perfette condizioni* per garantire misurazioni accurate. Si danneggia facilmente a seguito di urti o abrasioni e anche la sporcizia ne compromette la precisione. Mantenere il coperchio sul dispositivo quando non viene utilizzato.

Installazione

Questa sezione descrive la procedura di installazione di I-V Curve Tracer.

Attenzione

In caso di caduta di I-V Curve Tracer o SolSensor, Fluke consiglia di restituire il Prodotto alla propria sede per un controllo.

Procedura di installazione

Installazione dell'hardware

Prima dell'utilizzo, assicurarsi che le batterie di I-V Curve Tracer e SolSensor siano completamente cariche. Fare riferimento a [Ricarica della batteria](#).

Installazione del Software

Per installare il Software:

1. Scaricare il Software da www.fluke.com.
2. Dopo il download, se la schermata di benvenuto del software non si apre automaticamente, eseguire il programma di installazione.
3. Seguire le istruzioni visualizzate sullo schermo per installare il Software
4. Durante l'installazione, se viene visualizzata una finestra di dialogo di aggiornamento di Windows, collegare il PC a Internet per scaricare tutti i prerequisiti Windows necessari.
5. Dopo aver avviato l'installazione e/o installato gli aggiornamenti Windows, viene visualizzata la schermata della posizione di installazione. Viene fornita la posizione predefinita.
6. Al termine dell'installazione, viene visualizzata la schermata della configurazione guidata finale. Se è selezionata la casella **Esegui I-V Curve Tracer**, fare clic su **Fine** per avviare il Software. In alternativa, fare clic su **Fine**, quindi fare doppio clic sull'icona di collegamento sul desktop per avviare il Software.

Al termine dell'inizializzazione e all'avvio del Software, viene visualizzata la schermata principale. Vedere la [Tabella 7](#).

Al momento dell'installazione, il Software crea la struttura di directory nella directory **Documenti**.

Aggiornamento dei database delle apparecchiature FV

Se il PC è connesso a Internet all'avvio del Software, quest'ultimo verifica la disponibilità di database aggiornati delle apparecchiature dei moduli FV presso Fluke.

Ricarica della batteria

Ricarica della batteria di I-V Curve Tracer

Nota

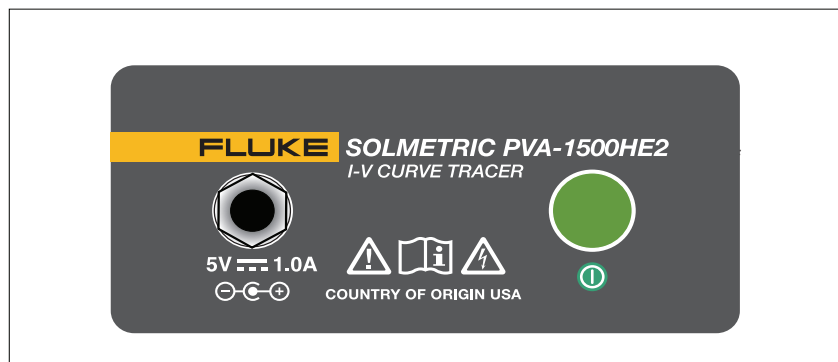
La batteria di I-V Curve Tracer non è rimovibile.

Per ricaricare la batteria:

1. Collegare il caricabatterie al connettore su I-V Curve Tracer, vedere la [Figura 1](#).
2. Inserire il caricabatterie in una presa CA e inserire l'estremità USB del cavo del caricabatterie nell'adattatore del caricabatterie CA.

Il pulsante LED lampeggia per indicare che la batteria di I-V Curve Tracer è in carica. Il LED rimane acceso in modo fisso quando la batteria è completamente carica.

Figura 1. Connettore del caricabatterie di I-V Curve Tracer (PVA-1500HE2 in figura)



La ricarica della batteria può richiedere 6 ore. Caricare la batteria ogni notte prima dell'utilizzo sul campo.

L'interfaccia del Software avvisa quando il livello della batteria è basso. Per controllare manualmente il livello di tensione della batteria, fare clic sull'area di stato (sopra il pulsante **Misura ora**) nella schermata o selezionare **Livello batteria** dal menu **Fornitura**. Prima di eseguire il controllo del livello della batteria, assicurarsi che I-V Curve Tracer sia stato acceso e sia collegato al software da almeno 30 secondi.

Ricarica di SolSensor

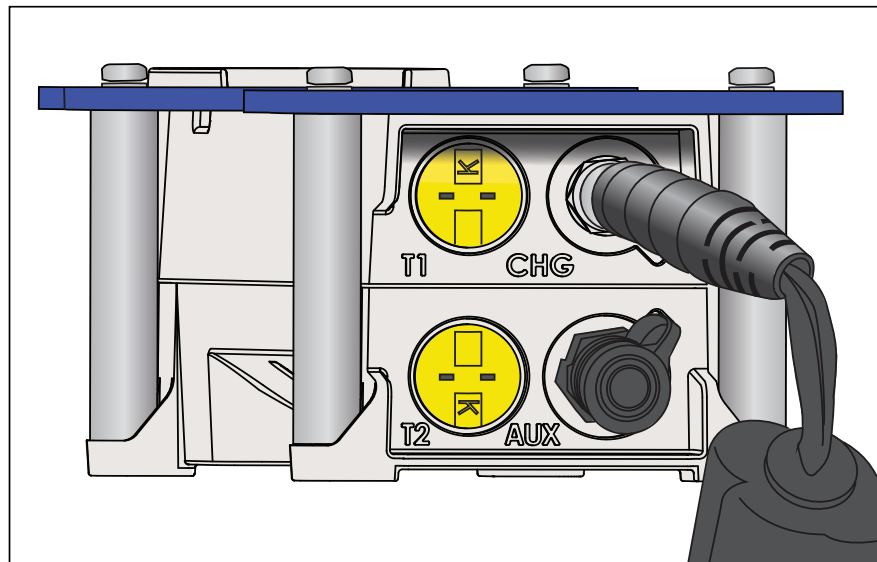
Nota

La batteria di SolSensor non è rimovibile.

Per ricaricare la batteria:

1. Collegare il cavo del caricabatterie al connettore di carica, vedere la [Figura 2](#).
2. Inserire l'adattatore del caricabatterie CA in una presa CA e l'estremità USB del cavo del caricabatterie nell'adattatore del caricabatterie CA.

Figura 2. Caricabatterie di SolSensor collegato



La ricarica della batteria può richiedere 6 ore. Caricare la batteria ogni notte prima dell'utilizzo sul campo.

Mentre SolSensor è in carica, il pulsante LED lampeggia. Quando la carica della batteria è completa, il pulsante LED rimane acceso in modo fisso.

Nota

Se SolSensor è collegato all'alimentazione e connesso al Software, il pulsante LED indica lo stato di connessione (LED fisso), non lo stato di ricarica/carica completa.

Per controllare il livello di tensione della batteria, fare clic sull'area di stato (sopra il pulsante **Misura ora**) nel Software dopo una misurazione I-V o selezionare **Livello batteria** nel menu **Fornitura**.

Rete wireless

La comunicazione tra il PC e I-V Curve Tracer avviene tramite la convenzionale rete Wi-Fi. Quando

I-V Curve Tracer è acceso, crea un hotspot. Individuare l'hotspot nell'elenco delle reti del PC e connettersi alla rete. L'SSID (nome dell'hotspot) ha il formato *pva1500_nnnnnnnn* dove nnnnnnnn è l'identificatore univoco di I-V Curve Tracer.

SolSensor si collega automaticamente a I-V Curve Tracer quando entrambi sono accesi. Tutte le comunicazioni tra il PC e SolSensor vengono inoltrate tramite I-V Curve Tracer.

Per visualizzare un diagramma della rete wireless, selezionare l'icona della rete nella parte

inferiore sinistra di qualsiasi schermata del Software ().

I-V Curve Tracer e SolSensor vengono forniti dalla fabbrica già associati tra loro. È possibile associare SolSensor a un solo I-V Curve Tracer alla volta. Per associare un I-V Curve Tracer diverso, vedere [Installazione di I-V Curve Tracer](#). Quando SolSensor viene associato a un nuovo I-V Curve Tracer, qualsiasi associazione precedente viene automaticamente rimossa.

Poiché il PC si connette con il Wi-Fi di I-V Curve Tracer, l'interfaccia Wi-Fi integrata non è disponibile per la connessione simultanea ad altre reti o dispositivi. Per evitare questa limitazione, aggiungere un adattatore Wi-Fi USB come seconda interfaccia di rete.

Se si verifica una temporanea interruzione del collegamento Wi-Fi all'hotspot di I-V Curve Tracer mentre il dispositivo è in uso, il PC tenta di connettersi automaticamente a un'altra rete dell'elenco impostata per la **connessione automatica**. Per evitare ciò, nell'elenco delle reti sul PC, selezionare la casella **connetti automaticamente** dell'hotspot di I-V Curve Tracer e deselezionare la casella **connetti automaticamente** relativa alle altre reti.

Installazione e utilizzo di I-V Curve Tracer e SolSensor

Installazione di I-V Curve Tracer

Per installare I-V Curve Tracer:

1. Posizionare I-V Curve Tracer vicino ai circuiti FV sottoposti a test.
2. Collegare i puntali con morsetto a coccodrillo, se necessario. Utilizzare solo i puntali con morsetto forniti con I-V Curve Tracer e con valori nominali pari almeno alla corrente e alla tensione massime di I-V Curve Tracer.
3. È possibile realizzare cavi di prolunga se I-V Curve Tracer non può essere posizionato vicino al circuito sottoposto a test. Quando si aggiungono cavi di prolunga di lunghezza superiore a 10 piedi (unidirezionali) tra il circuito sottoposto a test e I-V Curve Tracer, instradare i cavi in parallelo, l'uno accanto all'altro, per ridurre al minimo l'induttanza che aggiungono al circuito.

Installazione di SolSensor

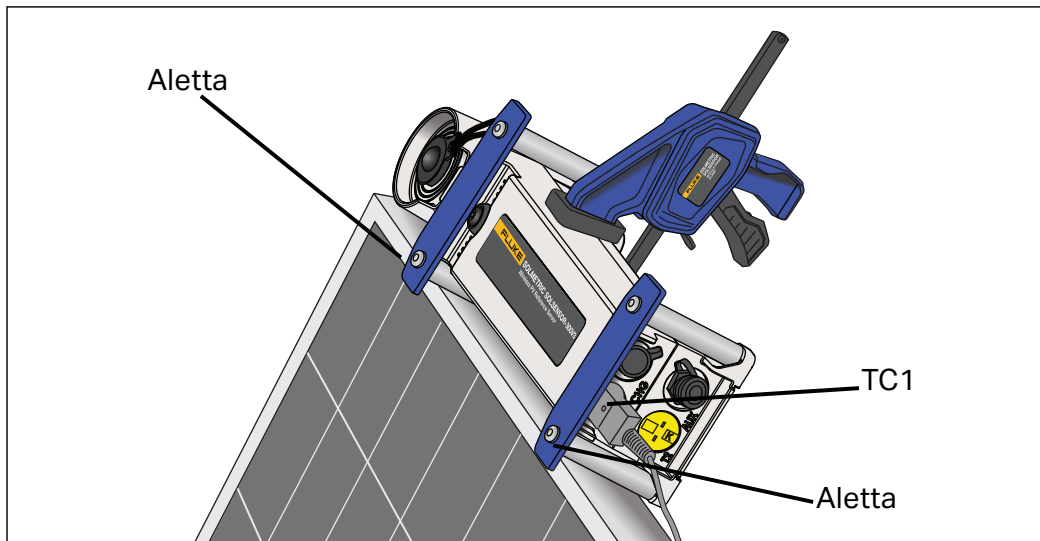
⚠ Attenzione

Per evitare danni a SolSensor:

- Coprire il sensore di irraggiamento con il cappuccio di protezione quando non è montato e in uso. SolSensor contiene un dispositivo di misurazione dell'irraggiamento sensibile che può essere danneggiato da urti o abrasioni. Per preservare la precisione del sensore di irraggiamento, non sporcarlo. Vedere [Pulizia del sensore di irraggiamento di SolSensor](#).

Figura 3 mostra SolSensor montato sul telaio di un modulo FV.

Figura 3. SolSensor montato sul telaio di un modulo FV



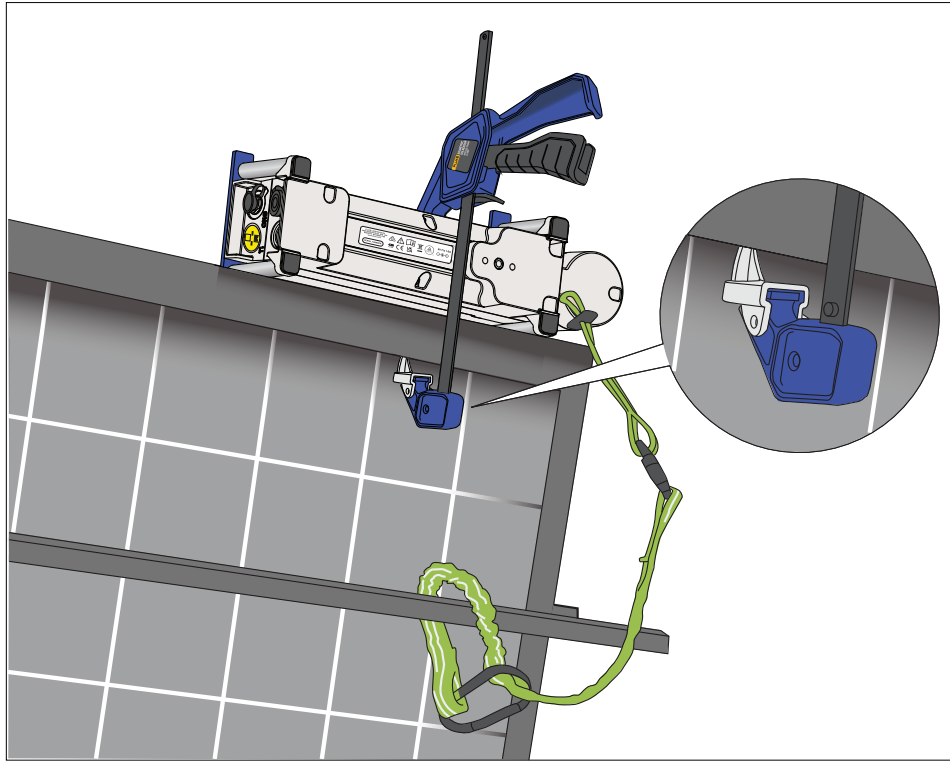
Montaggio di SolSensor sul telaio di un modulo FV

Figura 4 mostra SolSensor agganciato a un modulo FV tramite il morsetto per telaio modulo e fissato con il cordino di ancoraggio.

Nota

Se si monta SolSensor lungo il bordo orizzontale superiore del modulo, è possibile ottenere una migliore precisione dell'irraggiamento all'inizio e alla fine della giornata.

Figura 4. Cordino di ancoraggio SolSensor fissato a un elemento del rack



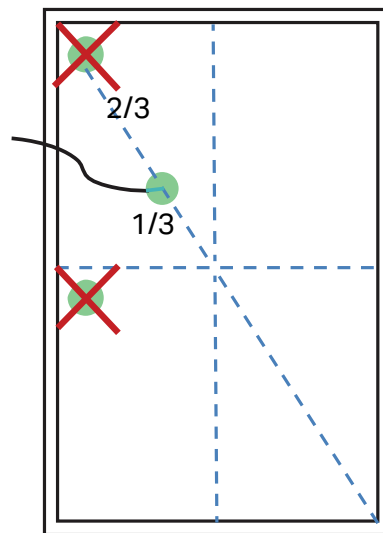
Per montare SolSensor:

1. Posizionare SolSensor sulla barra orizzontale superiore del telaio del modulo, con i montanti e le alette in metallo a contatto con le superfici del telaio, come mostrato nella [Figura 3](#).
2. Tenendo SolSensor in tale posizione, far scorrere la punta del morsetto per telaio modulo all'interno del telaio del modulo. Posizionare la punta del morsetto sulla superficie interna piatta del telaio come mostrato nell'insero della [Figura 4](#) e non su un ripiano o una sporgenza da cui potrebbe scivolare e consentire l'allentamento di SolSensor. Assicurarsi di non urtare o graffiare la parte posteriore del modulo con il piede del morsetto.
3. Comprimere il meccanismo di bloccaggio fino a quando SolSensor non viene saldamente fissato sul lato del telaio del modulo.
4. Verificare il montaggio e assicurarsi che i montanti e le alette siano a contatto con il bordo superiore del telaio del modulo. Se è presente uno spazio sotto una o entrambe le alette, il sensore di irraggiamento non si trova sul piano dell'array come richiesto. Allentare leggermente il morsetto, riposizionare SolSensor e serrare nuovamente il morsetto. Se SolSensor è montato in un punto alto (ad esempio su una tettoia), Fluke consiglia di utilizzare il cordino come supporto nel caso in cui SolSensor si staccasse dal morsetto. Fissare il cordino di ancoraggio a un occhiello su SolSensor. Quindi far passare il cordino attorno a un elemento del rack e riagganciarlo su se stesso, come mostrato nella [Figura 4](#).

5. Srotolare una termocoppia e raddrizzare il cavo. Evitare di attorcigliare il cavo. Collegare la termocoppia a SolSensor. Inserire la spina gialla del filo della termocoppia nella presa gialla in alto a sinistra etichettata TC1, vedere la [Figura 3](#).
6. Raddrizzare la sezione finale del cavo della termocoppia. La piccola sfera all'estremità è il punto in cui viene misurata la temperatura.
7. Con del nastro adesivo, fissare la punta della termocoppia alla parte posteriore del modulo, a una distanza sufficiente dai bordi esterni più freddi. Quando si esegue il test di singoli moduli indipendenti, fissare la punta della termocoppia come mostrato nella [Figura 5](#). Per misurazioni precise della temperatura, utilizzare un ampio pezzo di nastro in poliestere per alte temperature. Fluke consiglia l'uso dei dischi adesivi forniti con il Prodotto. Altri tipi di nastro cedono alle alte temperature, permettendo alla punta della termocoppia di staccarsi dalla lastra posteriore del modulo. Esercitare pressione quando si applica il nastro sulla punta della termocoppia in modo da garantire un saldo contatto della punta con la parte posteriore del modulo.

È possibile aggiungere una seconda termocoppia tramite l'ingresso TC2 su SolSensor. Quando si utilizzano due termocoppie, Fluke consiglia di fissarle in posizioni diverse sul modulo o su un secondo modulo.

Figura 5. Posizionamento della punta della termocoppia su un singolo modulo indipendente



8. Rimuovere il coperchio protettivo dal sensore di irraggiamento di SolSensor.
9. Premere il pulsante LED per accendere SolSensor. Durante i tentativi di connessione alla rete wireless, il LED lampeggia e, una volta stabilita la connessione, rimane acceso in modo fisso, vedere la [Figura 1](#). SolSensor si collega a I-V Curve Tracer, che ne inoltra le comunicazioni con il PC.

Ottimizzazione della portata di trasmissione wireless

Seguire queste indicazioni per ottenere la migliore portata di trasmissione di SolSensor.

- Posizionare SolSensor in modo da avere la migliore visuale rispetto a I-V Curve Tracer, che funge da stazione di inoltro tra SolSensor e il PC.
- Evitare i luoghi in cui il segnale deve essere trasmesso attraverso edifici o autocarri oppure attraverso molte file di moduli FV e rack.
- Evitare di posizionare SolSensor direttamente su una superficie metallica, come un tetto in metallo o una scatola HVAC, per non ridurre la portata. Se si monta SolSensor sull'estremità di un tubo di torsione di un tracker ad asse singolo, si può ottenere una portata migliore fissando SolSensor su una barra corta e poi montando la barra sul tubo di torsione.

A volte, è possibile aumentare la portata di trasmissione posizionando SolSensor sul bordo superiore del telaio di un modulo della fila superiore o vicino all'estremità di un array, dove c'è una migliore visuale rispetto al punto in cui è posizionato I-V Curve Tracer.

Se non è possibile ottenere la portata di trasmissione necessaria con i metodi indicati sopra, montare SolSensor su un treppiede, quindi orientarlo verso l'azimut e inclinarlo correttamente. Scegliere una posizione con esposizione al cielo simile a quella dell'array stesso.

Montaggio di SolSensor su un treppiede

Per una maggiore flessibilità e per una portata wireless potenzialmente migliore, montare SolSensor su un treppiede. Ciò è utile anche quando non è possibile accedere all'array.

Utilizzare la seguente apparecchiatura per installare SolSensor su un treppiede (contattare Fluke per consigli specifici sull'apparecchiatura):

- Treppiede robusto
- Indicatore di livello del treppiede

Generalmente si tratta di un disco con una livella a bolla da collocare tra il treppiede e il resto degli accessori qui descritti. Alcuni treppiedi sono dotati di un indicatore di livello integrato.

Nota

Gli indicatori di livello variano notevolmente in termini di sensibilità e precisione.

- Testa di livellamento del treppiede - Crea rapidamente una superficie di montaggio piana, senza la necessità di regolare le aste del treppiede.
- Unità di spostamento - Ruota intorno all'asse verticale e consente di regolare l'azimut di SolSensor indipendentemente dall'inclinazione.

- Unità di inclinazione - Ruota su un asse orizzontale e consente di impostare l'inclinazione indipendentemente dall'azimut. In genere, l'unità di inclinazione viene montata sull'unità di spostamento, a sua volta montata sull'indicatore di livellamento, sull'unità di livellamento e sul treppiede.
- Piastra di adattamento - Fissare saldamente questa piastra alla parte inferiore di SolSensor e alla parte superiore dell'unità di inclinazione.

Queste istruzioni presuppongono l'uso di un'unità di livellamento del treppiede. In caso contrario, regolare le aste del treppiede per livellare la superficie di montaggio del treppiede.

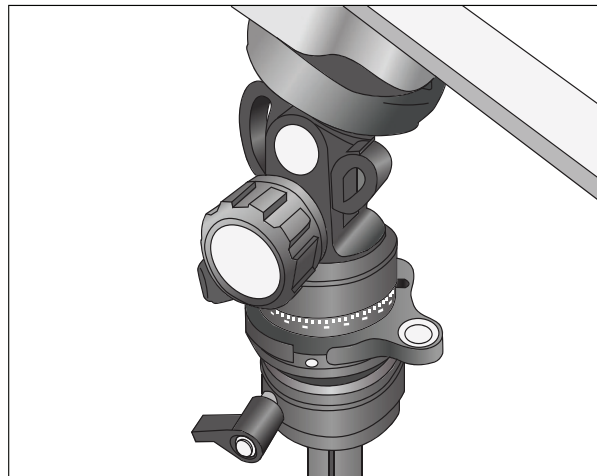
Nota

La precisione della misurazione dell'irraggiamento dipende dal corretto orientamento di SolSensor. È necessario seguire i passaggi nell'ordine elencato per mantenere le regolazioni dell'inclinazione e dell'azimut indipendenti l'una dall'altra.

Per posizionare correttamente SolSensor su un treppiede:

1. Montare SolSensor e gli elementi relativi al treppiede come mostrato nella [Figura 6](#).

Figura 6. Configurazione del montaggio su treppiede



2. Quando si sceglie la posizione di installazione del treppiede, considerare i seguenti fattori:
 - La posizione deve avere una vista libera del cielo, simile a quella dell'array stesso. Evitare luoghi in cui alberi o strutture oscurano parti del cielo, soprattutto nei giorni nuvolosi in cui la luce diffusa costituisce una parte significativa dell'irraggiamento totale. Evitare luoghi che presentano notevoli effetti di albedo (riflessi).
 - La posizione deve avere una buona visuale verso i combiner box o altri punti in cui deve essere utilizzato il PC.
 - Per utilizzare le termocoppie per la misurazione della temperatura della parte posteriore del modulo, posizionare il treppiede abbastanza vicino a un array secondario in modo da poter fissare la punta della termocoppia ben al di sotto dei moduli, lontano dai bordi esterni più freddi dell'array. Può essere utile un cavo di prolunga per termocoppia. Contattare Fluke per consigli.
3. Divaricare completamente le aste del treppiede e posizionarle saldamente.
4. Collegare il filo della termocoppia a SolSensor e fissare la punta della termocoppia al lato posteriore di un modulo FV. Non fissare la termocoppia vicino ai bordi del modulo, che sono più freddi. In alternativa, omettere le termocoppie e impostare il software in modo da ricavare la temperatura della cella dalla curva I-V.
5. Se si intende calcolare la media delle letture di due termocoppie, installare anche la seconda termocoppia. Se viene utilizzata una seconda termocoppia, ma non è fissata a un modulo (ad esempio, se viene utilizzata per misurare la temperatura ambiente), non utilizzare SmartTemp o la media come metodo di calcolo della temperatura.
6. Regolare l'unità di livellamento in modo da centrare la bolla e bloccare l'unità di livellamento.
7. Ruotare l'unità di spostamento in modo da orientare SolSensor verso il medesimo azimuth (direzione della bussola) dell'array sottoposto a test, quindi bloccare l'unità di spostamento. Assicurarsi di regolare la bussola in base alla declinazione magnetica locale. Un calcolatore di declinazione magnetica è disponibile all'indirizzo <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/?id=declinationFormId>. Per evitare la distorsione del campo magnetico terrestre da parte dei componenti di SolSensor o degli elementi di montaggio del treppiede, separare la bussola orizzontalmente da SolSensor. Inserire un distanziale rettangolare non ferroso.
8. Ruotare l'unità di inclinazione fino a quando l'angolo di inclinazione indicato nel Software non corrisponde all'inclinazione effettiva dell'array FV, quindi bloccare l'unità di inclinazione.

Collegamento all'apparecchiatura FV

I sistemi FV installati variano in termini di progettazione e costruzione. Pertanto, le indicazioni fornite in questa sezione sono generiche ed è fondamentale applicare tecniche e precauzioni appropriate alle circostanze. Adottare le migliori precauzioni per la sicurezza negli impianti elettrici/FV.

Nota

La procedura successiva, sebbene importante, non copre tutte le situazioni. Valutare i potenziali pericoli di ciascun sistema FV e adottare le opportune precauzioni.

Per il collegamento all'apparecchiatura FV:

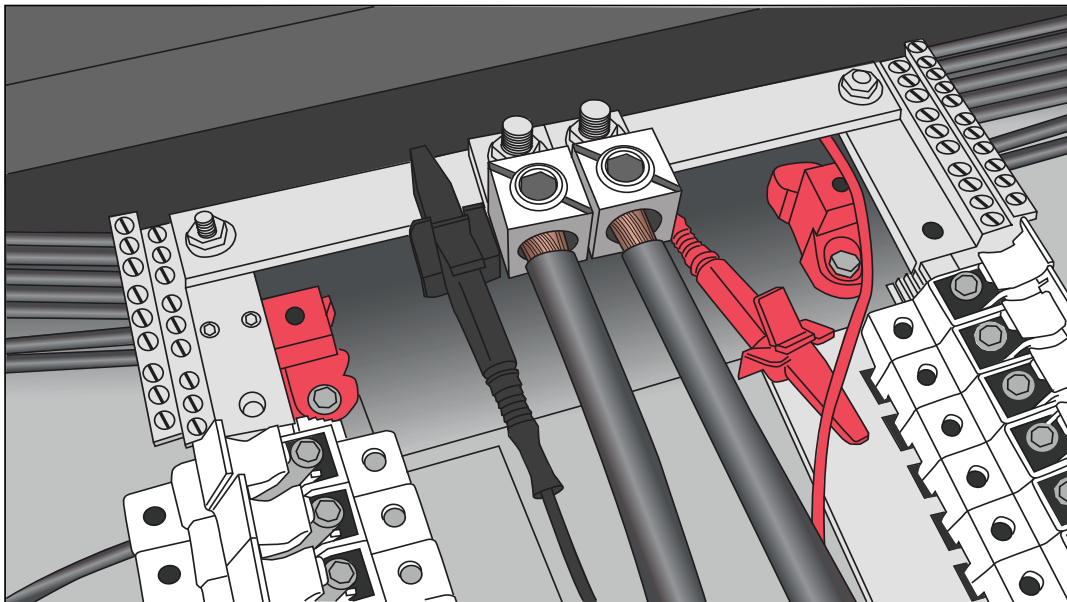
1. Isolare la stringa di moduli FV da testare (stringa di prova) dall'inverter e dalle altre stringhe dell'array. Per effettuare la misurazione in un combiner box CC con fusibili, isolare il combiner box tramite un sezionatore CC ed estrarre i fusibili per isolare le stringhe FV l'una dall'altra.
2. Per effettuare la misurazione su un inverter di stringhe, se le stringhe sono collegate direttamente all'inverter, estrarre i fusibili in serie per isolare le stringhe l'una dall'altra e dai circuiti di ingresso dell'inverter.
3. Premere il pulsante su I-V Curve Tracer per disattivare la scansione I-V.

⚠️ ⚠️ Avvertenza

Per evitare possibili scosse elettriche, incendi, lesioni personali o morte, tenere presente che i circuiti FV continuano a presentare il pericolo di scosse elettriche mentre I-V Curve Tracer è in pausa.

4. Adottare le opportune procedure di sicurezza per collegare i puntali FV di I-V Curve Tracer alla sorgente FV da misurare. Effettuare il collegamento al modulo FV, alle estremità dei cavi home-run, a un combiner box sull'inverter. Collegare i puntali PVA alla stringa da misurare. In alcuni casi, è possibile fissare i morsetti a coccodrillo alle sbarre collettrici di un combiner box (vedere la [Figura 7](#)) o ai morsetti dei fusibili di un inverter.

Figura 7. Puntali di I-V Curve Tracer collegati alle sbarre collettrici di un combiner box FV



5. Se la distanza tra il circuito sottoposto a test e I-V Curve Tracer richiede l'uso di cavi di prolunga, utilizzare un cavo FV con valore nominale appropriato per la tensione massima del sistema, con connettori installati correttamente. Selezionare un diametro di filo che comporti una caduta di tensione adeguatamente ridotta.

Quando si aggiungono cavi di prolunga di lunghezza superiore a 10 piedi (unidirezionali) tra il circuito sottoposto a test e I-V Curve Tracer, distanziare ampiamente i cavi per ridurre al minimo l'induttanza che aggiungono al circuito.

6. Se si effettua il collegamento a un combiner box con fusibili, per ottenere risultati ottimali, Fluke consiglia di inserire una sola stringa alla volta. Alcuni combiner box presentano un fusibile per stringa, mentre altri presentano due fusibili per stringa (uno sul lato positivo e l'altro sul lato negativo). Se si testa un combiner con due fusibili per stringa, mantenere in posizione tutti i fusibili sul lato negativo e inserire un fusibile alla volta sul lato positivo. È possibile misurare contemporaneamente più stringhe in parallelo, purché la corrente totale non superi il valore nominale di I-V Curve Tracer.
7. Premere il pulsante su I-V Curve Tracer per disattivare la funzione di pausa e attivare la scansione I-V.

Misurazioni I-V

I-V Curve Tracer misura una curva I-V ogni volta che si fa clic sul pulsante **Misura ora** nel Software. I dati I-V vengono trasmessi al PC subito dopo che I-V Curve Tracer ha eseguito la scansione I-V. Dopo la trasmissione al PC, i dati non vengono salvati nella memoria di I-V Curve Tracer. La misurazione V_{oc} viene effettuata un istante prima dell'avvio della scansione I-V.

Scansione disattivata

La corrente FV si arresta automaticamente al termine di ogni misurazione I-V. Tuttavia, prima di collegare o scollegare i puntali o i cavi, premere il pulsante di accensione di I-V Curve Tracer per mettere in pausa la sequenza di misurazione. Disattivando manualmente I-V Curve Tracer, si ha la certezza che il dispositivo non esegua accidentalmente una misurazione I-V. Quando si è pronti per effettuare un'altra misurazione, premere nuovamente il pulsante di accensione.



Per evitare possibili scosse elettriche, incendi, lesioni personali, non collegare o scollegare i puntali FV se il LED su I-V Curve Tracer è acceso in modo fisso.

Protezione da sovratemperatura

Le protezioni integrate impediscono il funzionamento di I-V Curve Tracer a temperature interne potenzialmente dannose.

I-V Curve Tracer assorbe energia ad ogni misurazione e, nel corso di una serie di misurazioni, la sua temperatura interna aumenta gradualmente. Una parte del calore accumulato viene disperso tra una misurazione e l'altra nonché quando l'apparecchiatura viene spostata all'interno del sito tra una sessione di misurazione e la successiva. Se, in media, il guadagno termico supera la perdita di calore e la temperatura interna continua ad aumentare, il sensore di temperatura interna si attiva. Quando ciò accade, I-V Curve Tracer si spegne al fine di raffreddarsi e il Software visualizza il messaggio **Disattivato** nell'indicatore di stato, esattamente sopra il pulsante **Misura ora**.

Attenzione

Per evitare danni a I-V Curve Tracer, posizionarlo all'ombra per ridurre la probabilità di spegnimento termico. Se possibile, non posizionare I-V Curve Tracer su un vialetto asfaltato, un pannello solare o un tetto esposto alla luce diretta del sole.

Ritardo scansione-scansione e capacità termica

Per gestire la temperatura interna di I-V Curve Tracer, è previsto un ritardo scansione-scansione che limita la velocità con cui può essere eseguita una successiva scansione I-V. Il ritardo varia e dipende dal valore V_{oc} misurato come mostrato nella [Tabella 5](#).

Tabella 5. Ritardo scansione-scansione

V_{oc}	Ritardo scansione-scansione
≤ 200 V	6 secondi
Da 201 V a 1000 V	6 secondi
Da 1001 V a 1350 V	8 secondi
> 1350 V	11 secondi

La capacità termica di I-V Curve Tracer è il numero di misurazioni I-V che possono essere eseguite prima che venga raggiunta la temperatura interna massima consentita e sia necessario un periodo di raffreddamento prolungato. La capacità termica diminuisce con valori V_{oc} più elevati, temperature esterne più elevate e tempi di attesa più brevi tra le misurazioni. Per un sistema FV di riferimento con 16 stringhe per combiner box e un valore V_{oc} della stringa di 1300 V, se si misurano le 16 stringhe in sequenza e nei 5 minuti successivi non si eseguono misurazioni (ad esempio, mentre si passa al combiner box successivo), la capacità termica sarà quella indicata nella [Tabella 6](#) per due diversi scenari di ritardo scansione-scansione e due diverse temperature ambiente.

Tabella 6. Capacità termica (numero di misurazioni I-V prima del raffreddamento prolungato)

Ritardo scansione-scansione	N. misurazioni prima dello spegnimento termico
18 secondi	illimitato (temperatura ambiente 77 °F) 550 (temperatura ambiente 113 °F)
9 secondi	illimitato (temperatura ambiente 77 °F) 330 (temperatura ambiente 113 °F)

Quando I-V Curve Tracer raggiunge la capacità termica, viene visualizzato un messaggio e non sono possibili ulteriori misurazioni. Ogni minuto di raffreddamento (ad esempio, nessuna misurazione) aumenta il numero di misurazioni successive consentite prima che venga nuovamente raggiunta la capacità termica. Tenere I-V Curve Tracer al riparo dal sole e/o spostarlo in un ambiente climatizzato per aumentare la velocità di recupero.

 Avvertenza

Per garantire la protezione da superfici calde, non rimuovere il contenitore dalla custodia in tela. Il Prodotto dissipa l'energia immagazzinata sotto forma di calore durante il normale funzionamento.

Funzionamento in condizioni di alta temperatura

Le condizioni termiche più impegnative per I-V Curve Tracer sono:

- Giornata calda
- Assenza di vento
- Assenza di ombra
- Alta tensione a circuito aperto
- Scansioni I-V eseguite in rapida sequenza

Se si prevedono queste condizioni, organizzarsi in anticipo per ridurre al minimo l'aumento della temperatura in I-V Curve Tracer. Riparare I-V Curve Tracer dalla luce diretta del sole, sollevarlo dalle superfici calde e far trascorrere più tempo tra una scansione I-V e l'altra.

Avvisi di sovratensione

Condizione di sovratensione

Attenzione

Per evitare danni a I-V Curve Tracer, non lasciare che la tensione a circuito aperto della sorgente FV sottoposta a test superi la tensione di ingresso CC massima specificata di I-V Curve Tracer. Il Prodotto potrebbe danneggiarsi e richiedere riparazioni in fabbrica. La sovratensione può verificarsi se la tensione CC del sistema FV è superiore al previsto o se due stringhe sono state accidentalmente collegate in serie.

Se viene rilevata una tensione FV > 1525 V, nel Software viene visualizzato un avviso di sovratensione. Ridurre la tensione FV prima di continuare a effettuare le misurazioni. Se viene rilevata una tensione FV > 1550 V, I-V Curve Tracer si disattiva automaticamente per impedire ulteriori misurazioni e viene visualizzato un avviso che invita a restituire l'unità a Fluke per l'ispezione e la riparazione di eventuali danni interni.

Avvisi di sovracorrente

Attenzione

Per evitare danni a I-V Curve Tracer, non esporlo a una corrente superiore a quella di ingresso CC specificata. I-V Curve Tracer potrebbe danneggiarsi e richiedere la restituzione alla fabbrica per la riparazione. Quando all'unità viene applicata una corrente eccessiva, viene visualizzato un messaggio di avviso.

La sovracorrente può verificarsi nei seguenti casi:

- Quando si misurano troppe stringhe in parallelo.
- Quando si misurano stringhe ancora collegate elettricamente al resto dell'array o dell'inverter (ad esempio, quando il sezionatore CC del combiner box non è aperto).
- Quando si utilizza il modello PVA-1500T2 per misurare una stringa di moduli FV ad alta efficienza ($\geq 19\%$) con una corrente > 10 A.

I moduli ad alta efficienza producono un impulso di corrente breve ma intenso all'inizio di ogni misurazione della curva I-V. PVA-1500HE2 tollera questa corrente di spunto per stringhe di moduli ad alta efficienza con I_{sc} fino a 30 A, ma PVA-1500T2 si limita a stringhe di moduli ad alta efficienza con $I_{sc} \leq 10$ A. Vedere [Misurazione dei moduli ad alta efficienza](#).

Rilevamento di inversione di polarità e zero volt

Se I-V Curve Tracer rileva una tensione $<-0,5$ V, il Software visualizza l'avviso **Rilevata tensione negativa**, un circuito di protezione interna impedisce danni interni e non viene eseguita alcuna misurazione I-V. È probabile che I-V Curve Tracer sia collegato a un circuito con la polarità errata.

Se I-V Curve Tracer misura una tensione compresa tra $-0,5$ V e $0,5$ V, il Software visualizza l'avviso **0 volt rilevati** e non viene eseguita alcuna misurazione I-V. È probabile che I-V Curve Tracer non sia collegato al circuito, che il circuito sia interrotto o che, per altri motivi, abbia una tensione prossima a 0 V.

Panoramica del software

Progetti

Il PVA Software memorizza tutte le informazioni di configurazione e i risultati delle misurazioni in un tipo di file speciale denominato file di progetto. Il Software guida l'utente attraverso le fasi necessarie per creare un progetto per un determinato array.

Tutti i moduli FV all'interno di un progetto devono essere montati in corrispondenza del medesimo azimut. Spesso un sito ha molteplici array FV con una combinazione di moduli e azimut diversi. Per adeguarsi a queste differenze, creare un progetto separato per ciascun caso. Per risparmiare tempo, copiare e incollare il primo file di progetto, rinominarlo e modificare solo le caratteristiche diverse.

Il Software è dotato di una funzione speciale per misurare le prestazioni delle stringhe nei tracker ad asse singolo orizzontale. Il Software può *passare automaticamente*, a mezzogiorno solare, da un azimut antimeridiano a un azimut pomeridiano. SolSensor riporta l'inclinazione con ciascuna misurazione.

Nota

Per i siti FV di grandi dimensioni, considerare la possibilità di creare più progetti per preservare la reattività del Software. Ad esempio, in un progetto da 50 MW, creare un progetto separato per ogni pad o inverter. Ciò migliora la velocità dello strumento di analisi dei dati utilizzato per analizzare i dati.

Nota

Assicurarsi che il PC sia impostato sulla data e sull'ora esatte e che il fuso orario e l'impostazione dell'ora legale siano corretti. Il Software utilizza questi parametri per calcolare la posizione del sole nel momento esatto della misurazione della curva I-V. Ciò consente al Software di calcolare l'angolo di incidenza della luce solare diretta e di utilizzare tali informazioni per ottimizzare la precisione del sensore di irraggiamento e del modello FV. Errori in queste impostazioni introducono errori nella misurazione dell'irraggiamento effettivo e nelle prestazioni previste dei moduli FV sottoposti a test e, di conseguenza, comportano anche errori nel Fattore prestazionale (potenza massima misurata/potenza massima prevista). La verifica delle impostazioni corrette è particolarmente importante se ci si sposta tra zone con fuso orario diverso con la propria apparecchiatura.

Le misurazioni I-V vengono automaticamente *contrassegnate* con la data e l'ora nel momento in cui vengono effettuate.

Se il PC è connesso a Internet, ogni volta che si apre la procedura guidata nuovo progetto, il Software verifica l'ora universale corretta su un server Web e regola l'orologio del PC in base alle necessità. Scegliere il fuso orario e l'impostazione dell'ora legale.

Tutte le date e gli orari associati ai dati di misurazione salvati vengono mantenuti anche se il progetto viene successivamente aperto in un altro fuso orario.

Struttura del sistema

Quando si crea un nuovo progetto, si viene guidati attraverso un processo di creazione di una rappresentazione ad albero del sistema da misurare. Questa è denominata Struttura del sistema. Dopo ogni misurazione della curva I-V, il Software visualizza la Struttura del sistema, quindi occorre toccare o fare clic sulla struttura per indicare al Software il punto dell'array in cui è stata effettuata la misurazione. Ciò consente al modello FV di recuperare le caratteristiche di cablaggio e altri dettagli specifici di tale posizione e indica al Software dove salvare il risultato della misurazione. I punti del modello predittivo (I_{sc} , P_{max} e V_{oc}) vengono visualizzati sul grafico della curva I-V solo dopo aver identificato la posizione della misurazione.

Panoramica della schermata principale

Il Software è completamente abilitato per i comandi touch. La schermata principale viene visualizzata con la scheda Tracce selezionata nella Tabella 7.

Tabella 7. Schermata principale del software

Elemento	Descrizione
1	Le Schede offrono diversi modi per visualizzare i dati.
2	Corrente (A) - Scala di corrente lungo l'asse verticale a sinistra del grafico.
3	ID misurazione - L'etichetta sopra il grafico identifica la traccia I-V visualizzata. Se la traccia non è stata assegnata o salvata, l'ID visualizza solo la data e l'ora in cui è stata eseguita la misurazione. Se la traccia è stata assegnata a una posizione nella Struttura del sistema ma non è ancora stata salvata, l'ID visualizza la data, l'ora e la posizione nella Struttura del sistema e indica che i dati non sono stati salvati. Se la traccia è stata assegnata e salvata, l'ID visualizza la data, l'ora e la posizione nella Struttura del sistema. Nell'ID misurazione è presente anche un collegamento che mostra lo scarto temporale da GMT. Fare clic sul collegamento per controllare il fuso orario.

Tabella 7. Schermata principale del software (segue)

Elemento	Descrizione
4	Indicatore di stato - L'indicatore di stato nella parte superiore destra della schermata del Software mostra i vari messaggi riportati di seguito. Fare clic sull'indicatore di stato per visualizzare ulteriori informazioni sullo stato attivo. ● Pronto - Indica che l'unità I-V è pronta per eseguire una nuova misurazione I-V. ● Ricerca unità I-V - Indica che il Software sta tentando di connettersi all'unità I-V. Questo stato dovrebbe cambiare in Pronto entro pochi secondi dalla connessione del PC all'hotspot Wi-Fi di I-V Curve Tracer. Se si verifica un problema, in genere è perché i dispositivi si trovano al di fuori della reciproca portata wireless o perché ci si è connessi con un'altra unità I-V che si trovava nelle stesse vicinanze (situazione non comune). ● Misurazione in corso - Indica che è in corso una misurazione I-V. ● In pausa - Indica che I-V Curve Tracer è in stato di pausa. In questo stato, i collegamenti della sorgente FV possono essere modificati senza interrompere una misurazione. ● Disattivato - Indica che le misurazioni I-V sono disattivate a causa di un problema. I problemi potrebbero essere i seguenti: batteria scarica, sovracorrente, sovratensione, sovratemperatura, inversione di polarità e così via. In questo stato non è possibile effettuare misurazioni. Per ulteriori informazioni, fare clic sull'indicatore.
5	Misura ora - Fare clic qui per effettuare una misurazione I-V. Questo pulsante è disattivato quando lo Stato è diverso da Pronto.
6	Assegna e salva/Riassegna - Prima che i punti del modello FV per una nuova misurazione possano essere visualizzati sul grafico I-V, è necessario assegnare o salvare la misurazione in una posizione nella Struttura del sistema in Array Navigator. Ciò consente al modello di leggere le informazioni necessarie dalla struttura, come il numero di moduli FV in una stringa e le caratteristiche di cablaggio. Per salvare e assegnare: 1. Dopo una nuova misurazione, viene visualizzata la curva I-V e, temporaneamente, anche la Struttura del sistema. 2. Nella Struttura del sistema, fare clic sulla posizione in cui è stata effettuata la misurazione. Quindi utilizzare il pulsante Assegna e salva nella parte inferiore della finestra di dialogo per salvare i dati in tale posizione. Se si desidera che i punti del modello vengano visualizzati ma non si desidera salvare la traccia, fare clic su Assegna. Dopo aver salvato una misurazione, il pulsante Assegna e salva diventa il pulsante Riassegna. Fare clic su Riassegna se una misurazione è stata salvata accidentalmente in una posizione errata della Struttura del sistema. Quando viene visualizzata la struttura, fare clic sulla posizione corretta, quindi su Assegna e salva nella parte inferiore della finestra di dialogo. La posizione cambia e l'ID misurazione sopra la curva I-V visualizza la nuova posizione.

Tabella 7. Schermata principale del software (segue)

Elemento	Descrizione
7	Richiama... - Consente di richiamare i dati di misurazione dalla Struttura del sistema. Quando viene visualizzata la struttura, fare clic sulla posizione che contiene i dati desiderati. Se in tale posizione sono memorizzate più misurazioni, selezionare in base a Data/Ora.
8	Area di visualizzazione di SolSensor - Se SolSensor è acceso e si trova all'interno della portata wireless, i valori del sensore in tempo reale vengono visualizzati nella parte inferiore destra della schermata. Se SolSensor è spento o si trova al di fuori della portata wireless di I-V Curve Tracer, in quest'area viene visualizzato Ricerca SolSensor. Se a SolSensor sono collegate due termocoppie, vengono visualizzate entrambe le temperature. Tuttavia, è più comune utilizzare una sola termocoppia. Se un modello FV e un progetto non sono ancora stati creati, il valore di irraggiamento indicato è un valore preliminare e verrà visualizzato in grigio e in corsivo, come discusso in Irraggiamento preliminare ed effettivo e mostrato qui: Irradiance 1030 W/m² T backside (1) 55.8 °C (2) 54.1 °C Tilt 36.4 ° Una volta caricato un progetto, l'irraggiamento viene visualizzato in un carattere normale, di colore nero.
9	Tensione (V) - Scala di tensione lungo l'asse orizzontale del grafico.
10	Barra di riepilogo della misurazione - Situata sotto la curva I-V visualizzata, la barra di riepilogo della misurazione mostra i risultati della misurazione attualmente visualizzata. Il Fattore prestazionale rappresenta il valore di potenza massima misurato come percentuale del valore previsto dal modello FV. Il Fattore di riempimento (FF) è un'indicazione della quadratura della curva I-V ed è discusso in dettaglio in Interpretazione delle curve I-V misurate. L'irraggiamento, la temperatura e l'inclinazione vengono misurati nel momento in cui viene misurata la curva I-V.
(Non in figura)	Potenza (W) - Visualizza la scala di potenza lungo l'asse verticale a destra del grafico quando la curva P-V è selezionata nel menu di visualizzazione. Gli assi della corrente e della potenza si ridimensionano automaticamente in modo indipendente. Di conseguenza, le altezze relative delle curve I-V e P-V cambiano quando si verifica il ridimensionamento automatico.

Barra del menu

Menu File

Fare clic su **File** per accedere al menu File. Utilizzare il menu File per creare, caricare ed esportare progetti.

Il menu File presenta le opzioni seguenti:

- **Nuovo progetto...**

Vedere [Nuovo progetto](#).

- **Sfoglia progetto...**

Accesso ai progetti salvati in precedenza per il recupero.

- **Progetti recenti**

Accesso ai progetti recenti.

- **Esporta traccia per misurazione attiva...**

Consente di esportare i risultati della misurazione attualmente visualizzata nella schermata Tracce, come file csv (valori separati da virgola).

- **Esporta tracce per l'intero sistema...**

Consente di esportare i risultati delle misurazioni per il progetto attualmente caricato come struttura di cartelle di Windows. La struttura è organizzata in una gerarchia, ad esempio Dati IV sistema\inverter\combiner\stringa (file csv). Viene esportato solo l'ultimo risultato della misurazione per ogni posizione nell'array.

I dati in questo formato gerarchico possono essere analizzati automaticamente dallo strumento di analisi dei dati.

- **Esporta dati test resistenza isolamento...**

Consente di esportare i dati del test di isolamento come file csv per il progetto attualmente caricato. I dati del test di isolamento devono essere raccolti con un misuratore di resistenza d'isolamento separato e inseriti dall'utente nel Software.

Nuovo progetto

Per creare un nuovo progetto:

1. Fare clic su **File>Nuovo progetto...** Viene avviata la procedura guidata per un nuovo progetto a partire dalla schermata **Info sito**.
2. Nella schermata Info sito, inserire la latitudine, la longitudine, il tipo di array, l'azimut dell'array (reale) e l'ora del progetto. È inoltre possibile utilizzare il pulsante **Ricerca città** per sostituire la latitudine e la longitudine di una città vicina all'impianto FV.

La schermata Info sito presenta una funzione speciale per i tracker ad asse singolo orizzontale, che consente di rilevare le curve I-V durante il funzionamento del tracker. Ciò garantisce che tutte le misurazioni vengano eseguite al massimo livello di irraggiamento possibile. È necessario inserire l'azimut antimeridiano dell'array (e, a mezzogiorno solare, il Software aggiungerà 180 gradi per l'azimut pomeridiano).

Figura 8 mostra il tipo di array e le impostazioni dell'azimut per un tracker ad asse singolo orizzontale. In questo esempio, i moduli FV sono rivolti a est al mattino (prima del mezzogiorno solare).

Per comprendere meglio l'*azimut* in un tracker, immaginiamo che il tracker si arresti in una posizione prestabilita e che vogliamo determinare l'azimut verso cui sono orientati i moduli. Immaginiamo di posizionare una biglia sulla superficie di vetro del modulo, vicino all'elemento superiore del telaio, e di farla rotolare verso il basso. Essa rotola in linea retta, come una freccia, e la proiezione di tale freccia su una superficie orizzontale (in genere il terreno, se in piano) è nella direzione dell'azimut del modulo.

Figura 8. Impostazioni più comuni per un tracker ad asse singolo orizzontale

Tipo di array:	Azimut array (reale):
Orizzontale 1 asse	90° al mattino
	270° nel pomeriggio
	(0°=N, 90°=E, ecc.)

- Assicurarsi che l'orologio del PC sia impostato correttamente. Questi parametri includono l'ora, la data e il fuso orario.

Nota

Ogni misurazione effettuata viene contrassegnata con l'ora, la data e il fuso orario determinati dal PC. Questi valori devono essere corretti affinché il sensore di irraggiamento interpreti correttamente l'irraggiamento e il Software calcoli correttamente il Fattore prestazionale. Non è possibile correggere l'ora, la data e il fuso orario dopo aver effettuato le misurazioni. È importante assicurarsi che questi valori siano corretti prima di iniziare le misurazioni.

La data/ora viene determinata dal PC che controlla il processo di misurazione della curva I-V, non dal PC su cui è stato originariamente creato il file di progetto PVA (che a volte è diverso se, ad esempio, il file di progetto viene creato in un ufficio su un PC e poi il progetto viene inviato a un altro PC per effettuare le misurazioni).

Quando l'utente avvia il Software presso il sito del sistema FV per una giornata di misurazioni, deve innanzitutto controllare l'orologio del PC per assicurarsi che la data, l'ora e il fuso orario siano corretti.

- Una volta completata la schermata Info sito, fare clic su **Avanti** per passare alla schermata del modulo FV.

Selezione del modulo FV

Selezionare il modulo FV per rendere disponibili i parametri delle prestazioni del modulo per il progetto. Ciò consente al Software di calcolare la curva I-V prevista e il Fattore prestazionale.

Per selezionare il modulo FV:

1. Iniziare a inserire il nome del produttore; viene visualizzato un elenco di voci con ortografia simile.
2. Selezionare il nome dall'elenco generato.
3. Ripetere la procedura per il numero di modello del modulo FV. Se il produttore o il numero di modello richiesto non è presente nell'elenco, fare clic su **Nuovo personalizzato...**, quindi inserire il produttore, il numero di modello e le specifiche.

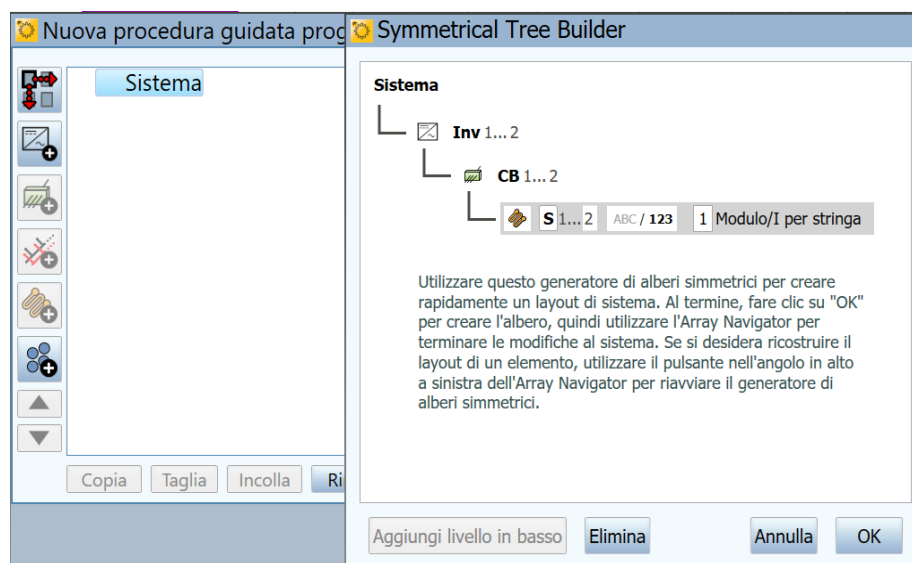
Salvare i dati come modulo personalizzato. Questo modulo personalizzato viene memorizzato come parte del progetto in modo che, se il file di progetto viene condiviso con un altro computer, il modulo personalizzato venga visualizzato sul secondo computer.

4. Per aggiungere tale modulo all'elenco Preferiti, fare clic sull'icona a forma di stella. Dopo aver selezionato il numero di modello, vengono visualizzati i parametri delle prestazioni relativi al modulo.
5. Rivedere tutti i valori dei parametri. Se sono necessarie modifiche, utilizzare i pulsanti con l'icona a forma di matita per inserire le informazioni corrette. Se si effettuano modifiche, è possibile rinominare il modulo e salvarlo nella cartella dell'apparecchiatura personalizzata.

Creazione della struttura del sistema

Al termine della selezione o della modifica del modulo FV, fare clic su **Avanti** per passare alla schermata del generatore di alberi, vedere la [Figura 9](#).

Figura 9. Array Navigator con generatore di alberi simmetrici



Utilizzare questa schermata per descrivere l'hardware del sistema FV. Utilizzare le informazioni inserite qui per:

- Creare una rappresentazione visiva ad *albero* dell'array che è possibile *toccare* per salvare e richiamare i dati di misurazione.
- Specificare il numero di moduli per stringa e i parametri del filo utilizzati dal modello Software per prevedere le prestazioni attese.

La [Figura 10](#) mostra un esempio di un array tree completo. Per maggiore chiarezza, i nomi dei *livelli* dell'albero sono stati scritti per intero. A livello pratico, abbreviare i nomi in modo che i *nomi dei percorsi* per le misurazioni si adattino alle visualizzazioni e alle intestazioni dell'albero del Software e alle celle dei fogli di calcolo di dimensioni moderate.

Figura 10. Array tree completo



Innanzitutto, utilizzare la schermata del generatore di alberi simmetrici per creare la struttura di base dell'albero. Il generatore di alberi simmetrici si apre con una Struttura del sistema predefinita (con 2 inverter, 2 combiner box per inverter, 2 stringhe per combiner box e 1 modulo per stringa). Modificare queste impostazioni predefinite per adattarle al sistema da testare. Se si tratta di un progetto su scala industriale, è probabile che il design sia modulare, pertanto in questa prima schermata verrà indicata la struttura *simmetrica* e modulare che si ripeterà nuovamente sul campo. Quindi, dopo aver eseguito il generatore di alberi simmetrici, utilizzare la schermata Array Navigator per modificare l'array tree e tenere conto di eventuali aspetti non simmetrici.

Modificare l'albero in modo che corrisponda al design del campo FV. Modificare uno dei seguenti parametri:

- Numero di livelli nell'albero
- Nomi dei livelli
- Quantità in ogni livello
- Rappresentazione degli elementi in ordine numerico o alfabetico
- Numero di moduli in ogni stringa

Per aggiungere un livello all'albero, evidenziare il livello più alto successivo e selezionare **Aggiungi livello in basso**. Per eliminare un livello, evidenziarlo e selezionare **Elimina**. Un livello può indicare un inverter, un gruppo, un combiner o una stringa. Aggiungere il livello *combiner* per rappresentare qualsiasi elemento che combini circuiti elettrici. Aggiungere un *cablaggio* se le stringhe sono collegate in parallelo all'esterno dell'array. Utilizzare i livelli *gruppo* per rappresentare altri livelli organizzativi: blocchi, parcheggi, skid, pad, gruppi di motori di tracciamento e così via.

Ci sono alcune limitazioni su quali elementi dell'albero possono essere annidati tra loro. Le regole si basano principalmente sul requisito che la sorgente FV sottoposta a test debba essere sostanzialmente annidata (direttamente o indirettamente) sotto un inverter.

Nota

Per maggiore chiarezza, rinominare i livelli in modo che coincidano con le convenzioni di denominazione utilizzate nei disegni tecnici, per non confondere le posizioni in cui sono state effettuate le misurazioni.

Evitare di utilizzare più livelli non elettrici del necessario (blocco, campo, parcheggio e così via) e abbreviare il più possibile i nomi dei livelli affinché i nomi dei percorsi per ciascuna misurazione rientrino nell'area di visualizzazione del Software, dello strumento di analisi dei dati e del report finale.

In ogni livello sono presenti campi modificabili che mostrano uno sfondo bianco quando l'utente evidenzia un livello. Utilizzare questi campi per personalizzare il nome del livello, modificare la quantità, utilizzare numeri o lettere e, nel caso delle stringhe, indicare il numero di moduli presenti nella stringa.

Quando l'albero è completo, verificare che sia corretto in base ai disegni tecnici, perché è scomodo modificare la struttura di questo albero di base dopo essere usciti dalla schermata del generatore di alberi simmetrici.

Dopo aver chiuso la schermata del generatore di alberi simmetrici, utilizzare le funzioni di modifica di Array Navigator per aggiungere o eliminare elementi, copiarli e incollarli, spostarli in alto e in basso, regolare le quantità e così via. Spesso un impianto FV include un sistema FV più piccolo per sfruttare lo spazio rimanente. A questo punto è possibile aggiungere tale sistema.

Una volta completate le modifiche alla struttura dell'albero, è possibile modificare le proprietà di cablaggio delle stringhe (lunghezza e diametro del filo) dell'array. Le proprietà di cablaggio vengono utilizzate dal modello I-V Curve Tracer per tenere conto di tali perdite. Per utilizzare i controlli delle proprietà di cablaggio, selezionare prima un livello dell'albero a cui si desidera applicare le modifiche. Le modifiche apportate vengono applicate a tutte le stringhe in corrispondenza o al di sotto del livello dell'albero modificato.

Nota

I sistemi FV solitamente riducono al minimo le perdite di cablaggio, pertanto non è necessario indicare con esattezza le caratteristiche di cablaggio. Ad esempio, se le stringhe in un combiner box hanno lunghezze di cablaggio unidirezionali comprese tra 50 e 100 piedi, si può semplicemente assegnare 75 piedi a tutte le stringhe. Se l'intero progetto ha un cablaggio delle stringhe con tale intervallo di lunghezza, evidenziare il livello superiore dell'albero (sistema) per apportare la modifica; le proprietà di cablaggio verranno applicate a tutte le stringhe del progetto.

È inoltre possibile evidenziare un livello dell'albero e modificare il numero di moduli per stringa per tutte le stringhe in corrispondenza e al di sotto di tale livello.

Al termine della creazione della Struttura del sistema, fare clic su **Fine** e salvare il progetto.

Copia, modifica e riutilizzo di un progetto precedente

Per creare un nuovo progetto simile a quello creato in precedenza, copiare il progetto precedente e modificarlo secondo necessità.

Per modificare un progetto precedente:

1. In Esplora file di Windows, accedere alla cartella che contiene il file di progetto .pvapx. Se non si è sicuri di dove trovare il file di progetto, avviare il Software, fare clic su **File>Sfoggia progetto...** per visualizzare il percorso dell'ultimo progetto cercato oppure fare clic su **File>Progetti recenti** per visualizzare gli ultimi progetti aperti nel Software.
2. In Esplora file di Windows, evidenziare il file di progetto nella cartella progetto, quindi copiarlo e incollarlo.
3. Rinominare la copia con il nome del nuovo progetto.
4. Nel PVA Software, fare clic su **File>Sfoggia progetto...** e accedere al nuovo file di progetto.
5. Utilizzare le schermate del menu **Proprietà** per modificare il progetto secondo necessità. Eliminare tutti i dati per evitare confusione con i nuovi dati. Il modo più semplice per farlo è eliminare gli inverter e creare un nuovo albero.

Menu Proprietà

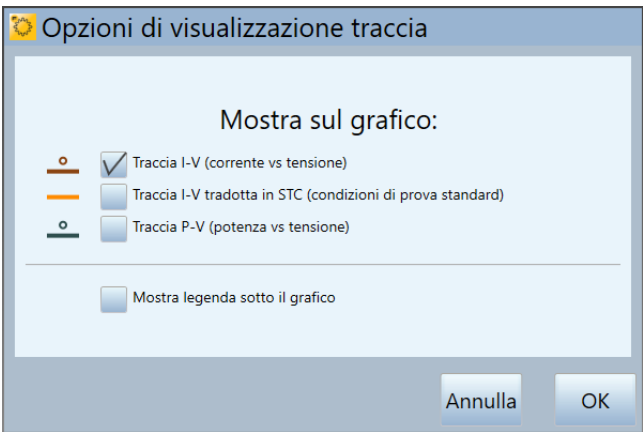
Utilizzare il menu **Proprietà** per configurare, visualizzare e modificare le impostazioni del progetto attualmente caricato. Queste voci di menu consentono di accedere alle stesse schermate visualizzate nella procedura guidata nuovo progetto. Vedere [Nuovo progetto](#).

Menu di visualizzazione

Opzioni di visualizzazione traccia...

Le scelte riportate nella [Figura 11](#) consentono di selezionare le caratteristiche da visualizzare nella schermata Tracce. Per visualizzare questa legenda nella parte inferiore della schermata Tracce, selezionare **Mostra legenda sotto il grafico**.

Figura 11. Menu di visualizzazione



Visualizzazione della scheda del test di isolamento

Fare clic sulla casella di controllo per visualizzare la scheda **Test di isolamento** a sinistra della schermata di misurazione.

Menu Fornitura

Il menu **Fornitura** consente di accedere a funzioni di manutenzione e a strumenti vari. Il menu Fornitura è descritto nella [Tabella 8](#).

Tabella 8. Menu Fornitura

Voce di menu	Descrizione
Verifica della calibrazione...	Vedere Verifica della calibrazione per una descrizione di questa finestra di dialogo.
Abilita la configurazione manuale del sensore	Selezionare questa voce di menu per consentire le modifiche alle letture di irraggiamento, temperatura e inclinazione. Vedere Misurazione di irraggiamento, temperatura e inclinazione per indicazioni sulle scelte dei sensori.

Tabella 8. Menu Fornitura (segue)

Voce di menu	Descrizione
Configurazione globale del sensore...	Utilizzare questi comandi per modificare le fonti delle letture di irraggiamento, temperatura o inclinazione per tutte le misurazioni attualmente salvate nel progetto. Selezionare i sensori necessari dagli elenchi a discesa. Prima di eseguire questa operazione, creare un file di backup. Questa operazione non può essere annullata. Vedere Misurazione di irraggiamento, temperatura e inclinazione per indicazioni sulle scelte dei sensori.
Imposta risoluzione curva I-V...	Utilizzare per selezionare il numero di punti nelle misurazioni della curva I-V. - Selezionare 100 punti per la messa in servizio e la risoluzione della maggior parte dei problemi (file di dati più piccoli e trasferimento dati più rapido). - Selezionare 500 punti per applicazioni di ricerca o di risoluzione dei problemi più dettagliate (file di dimensioni maggiori e trasferimento dati più lento).
Configura soglie allarme misurazione...	Consente di impostare le soglie che il Software controllerà automaticamente dopo che ogni misurazione viene <i>Assegnata e salvata</i> (ma non se la misurazione viene solo <i>Assegnata</i>). Utilizzare questi allarmi per rilevare i problemi prima di passare ad altri circuiti o di lasciare il sito.
Livello della batteria...	Utilizzare questa opzione per visualizzare i livelli di tensione della batteria o fare clic sull'indicatore di stato. Per letture precise della batteria, attendere 30 secondi prima di controllare la tensione della batteria se I-V Curve Tracer è stato appena scollegato dal caricabatterie o è stato appena acceso. Il Software riporta i livelli della batteria di I-V Curve Tracer e SolSensor. I-V Curve Tracer e SolSensor si spengono quando la tensione della batteria scende al di sotto di 3,05 V. Prima dello spegnimento, il Software visualizza un avviso. Il tipo di batteria agli ioni di litio utilizzato in questi strumenti ha una curva di scarica quadrata, quindi vi è una variazione relativamente lieve nella tensione della batteria dallo stato di carica completa al livello di spegnimento.
Schermata Acquisisci applicazione...	Consente di acquisire e salvare la schermata corrente in un file di immagine.

Menu Guida

Vedere la [Tabella 9](#) per una descrizione del menu Guida.

Tabella 9. Menu Guida

Voce di menu	Descrizione
Dispositivi di misurazione collegati...	Se selezionata, una figura mostra il diagramma di rete, che rappresenta il PC, I-V Curve Tracer, SolSensor e i livelli di segnale wireless tra di essi. Quando si utilizzano I-V Curve Tracer e SolSensor, I-V Curve Tracer inoltra tutte le comunicazioni tra il PC e SolSensor. Fare riferimento anche a questa schermata per conoscere la versione del firmware presente in I-V Curve Tracer e SolSensor, nonché per verificare la disponibilità di aggiornamenti. Tenere a portata di mano queste informazioni quando si contatta Fluke per ricevere assistenza sui prodotti.
Manuale per l'utente...	Consente di accedere al Manuale d'uso di I-V Curve Tracer. Scaricare e stampare se necessario. Il manuale è anche disponibile sul sito Web di Fluke.
Informazioni su...	Mostra il numero di versione e la data di creazione del Software. Tenere a portata di mano queste informazioni se si contatta Fluke per ricevere assistenza sui prodotti.

Schermate delle schede

Le schede lungo il bordo sinistro mostrano i dati di misurazione in vari modi. Alcuni elementi sono comuni a più schede. Questi includono l'indicatore di **Stato**, le opzioni **Misura ora**, **Assegna e salva...**, **Riassegna...**, le visualizzazioni dei sensori wireless e il pannello a scorrimento verticale degli **Input ambientali**.

Scheda delle tracce

La scheda **Tracce** mostra i risultati delle misurazioni più recenti e la forma prevista della curva I-V (se è stato definito un modello FV). Vedere la [Tabella 7](#) e la [Tabella 20](#).

Selezionare **Visualizzazione**, quindi **Opzioni di visualizzazione** per scegliere la visualizzazione desiderata:

- **Curva I-V** - La curva rossa continua mostra i punti I-V misurati trasmessi da I-V Curve Tracer.
- **Marcatori di previsione curva I-V** - I tre punti rossi sono i punti I-V previsti per la corrente di cortocircuito I_{sc} , il punto di potenza massima (I_{mp} , V_{mp}) e la tensione a circuito aperto V_{oc} .

- **Curva P-V** - La curva blu continua rappresenta la curva della potenza in relazione alla tensione (P-V) disponibile dal circuito FV sottoposto a test (modulo o stringa) e viene calcolata dalla curva I-V moltiplicando $I \times V$ per ogni punto I-V. Il punto blu indica il valore massimo sulla curva P-V (P_{max}). Questo valore viene calcolato adattando una curva matematica alla parte superiore della curva P-V e calcolando il valore massimo della curva adattata. Ciò riduce l'impatto del rumore elettrico sulla precisione della misurazione. La posizione del marcatore blu viene ricavata dalla curva P-V misurata e non dal modello FV.
- **Curva I-V convertita in STC.**

Scheda della tabella

La scheda **Tabella** presenta una sintesi dei dati I-V previsti e misurati e una conversione dei risultati della misurazione in condizioni di test standard. **Tabella 10** illustra la schermata Tabella. Vedere [Scheda delle tracce](#) per le spiegazioni degli altri comandi visualizzati in questa schermata.

Tabella 10. Descrizione della scheda della tabella

Elemento	Descrizione
1	Colonna Misurati - Mostra i valori misurati più recenti.
2	Colonna Previsti - Mostra i valori previsti dal modello prestazioni.
3	Colonna Mis. convertite in STC - Mostra i parametri misurati convertiti in condizioni di test standard, irraggiamento di 1000 W/m ² e temperatura della cella di 25 C.
4	Rapporto di tensione - Il rapporto di tensione è un'indicazione relativa dell'inclinazione del tratto verticale della curva I-V. Il rapporto di tensione è definito come V_{mp}/V_{oc} . Vedere Interpretazione delle curve I-V misurate .

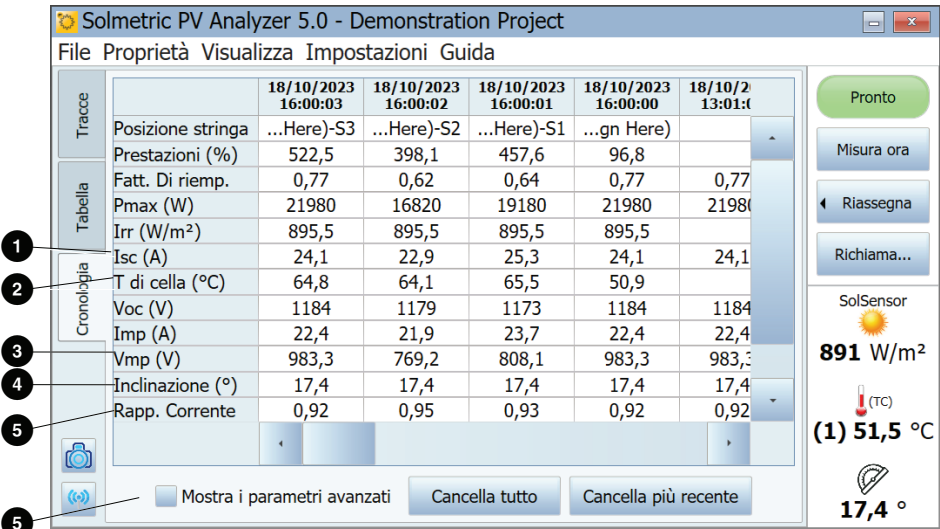
Tabella 10. Descrizione della scheda della tabella (segue)

Elemento	Descrizione
5	Rapporto di corrente - Il rapporto di corrente è un'indicazione relativa dell'inclinazione del tratto orizzontale della curva I-V. Il rapporto di corrente è definito come I_{mp}/I_{sc} . Vedere Interpretazione delle curve I-V misurate .
6	Inclinazione - Inclinazione dell'array.
7	V_{mp} (V) - Tensione al punto di potenza massima.
8	I_{mp} (A) - Corrente al punto di potenza massima.
9	V_{oc} (V) - Tensione a circuito aperto. Il valore V_{oc} viene misurato immediatamente prima della scansione I-V effettiva. Il valore V_{oc} è preciso anche se la curva I-V misurata non si estende completamente verso il basso fino all'asse orizzontale.
10	Temperatura cella (°C) - Temperatura della cella. Ciò differisce dalla misurazione della termocoppia sul lato posteriore. Un modello prevede la diminuzione della temperatura dalla cella al lato posteriore per ottenere la temperatura della cella.
11	I_{sc} (A) - Corrente di cortocircuito. Il primo punto della scansione I-V è leggermente a destra dell'asse verticale del grafico della curva I-V. Il PVA Software traccia una linea orizzontale da questo punto all'asse verticale.
12	I_{rr} (W/m²) - Irraggiamento. L'irraggiamento effettivo modellato.
13	P_{max} (W) - Potenza massima misurata.
14	Fattore di riempimento - Il Fattore di riempimento (FF) è un'indicazione della quadratura della curva I-V. Vedere Interpretazione delle curve I-V misurate .
15	Prestazioni (%) - Il Fattore prestazionale è il rapporto tra la potenza massima misurata e la potenza massima prevista. Vedere Interpretazione delle curve I-V misurate .

Scheda della cronologia

La scheda **Cronologia** accumula automaticamente i risultati delle misurazioni più recenti sotto forma di tabella. I nuovi risultati si trovano nella colonna di sinistra. I risultati precedenti sono spostati a destra. La tabella può contenere un massimo di 32 risultati. Raggiunto tale limite, il risultato della misurazione meno recente viene rimosso dalla tabella ogni volta che viene effettuata una nuova misurazione. I parametri mostrati nella scheda Cronologia sono identici ai risultati mostrati nella scheda Tabella. Quando la casella **Mostra i parametri avanzati** è selezionata, i parametri aggiuntivi vengono visualizzati nella [Tabella 11](#).

Tabella 11. Descrizione della scheda della cronologia (parametri avanzati)

	
Elemento	Descrizione
1	Prelim I_{rr} (W/m^2) - Irraggiamento preliminare. Si tratta dell'irraggiamento non elaborato misurato da SolSensor. La misurazione include le correzioni di calibrazione e temperatura, ma non include la correzione del modello per l'irraggiamento effettivo. Confrontare l'irraggiamento preliminare con l'irraggiamento effettivo modellato quando sembra esserci un problema con l'indicazione di irraggiamento. Vedere Irraggiamento preliminare ed effettivo .
2	Sensore I_{rr} - Configurazione dell'ingresso del sensore di irraggiamento. Ad esempio, potrebbe essere SolSensor, Da I-V o Manuale. Abilitare la configurazione manuale del sensore nel menu Fornitura. Vedere Menu Fornitura .
3	TC1 ($^{\circ}C$) - Lettura della temperatura della termocoppia 1. Osservare questo dato per comprendere il valore di SmartTemp.
4	TC2 ($^{\circ}C$) - Lettura della temperatura della termocoppia 2. Osservare questo dato per comprendere il valore di SmartTemp.
5	Sensor temp - Configurazione dell'ingresso del sensore di temperatura. Ad esempio, potrebbe essere SolSensor, TC1, TC1, Avg(TC1, TC2), Da I-V o Manuale. Abilitare la configurazione manuale del sensore nel menu Fornitura. Vedere Menu Fornitura . Questa opzione viene visualizzata solo quando è selezionata la casella Mostra i parametri avanzati.

La scheda Cronologia è particolarmente utile per controllare la corrispondenza tra le misurazioni effettuate in un combiner box durante i test di messa in servizio, nonché per visualizzare le fasi sequenziali in una procedura di risoluzione dei problemi. Ad esempio, quando si utilizza il metodo di ombreggiatura selettiva per individuare il modulo anomalo in una stringa di N (quantità) moduli, è possibile utilizzare la scheda Cronologia per visualizzare e confrontare i risultati di N misurazioni. La colonna con i valori che si distinguono rispetto alle altre colonne corrisponde al modulo ombreggiato.

Il contenuto corrente della tabella Cronologia viene salvato nel file di progetto, quindi il contenuto più recente rimane presente alla chiusura e alla riapertura del progetto. Tuttavia, il contenuto non viene salvato nella Struttura del sistema come le curve I-V e, quando si richiama una curva I-V dalla struttura, la tabella Cronologia non viene aggiornata in modo da corrispondere alla misurazione richiamata. Inoltre, il contenuto della tabella Cronologia non viene esportato quando si esportano i dati della curva I-V.

Scheda del test di isolamento

Utilizzare la scheda del test di isolamento per registrare i risultati della misurazione della resistenza di isolamento ottenuti da uno strumento separato, come il tester della resistenza di isolamento Fluke 1587FC. La scheda del test di isolamento è nascosta per impostazione predefinita. Per visualizzare questa scheda, utilizzare il comando nel menu di visualizzazione. Vedere la [Tabella 12](#).

Tabella 12. Descrizione della scheda del test di isolamento

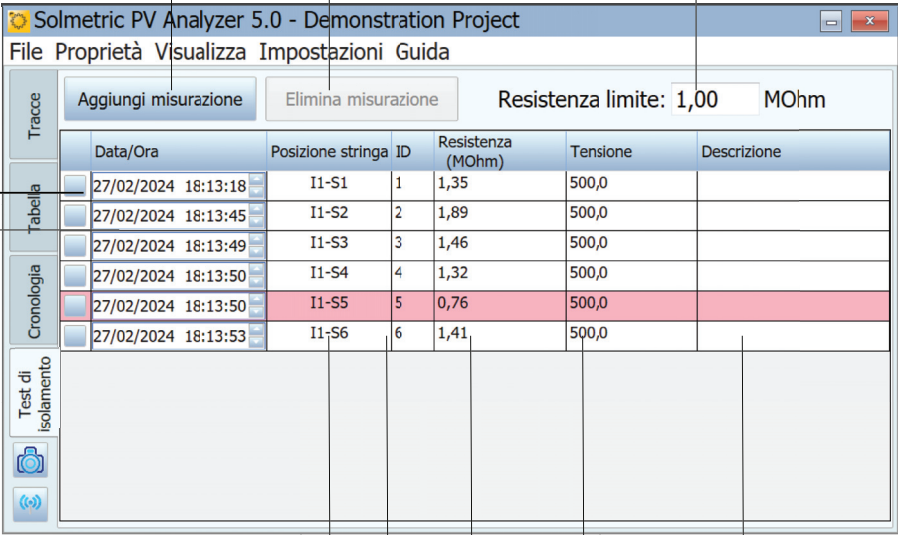
	
Elemento	Descrizione
1	Aggiungi misurazione - Aggiunge una nuova riga alla tabella, elenca la data e l'ora correnti e alla riga viene assegnato un numero ID. Inserire il valore della resistenza di isolamento.
2	Elimina misurazione - Elimina dall'elenco la misurazione attualmente selezionata.

Tabella 12. Descrizione della scheda del test di isolamento (segue)

Elemento	Descrizione
3	Resistenza limite - Inserire il valore minimo accettabile della resistenza di isolamento. Tutti i valori misurati al di sotto di questo limite sono evidenziati in rosso nella tabella.
4	Descrizione - Descrizione opzionale della misurazione o del circuito.
5	Tensione - La tensione alla quale è stata misurata la resistenza di isolamento. Fare clic su questo campo per inserire il valore.
6	Resistenza - Il valore misurato della resistenza di isolamento nella creazione del modello della struttura del sistema FV che il Software utilizza per associare le posizioni delle misurazioni salvate e prevedere le prestazioni attese. Fare clic su questo campo per inserire il valore.
7	ID - Numero di identificazione assegnato automaticamente. Il numero ID aumenta di un'unità ogni volta che viene aggiunta una misurazione.
8	Posizione array - Consente di accedere alla Struttura del sistema per selezionare la posizione in cui è stata effettuata la misurazione.
9	Data/ora - Mostra la data e l'ora in cui ogni misurazione è stata aggiunta alla tabella.
10	Casella di selezione - Consente di selezionare la misurazione da eliminare. Fare clic su Elimina misurazione per eliminare la misurazione selezionata.

Il file di dati I-V esportato

Questa sezione descrive l'organizzazione del file csv creato quando si esportano le misurazioni dal Software.

Gli utenti di I-V Curve Tracer in genere analizzano i risultati delle misurazioni con la macro di Excel DAT (strumenti di analisi dei dati) che automatizza il processo di analisi e creazione di report. Per scaricare una copia gratuita del DAT, visitare il sito Web www.fluke.com. Per utilizzare il DAT, esportare prima i dati del progetto da I-V Curve Tracer selezionando **File>Esporta tracce per l'intero sistema...** Vedere [Menu File](#), quindi importare i dati nel DAT (per informazioni sull'importazione, vedere le istruzioni riportate nel software DAT).

Quando si esportano i dati di progetto, il Software crea una struttura di cartelle sul disco rigido con la stessa gerarchia della struttura del sistema di Array Navigator. I dati della traccia I-V vengono esportati in questa struttura di cartelle in file csv. Se sono state misurate stringhe di moduli FV ma non sono state salvate le misurazioni dei singoli moduli nelle stringhe, le directory di livello inferiore nella struttura delle cartelle contengono i file csv delle tracce I-V delle stringhe.

Quando si utilizza lo strumento di analisi dei dati, importare alcuni o tutti i dati nel DAT per l'analisi e la creazione di report automatizzate. Accedere al livello necessario della gerarchia delle cartelle.

Per visualizzare i singoli file di dati delle tracce I-V, utilizzare un programma in grado di leggere file csv, come Microsoft Excel[™]. Questa sezione descrive l'organizzazione e il contenuto del file csv. [Tabella 13](#) mostra la sezione delle informazioni relative all'intestazione del file csv.

Tabella 13. Informazioni sull'intestazione del file CSV

<table border="1"> <tr> <td>SOLMETRIC PVA IV DATA</td><td>2</td></tr> <tr> <td>Report Date</td><td>9/18/2013</td></tr> <tr> <td>Report Time</td><td>11:46:31 AM</td></tr> <tr> <td>Software Build</td><td>1.1.6798</td></tr> <tr> <td>Project File</td><td>County Fairgrounds building A</td></tr> <tr> <td>Array Location</td><td>Inverter1-Combiner2-String5</td></tr> <tr> <td>PVA Measurement Unit MAC Address</td><td>00158D0000227CE7</td></tr> <tr> <td>SolSensor Unit MAC Address</td><td>00158D00001C6707</td></tr> </table>		SOLMETRIC PVA IV DATA	2	Report Date	9/18/2013	Report Time	11:46:31 AM	Software Build	1.1.6798	Project File	County Fairgrounds building A	Array Location	Inverter1-Combiner2-String5	PVA Measurement Unit MAC Address	00158D0000227CE7	SolSensor Unit MAC Address	00158D00001C6707
SOLMETRIC PVA IV DATA	2																
Report Date	9/18/2013																
Report Time	11:46:31 AM																
Software Build	1.1.6798																
Project File	County Fairgrounds building A																
Array Location	Inverter1-Combiner2-String5																
PVA Measurement Unit MAC Address	00158D0000227CE7																
SolSensor Unit MAC Address	00158D00001C6707																
Voce di menu	Descrizione																
Report Date and Time (Data e ora del report)	Momento in cui è stata effettuata la misurazione, come registrato dall'orologio sul PC.																
Software Build (Creazione del software)	La versione del software di I-V Curve Tracer che ha eseguito la misurazione.																
Project File (File di progetto)	Il nome del file di progetto al momento della misurazione.																
Array Location (Posizione array)	La posizione nella Struttura del sistema in cui è stata salvata la misurazione. In genere, questa corrisponde alla gerarchia dell'array effettivo.																
PVA Measurement Unit MAC Address (Indirizzo MAC unità di misura PVA)	L'indirizzo di rete univoco di I-V Curve Tracer.																
SolSensor MAC Address (Indirizzo MAC SolSensor)	L'indirizzo di rete univoco di SolSensor.																

[Figura 12](#) mostra i valori di alcuni punti misurati e previsti sulla curva I-V. Le abbreviazioni rappresentano la potenza massima (P_{max}), la tensione a potenza massima (V_{mpp} o V_{mp}) e la corrente a potenza massima (I_{mpp} o I_{mp}), la tensione a circuito aperto (V_{oc}) e la corrente di cortocircuito (I_{sc}).

Nel Software, il valore di $P_{\max}$ viene ottenuto adattando una curva polinomiale di terzo ordine alla curva P-V (potenza-tensione) e calcolando V_{mp} (tensione a potenza massima) dal picco della curva adattata. Il valore di V_{mp} viene quindi utilizzato per interpolare I_{mp} (corrente a potenza massima) dalla curva I-V. Questo metodo riduce l'incertezza dovuta al rumore elettrico nelle misurazioni di corrente e tensione. Lo strumento di analisi dei dati (DAT) ricalcola $P_{\max}$ per i dati dei grafici e dei report. Si adatta opzionalmente a un polinomio di quarto ordine, che può comportare una leggera differenza nei valori V_{mp} , I_{mp} e $P_{\max}$ tra il Software e il DAT, ma in genere è un adattamento migliore.

Figura 12. Misurazione e selezione del modello del file CSV esportato

	MEASUREMENTS	MODEL PREDICTIONS
Pmax	1639.091342	1303.786362
Vmpp	407.1462651	391.6482064
Impp	4.025804685	3.328973146
Voc	514.4149505	517.2308276
Isc	4.695322551	3.879695677

Tabella 14 mostra la sezione Misurazioni SolSensor del file csv esportato e ne descrive il contenuto. Tutti i valori sono stati registrati al momento della misurazione I-V.

Tabella 14. Sezione Misurazioni SolSensor del file CSV esportato

<table border="1"> <tr> <td>SolSensor Measurements</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Irradiance (W/m²)</td> <td>607.3874995</td> </tr> <tr> <td>Temperature Thermocouple 1 (Deg C)</td> <td>50.24752808</td> </tr> <tr> <td>Temperature Thermocouple 2 (Deg C)</td> <td>#N/A</td> </tr> <tr> <td>Pitch (Deg)</td> <td>15.03951045</td> </tr> <tr> <td>Roll (Deg)</td> <td>-0.124151007</td> </tr> <tr> <td>Tilt (from pitch and roll above) (Deg C)</td> <td>15.04001105</td> </tr> </table>		SolSensor Measurements		Irradiance (W/m ²)	607.3874995	Temperature Thermocouple 1 (Deg C)	50.24752808	Temperature Thermocouple 2 (Deg C)	#N/A	Pitch (Deg)	15.03951045	Roll (Deg)	-0.124151007	Tilt (from pitch and roll above) (Deg C)	15.04001105
SolSensor Measurements															
Irradiance (W/m ²)	607.3874995														
Temperature Thermocouple 1 (Deg C)	50.24752808														
Temperature Thermocouple 2 (Deg C)	#N/A														
Pitch (Deg)	15.03951045														
Roll (Deg)	-0.124151007														
Tilt (from pitch and roll above) (Deg C)	15.04001105														
Voce di menu	Descrizione														
Irradiance (Irraggiamento)	Valore di irraggiamento misurato dal sensore a fotodiodi al silicio integrato di SolSensor. Si tratta dell'irraggiamento preliminare, calibrato e corretto in base alla temperatura, ma diverso dall'irraggiamento effettivo. L'irraggiamento effettivo viene utilizzato nel modello FV e, in genere, rappresenta una migliore corrispondenza di irraggiamento dei moduli selezionati rispetto all'irraggiamento preliminare.														
Temperature Thermocouple 1 (Temperatura, Termocoppia 1)	Temperatura indicata dalla termocoppia collegata alla presa TC1 di SolSensor.														
Temperature Thermocouple 2 (Temperatura, Termocoppia 2)	Temperatura indicata dalla termocoppia collegata alla presa TC2 di SolSensor.														
Pitch (Passo)	L'angolo di SolSensor intorno al suo asse corto.														
Roll (Rollio)	L'angolo di rotazione di SolSensor intorno al suo asse lungo.														
Tilt (Inclinazione)	Inclinazione di SolSensor, calcolata in base al passo e al rollio.														

Tabella 15 mostra la sezione Dettagli modello del file csv esportato.

Tabella 15. Sezione Dettagli modello del file CSV

MODEL DETAILS		
Irradiance used in model (W/m ²)	607.3874995	Method: Measured
Cell Temperature used in model (Deg C)	56.04130905	Method: SmartTemp
Tilt use in model (Deg)	15.04001105	Method: Measured
Array Azimuth (Deg)	232	
User Series R (Ohms)	0.059934	
Performance Factor (%)	125.7	
Latitude	39	
Longitude	-122.92	
Time Zone	-8	
Module Mfr	Schott Solar	
Module Model	ASE-300-DGF/42-240	
# of Modules in String	11	
# of Strings in Parallel	1	
Inverter Mfr	Undefined Inverter	
Inverter Model	#N/A	
Wire AWG	10	
Wire Length (ft; one way)	30	

Elemento	Descrizione
Irradiance used in model (Irraggiamento utilizzato nel modello)	Il valore dell'irraggiamento effettivo utilizzato nel modello predittivo.
Cell temperature used in model (Temperatura della cella utilizzata nel modello)	Il valore della temperatura della cella FV utilizzato nel modello predittivo.
Tilt used in model (Inclinazione utilizzata nel modello)	Il valore dell'inclinazione dell'array utilizzato nel modello predittivo.
Array azimuth (Azimut array)	La direzione della bussola verso cui è rivolto l'array. 0=N, 90=E, 180=S, 270=W.
User Series R (R serie utente)	La resistenza dei conduttori tra il punto di misurazione e la sorgente FV (in genere, i conduttori home-run), calcolata in base ai dettagli del cablaggio inseriti dall'utente al momento della creazione del progetto.
Performance Factor (Fattore prestazionale)	Il rapporto tra la potenza massima misurata e quella prevista, espresso in %.
Latitude and Longitude (Latitudine e longitudine)	La posizione sulla superficie terrestre in cui è stata effettuata la misurazione.

Tabella 15. Sezione Dettagli modello del file CSV (segue)

Elemento	Descrizione
Time Zone (Fuso orario)	Il fuso orario in cui è stata effettuata la misurazione.
Model Mfr (Produttore modello)	Produttore del modulo FV.
Module Model (Modello modulo)	Numero di modello del modulo FV.
# of Modules in String (N. di moduli nella stringa)	Numero di moduli collegati in serie nella stringa misurata.
# of Strings in Parallel (N. di stringhe in parallelo)	Numero di stringhe misurate in parallelo.
Wire AWG (AWG dei fili)	Diametro dei fili dei conduttori tra il punto di misurazione e la sorgente FV.
Wire Length (Lunghezza dei fili)	Lunghezza (unidirezionale, in piedi) dei conduttori tra il punto di misurazione e la sorgente FV.

Figura 13 mostra i dati di tensione, corrente e potenza salvati derivanti dalla misurazione. Il numero di voci dipende dalla risoluzione della curva I-V selezionata dall'utente per questa particolare misurazione (valore predefinito 100 punti, impostabile dall'utente a 500 punti).

L'array di dati salvato nella **Figura 13** non include i valori finali di I_{sc} o V_{oc} (i valori finali sono quelli mostrati nella **Figura 10**). Il modello FV proietta il primo punto di corrente sull'asse verticale (corrente) del grafico I-V per calcolare I_{sc} . L'incertezza introdotta in questa fase è minima. Il valore finale di V_{oc} viene misurato un istante prima dell'inizio della scansione della curva I-V con un voltmetro separato ad alta impedenza interna. Ciò garantisce che il circuito della sorgente FV sia effettivamente privo di carico quando si misura il valore V_{oc} .

Figura 13. Dati di tensione, corrente e potenza derivanti dalle misurazioni I-V

IV Measurements:		
VOLTS	AMPS	WATTS
19.39205301	4.695322551	91.05194381
37.82583013	4.65872928	176.2203024
56.13733349	4.636366726	260.2732651
74.14267981	4.618070091	342.3960921
92.20926973	4.599773455	424.1417512
110.1228116	4.585542739	504.9728592
127.8525617	4.567246104	583.9341142
145.5516595	4.546916509	661.8112433

Base delle previsioni sulle prestazioni FV

Il Software prevede la produzione elettrica della sorgente FV sottoposta a test (modulo o stringa) in base ai parametri del modulo, all'irraggiamento e alla temperatura, all'angolo di incidenza del sole sull'array e ad altri fattori. La discussione successiva illustra il processo mediante il quale SolSensor viene calibrato e misura l'irraggiamento, nonché il processo mediante il quale il Software prevede i tre punti attesi sulle curve I-V.

Calibrazione dell'irraggiamento di SolSensor

Il processo di calibrazione di fabbrica di SolSensor prevede questa sequenza di fasi:

1. Calibrazione del sensore di inclinazione elettronico.
2. Calibrazione della risposta angolare del sensore di irraggiamento.
3. Calibrazione della misurazione dell'irraggiamento con massa d'aria pari a 1,5 e incidenza normale, rispetto a un simulatore solare.
4. I coefficienti di calibrazione unici vengono memorizzati in SolSensor e trasmessi al Software su richiesta.

Misurazione dell'irraggiamento

La misurazione dell'irraggiamento con SolSensor prevede le seguenti fasi:

1. Fissaggio di SolSensor al telaio del modulo per il relativo orientamento sul piano dell'array.
2. La posizione del sole rispetto all'orientamento del sensore di irraggiamento viene calcolata in base all'azimut e all'inclinazione dell'array, all'ora e alla data, nonché alla latitudine e alla longitudine del sito.
3. Il valore di irraggiamento viene corretto in base alla temperatura indicata da un sensore di temperatura collegato al sensore di irraggiamento e in base all'angolo di incidenza dell'irraggiamento.
4. Viene applicata una delle quattro correzioni spettrali, secondo la tecnologia del modulo FV (poli-Si, c-Si, HIT-Si o CdTe) dell'array. Le correzioni derivano dalla sovrapposizione spettrale del modulo/sensore calcolata dal modello atmosferico SMARTS in funzione della massa d'aria e dell'elevazione.

Questo processo produce l'irraggiamento effettivo incidente sulle celle del modulo FV.

L'irraggiamento effettivo è la parte dell'irraggiamento totale che il modulo può convertire in elettricità.

Previsione delle prestazioni FV

Il Software confronta la curva I-V misurata con le previsioni del modello prestazioni FV integrato. Il Fattore prestazionale viene calcolato da questo confronto.

Il processo di previsione prevede le seguenti fasi:

1. Creazione di un progetto e immissione di tutti i parametri richiesti, compresa la selezione del modulo FV dal database delle apparecchiature integrate.
2. Il modello prevede I_{sc} , I_{mp} , V_{mp} e V_{oc} per i valori correnti di irraggiamento e temperatura.
3. In condizioni di scarsa illuminazione, la previsione viene adattata in base ai dati prestazionali a 200 W/m^2 presenti nel database.
4. Il Fattore prestazionale, ovvero il rapporto tra P_{max} misurato e P_{max} previsto, viene calcolato ed espresso in percentuale. Il Fattore prestazionale è la metrica più importante delle prestazioni del modulo o della stringa FV.

Conversione dei valori misurati in STC

I valori misurati di I_{sc} , I_{mp} , V_{mp} e V_{oc} vengono convertiti in STC con i fattori dipendenti dall'irraggiamento e dalla temperatura memorizzati nel database del modello, nonché con le equazioni di conversione riportate in [Conversione dei dati I-V in condizioni di test standard](#).

Misurazione di I_{sc}

I-V Curve Tracer utilizza un condensatore di precarica per avviare la scansione I-V a una tensione leggermente negativa, per superare le piccole cadute di tensione e i transistori insiti nel loop di misurazione e assicurare che venga misurato il valore I_{sc} reale. In determinate circostanze della sorgente FV sottoposta a test, questa precarica potrebbe non essere sufficiente per avviare la traccia I-V a 0 V o al di sotto di tale valore. In questi casi, si verifica un piccolo gap tra 0 V e la prima coppia I-V misurata e il Software costruisce una linea orizzontale dal primo punto I-V misurato all'asse verticale per stimare il valore I_{sc} . L'intersezione della linea orizzontale con l'asse verticale è indicata come I_{sc} . Nella maggior parte dei casi, si tratta di un'approssimazione soddisfacente.

I moduli ad alta efficienza immagazzinano una grande quantità di carica elettrica. All'inizio della scansione, tale carica fluisce rapidamente nel condensatore di precarica e ne aumenta la tensione in modo che il primo punto I-V si trovi nel campo di tensione positivo. Talvolta, in particolare con 500 punti, i primi punti I-V possono essere poco elevati a causa della scarica residua della capacità del modulo FV. In questi casi, è possibile notare un lieve plateau piatto nella curva I-V appena al di sopra di 0 V. Tale scostamento dal valore I_{sc} effettivo, in genere, è estremamente ridotto. Ciò solitamente non si verifica con PVA-1500HE2 poiché questo è progettato per gestire stringhe di moduli ad alta efficienza e la loro elevata corrente di spunto.

Verifica della calibrazione

I-V Curve Tracer include una finestra di dialogo denominata **Verifica della calibrazione**. Viene generalmente utilizzata dai laboratori dotati di strumenti per la verifica delle calibrazioni. Per accedere, fare clic su **Fornitura>Verifica della calibrazione**. Questa finestra di dialogo mostra le misurazioni continue di tensione, irraggiamento, termocoppia 1, termocoppia 2 e inclinazione. Questa finestra di dialogo può essere utilizzata per verificare la calibrazione e la precisione dei sensori del PVA. La lettura dell'irraggiamento è l'irraggiamento preliminare che include i fattori di calibrazione e la correzione della temperatura, ma non include ulteriori modellazioni (ad esempio, per l'irraggiamento effettivo). Questa lettura è adatta per eseguire un confronto tra la lettura di SolSensor e una cella di riferimento all'aperto in condizioni di irraggiamento stabili o con un simulatore solare. Verificare la calibrazione della corrente e la precisione mediante la configurazione descritta nella *Nota applicativa sulla calibrazione dell'analizzatore FV* (vedere il collegamento nella finestra di dialogo), quindi premere il pulsante **Misura la corrente dell'unità I-V**. La regolazione delle calibrazioni deve essere effettuata da Fluke.

Aggiornamenti software

Il sito Web di Fluke pubblica aggiornamenti relativi al software e ai manuali. Visitare periodicamente il sito Web all'indirizzo www.fluke.com per scaricare le ultime versioni di entrambi. Confrontare i numeri di versione del Software e dei manuali con le versioni in possesso. Per aggiornare il software o i manuali, scaricare le versioni più recenti ed eseguire il programma di installazione del Software gratuito. Vedere [Menu Guida](#) per individuare la versione corrente del Software.

Aggiornamenti del firmware di I-V Curve Tracer e SolSensor

Il firmware di I-V Curve Tracer e SolSensor può essere aggiornato sul campo.

Quando il PC è connesso a Internet e si avvia il Software, quest'ultimo scarica le versioni più recenti del firmware di I-V Curve Tracer e SolSensor. Quindi, la volta successiva che il PC è collegato tramite Wi-Fi ai due strumenti, il software del PC legge le versioni correnti del firmware e consiglia di eseguire l'aggiornamento, se necessario. Una volta scaricati, gli aggiornamenti richiedono circa 2 minuti per strumento e non necessitano di connessione a Internet. Se SolSensor non è disponibile, non è acceso o non si trova entro la portata Wi-Fi quando si esegue il processo di aggiornamento, viene aggiornato solo il firmware di I-V Curve Tracer ed è possibile aggiornare il firmware di SolSensor la volta successiva che viene connesso in modalità wireless a I-V Curve Tracer.

Per controllare manualmente le versioni del firmware di I-V Curve Tracer e SolSensor:

1. Avviare il Software.
2. Connettersi in modalità wireless agli strumenti.
3. Selezionare **Guida**.
4. Selezionare **Dispositivi di misurazione collegati**.

Vengono visualizzate le versioni correnti del firmware. Avviare periodicamente il Software mentre si è connessi a Internet per visualizzare gli avvisi di eventuali aggiornamenti. Da qui, scaricare gli ultimi aggiornamenti del firmware in modo da poter aggiornare gli strumenti sul campo.

Esecuzione delle misurazioni

Questa sezione descrive i passaggi per effettuare le misurazioni sul campo. Vedere la versione cartacea delle Informazioni sulla sicurezza in dotazione con I-V Curve Tracer.

Prima di effettuare misurazioni sul campo

Caricare l'apparecchiatura

Prima di portare gli strumenti sul campo, caricare sia I-V Curve Tracer che SolSensor per tutta la notte.

- Se il Software è in esecuzione e I-V Curve Tracer e SolSensor sono collegati, durante la ricarica viene visualizzata un'icona a forma di fulmine in alto a destra sopra **I-V** o **SS**.
- Se la temperatura interna di I-V Curve Tracer è troppo elevata (ad esempio a causa di molte scansioni I-V ad alta tensione e/o temperature ambientali elevate), la batteria non si ricarica e l'icona di carica di I-V presenta una **X** rossa. Anche SolSensor può trovarsi in uno stato di sovratemperatura, sebbene ciò sia meno frequente rispetto a I-V Curve Tracer.

L'apparecchiatura funziona in genere per 7 - 8 ore con una carica. Spegnerne l'apparecchiatura quando non è in uso.

Assicurarsi di eseguire il Software più recente

Fare doppio clic sull'icona PVA sul PC per eseguire il Software. Vedere [Aggiornamenti software](#).

Creare un progetto nel Software

Creare un progetto in un luogo in cui si dispone di una connessione a Internet e dei disegni tecnici dell'impianto FV. Per gli impianti di grandi dimensioni, questa operazione viene spesso eseguita in ufficio prima dell'intervento sul campo. Assicurarsi che l'array tree creato rappresenti accuratamente l'architettura del sistema FV. Vedere [Nuovo progetto](#).

Garantire un irraggiamento adeguato per le misurazioni

Le misurazioni delle prestazioni vengono eseguite al meglio nell'intervallo compreso tra 700 watt e 1000 watt per metro quadrato. Se possibile, scegliere una giornata in cui il cielo è limpido. In caso di nuvolosità, cercare di eseguire le misurazioni nei momenti in cui non vi sono nuvole vicino al sole. Cercare inoltre di effettuare le misurazioni in un arco temporale di 6 ore centrato sul mezzogiorno solare.

Se si misura un tracker ad asse singolo orizzontale, è possibile impostare il progetto per consentire il funzionamento del tracker durante le misurazioni. Ciò garantisce un irraggiamento più elevato e costante durante la giornata.

Misurazioni sul campo

Misurazione della tensione a circuito aperto (V_{oc})

Se la tensione a circuito aperto (V_{oc}) del circuito della sorgente FV supera la specifica della tensione di ingresso CC massima di I-V Curve Tracer, il Prodotto potrebbe essere danneggiato. Prima di iniziare le misurazioni su un nuovo campo FV, misurare una stringa con un multimetro digitale (DMM) adeguatamente tarato per assicurarsi che il valore V_{oc} rientri nell'intervallo di tensione CC di I-V Curve Tracer. Questa operazione consente di non danneggiare il Prodotto e di risparmiare tempo.

Collegamento dei puntali di I-V Curve Tracer

Aprire il coperchio antipolvere dei connettori a banana su I-V Curve Tracer e collegare i connettori a banana a I-V Curve Tracer (rosso con rosso, nero con nero). Esistono due tipi di puntali: da banana a morsetto a coccodrillo e da banana a MC-4.

Collegare i morsetti a coccodrillo alle estremità dei puntali. Assicurarsi di utilizzare solo puntali con valore nominale di 1500 V e morsetti a coccodrillo forniti da Fluke con I-V Curve Tracer.

Avvio del Software

Fare doppio clic sull'icona PVA sul desktop per avviare il Software.

Caricamento del progetto

Selezionare il progetto dal menu **File** nel Software. Il progetto deve essere creato specificamente per l'impianto FV che si sta per misurare.

Misurazione di singole stringhe e di stringhe in parallelo

In genere, è necessario misurare ciascuna stringa singolarmente per ottenere le migliori informazioni e la migliore risoluzione delle prestazioni. Se si misurano più stringhe in parallelo, assicurarsi che la corrente FV massima che si intende misurare sia inferiore alla corrente massima specificata di I-V Curve Tracer. Per stimare la corrente massima prodotta dalle stringhe in parallelo, misurare una singola stringa completamente esposta al sole e moltiplicare la corrente di cortocircuito misurata (I_{sc}) per il numero di stringhe che si intende misurare in parallelo. Tenere presente che la corrente totale massima aumenta quando il sole si trova in modo più diretto davanti all'array e che, nell'arco di pochi secondi, l'effetto "cloud edge" (bordo nuvola) può aumentare la corrente totale di oltre il 25% rispetto alle normali condizioni di cielo limpido.

Misurazione dei moduli ad alta efficienza

I moduli ad alta efficienza hanno un'alta capacità che può causare un'elevata corrente di spunto durante la misurazione delle curve I-V. PVA-1500HE2 gestisce le correnti di spunto di stringhe di moduli ad alta efficienza fino a 30 A.

PVA-1500T2 gestisce la corrente di spunto proveniente dai circuiti FV fino a una corrente di cortocircuito di 30 A quando l'efficienza del modulo è $<19\%$ o fino a una corrente di cortocircuito di 10 A quando l'efficienza del modulo è $\geq 19\%$. La corrente di spunto aumenta in condizioni di maggiore efficienza, stringhe a corrente più elevata, stringhe a tensione più elevata, maggiore bifaccialità e maggiore irraggiamento. Ad esempio, una stringa da 1350 V, composta da moduli bifacciali con efficienza del 21% e un valore I_{sc} di 18 A, con un irraggiamento di circa 1000 W/m² causerà probabilmente un avviso di sovracorrente in un PVA-1500T2. Tensioni delle stringhe inferiori possono consentire correnti superiori a 10 A, anche con moduli ad alta efficienza, pertanto la separazione delle stringhe, per ridurre la tensione, e la regolazione dell'orientamento del tracker, per un minore irraggiamento, possono in alcuni casi essere una soluzione per la misurazione I-V. Per ulteriori informazioni sui moduli ad alta efficienza, vedere la nota applicativa Solmetric Tracciamento della curva I-V dei moduli ad alta efficienza.

Collegamento dei puntali all'apparecchiatura FV

Osservare le polarità corrette (da puntale rosso a polo positivo CC, da puntale nero a polo negativo CC).

Se si misurano i circuiti in un combiner box, dopo aver aperto il sezionatore CC per scollegarlo dall'inverter e aver sollevato tutti i fusibili (se il combiner è dotato di un fusibile per stringa) o aver sollevato tutti i fusibili del lato positivo (se il combiner è dotato di due fusibili per stringa), collegare i morsetti a coccodrillo del puntale FV alle sbarre collettrici positive e negative. Ciò consente di inserire un fusibile alla volta per selezionare il circuito FV da testare.

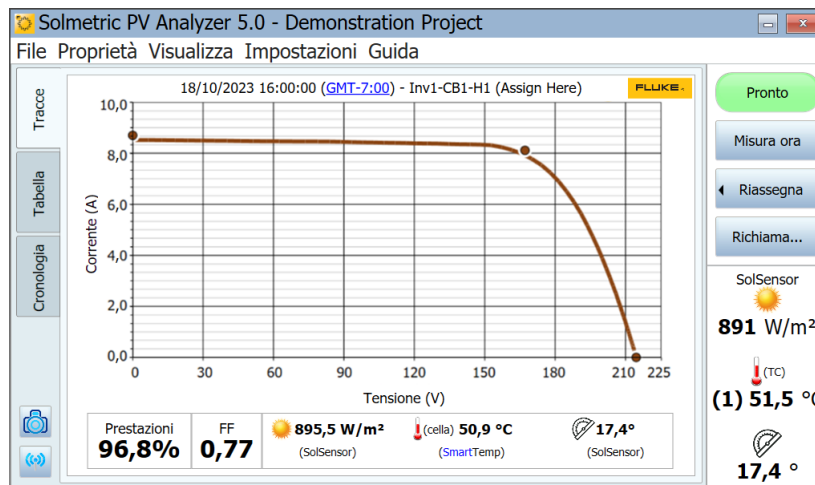
Selezione del primo circuito FV da misurare

Se si utilizzano i fusibili delle stringhe per selezionare i circuiti FV, inserire il primo fusibile.

Esecuzione della prima misurazione

Premere **Misura ora**. La traccia misurata viene generalmente visualizzata entro 1 - 11 secondi. Vedere la [Figura 14](#).

Figura 14. Risultati di una misurazione della curva I-V



Dopo la visualizzazione della traccia della curva I-V misurata, il grafico I-V scorre a sinistra e l'array tree del sistema FV viene visualizzato a destra.

Spostarsi nella posizione dell'albero che corrisponde al punto in cui è stata effettuata la misurazione. Evidenziare il ramo dell'albero e fare clic su **Assegna e salva**. Se non si intende salvare la traccia, ma si desidera solo che il software confronti la traccia misurata con le previsioni del modello FV, premere **Assegna soltanto**.

In caso di assegnazione e salvataggio, il software esegue dei controlli (Allarmi) per rilevare automaticamente i problemi. Per ulteriori informazioni, vedere [Allarmi](#).

L'array tree scompare e la curva I-V si espande fino alla sua larghezza completa.

Controllare la curva per verificare la presenza di forme anomale e osservare i valori del Fattore di riempimento e del Fattore prestazionale sotto il grafico della curva I-V. Il Fattore di riempimento diminuisce se la curva I-V ha una forma non soddisfacente. Per un array nuovo e pulito, i fattori prestazionali sono per lo più compresi tra il 90% e il 100%. Se i valori sono molto più alti o più bassi, verificare che il sensore di irraggiamento sia montato sul piano dell'array, che data, ora e fuso orario del PC siano corretti, così come i parametri del modulo FV, e che l'azimut dell'array e il tipo di array siano impostati correttamente.

Controllare i valori del sensore salvati con la misurazione. Si trovano esattamente sotto il grafico della curva I-V.

Selezione del circuito FV successivo ed esecuzione di un'altra misurazione

Se si lavora all'interno di un combiner box, sollevare il fusibile precedente e inserire quello successivo. Ripetere i passaggi precedenti per eseguire e salvare la misurazione.

Tenere presente che quando le misurazioni sono terminate e i dati vengono esportati dal Software, quest'ultimo esporta solo l'ultima misurazione salvata in ogni ramo dell'albero. Se si eseguono misurazioni supplementari durante la risoluzione dei problemi di una stringa non funzionante, assicurarsi di eseguire una misurazione finale della stringa riparata, per l'esportazione.

Visualizzazione della coerenza dei dati

Prima di passare al combiner box o all'inverter successivo, fare clic sulla scheda **Cronologia** e scorrere da sinistra a destra per visualizzare i risultati numerici delle misurazioni effettuate in questo combiner box. La misurazione più recente viene visualizzata nella colonna di sinistra. Verificare la presenza di valori anomali.

Ad esempio, i valori V_{oc} devono essere strettamente ravvicinati per indicare che tutte le stringhe hanno il numero corretto di moduli.

I valori I_{sc} devono essere strettamente ravvicinati anche in caso di cielo limpido e irraggiamento quasi costante.

Un Fattore di riempimento basso indica che la forma della curva I-V è degradata. Ciò può essere dovuto alla presenza di ombra, sporcizia, detriti o apparecchiature sui moduli sottoposti a test. Vedere [*Interpretazione delle curve I-V misurate*](#).

Ciò consente di cancellare la tabella Cronologia prima di passare al combiner box successivo.

Allarmi

Dopo aver effettuato una misurazione e selezionato **Assegna e salva**, il software esegue automaticamente controlli per rilevare potenziali problemi relativi alla configurazione della misurazione o al circuito sottoposto a test. Questi sono denominati Allarmi. [Tabella 16](#) elenca i tipi di allarme. Alcuni allarmi possono essere disattivati per non essere visualizzati nell'ambito della sessione. Gli allarmi disattivati vengono riattivati al riavvio del software. Gli allarmi vengono visualizzati solo quando viene caricato un progetto con un modello.

Tabella 16. Messaggi di allarme

Allarme	Descrizione
Ampia deviazione nell'irraggiamento o effettivo rispetto a quello preliminare	Se l'irraggiamento effettivo modellato si discosta dall'irraggiamento preliminare di oltre il 25%, il Software visualizza un allarme che indica tale deviazione. Ciò si verifica se la longitudine, la latitudine, l'ora/data o l'azimut non sono corretti in Info sito o se SolSensor non è montato sul piano dell'array.
Problema rilevato da Smart Temp	Se l'algoritmo SmartTemp rileva una deviazione di $>8\text{ }^{\circ}\text{C}$ tra il calcolo della temperatura combinata e le termocoppie, il Software visualizza un allarme per indicare la deviazione.
Ampia deviazione tra le termocoppie	Se la deviazione tra l'indicazione della termocoppia è $>5\text{ }^{\circ}\text{C}$, il Software visualizza un allarme per indicare la deviazione.
Nessuna lettura di SolSensor	Se SolSensor non riceve dati o non è collegato al Software, quest'ultimo visualizza un allarme per indicare tale condizione. Stabilire se accettare la traccia senza i dati di SolSensor o eliminarla.
Soglia impostata dall'utente superata	Se una delle soglie di allarme definite dall'utente viene superata, il Software visualizza un allarme per indicare la deviazione (ad esempio, allarme I_{sc}). Selezionare Configura soglie allarme misurazione nel menu Fornitura per configurare gli allarmi definiti dall'utente.

Backup dei dati

Il Software dispone di una funzione di backup automatico. Per impostazione predefinita, il Software esegue il backup del progetto ogni 20 volte che si salva una traccia IV. Per attivare o disattivare questa funzionalità, modificare la frequenza di backup o la posizione della cartella di backup, selezionare **File>Impostazioni di backup del progetto...** Per creare manualmente un backup, fare clic su **Crea backup ora**.

Misurazione di irraggiamento, temperatura e inclinazione

La valutazione accurata delle prestazioni dell'array con qualsiasi metodo di misurazione prevede il confronto dei dati misurati con un riferimento. Tale riferimento può derivare, ad esempio, da un semplice valore di potenza massima STC o da un modello dettagliato delle prestazioni FV. In ogni caso, è necessario conoscere l'irraggiamento sul piano dell'array e la temperatura dell'array per valutare correttamente le prestazioni di quest'ultimo rispetto al riferimento.

È necessario considerare una serie di fattori per ottenere risultati di misurazione ottimali. Questa sezione fornisce le informazioni di base necessarie per effettuare scelte consapevoli per l'applicazione specifica.

La misurazione dell'irraggiamento comporta una serie di requisiti e sfide:

- L'irraggiamento deve essere misurato sul piano dell'array (POA)
- L'irraggiamento potrebbe non essere uniforme sulla superficie dell'array a causa degli effetti di ombreggiatura e albedo, nonché degli effetti locali delle nuvole
- L'irraggiamento può variare rapidamente
- I sensori di irraggiamento possono presentare risposte spettrali diverse da quelle dei moduli FV stessi
- Lo spettro solare si sposta in modo significativo nelle fasi iniziali e finali della giornata
- La forma della curva I-V del modulo FV cambia a bassi livelli di irraggiamento

Il parametro di temperatura significativo per il modello FV è la temperatura media delle celle FV nella stringa o nel modulo sottoposto a test. La determinazione della temperatura media delle celle comporta una serie di sfide:

- La cella FV è incorporata in altri materiali, quindi non è possibile misurarne la temperatura tramite contatto diretto.
- I materiali in cui la cella FV è incorporata hanno una scarsa conduttività termica, pertanto può verificarsi un notevole calo di temperatura tra le celle e il lato anteriore o posteriore del modulo.
- Lo scarto di temperatura tra la cella FV e la lastra posteriore del modulo dipende dalla configurazione del rack e dalla ventilazione, nonché dall'irraggiamento corrente.
- La temperatura non è uniforme su un modulo o un array FV a causa delle variazioni nella configurazione del rack e nella ventilazione.
- La temperatura in una determinata posizione può variare nel tempo, anche a irraggiamento costante, a causa delle correnti convettive e del vento.
- Un trasferimento tra un sensore di temperatura del lato posteriore e la superficie effettiva del lato posteriore comporta un errore di temperatura significativo.
- I sensori di temperatura di grandi dimensioni, in particolare gli ingombranti dispositivi RTD, non sono in grado di tracciare le rapide variazioni di temperatura del modulo.
- I problemi correlati alla superficie e ai materiali limitano la precisione delle misurazioni della temperatura a infrarossi.

Il Software fornisce diversi metodi per misurare l'irraggiamento, la temperatura e l'inclinazione, come illustrato nella [Tabella 17](#).

Tabella 17. Scelta dei sensori

Irraggiamento	Temperatura	Inclinazione
SolSensor	SmartTemp	SolSensor
Da curva I-V	Da curva I-V	Inserimento manuale
Inserimento manuale	Termocoppia 1	-
-	Termocoppia 2	-
-	Media di TC1 e TC2	-
-	Inserimento manuale	-
Utilizzare qualsiasi combinazione di metodi a seconda dei requisiti dell'applicazione.		

Misurazione dell'irraggiamento con SolSensor

Sensore di irraggiamento di SolSensor

Fluke consiglia, nella maggior parte dei casi, di utilizzare SolSensor come fonte di misurazione dell'irraggiamento. L'elemento di rilevamento irraggiamento di SolSensor è un fotodiodo al silicio con correzione della temperatura. La sua risposta spettrale viene corretta in modo da corrispondere alle celle solari in silicio e la sua risposta angolare viene corretta per fornire una maggiore precisione in una parte più ampia della giornata.

Irraggiamento preliminare ed effettivo

SolSensor produce un irraggiamento preliminare che viene calibrato e corretto in base alla temperatura (temperatura del fotodiodo). L'irraggiamento preliminare viene ulteriormente corretto in base ai parametri del modello FV per il modulo FV selezionato al fine di calcolare l'irraggiamento effettivo, ovvero l'irraggiamento *visto* dalle celle FV vere e proprie. Se un modello FV e un progetto non sono ancora stati creati, i valori di SolSensor non ricevono questa ulteriore correzione, pertanto vengono visualizzati i valori di *irraggiamento preliminare*. In tal caso, il valore di irraggiamento visualizzato nella sezione delle letture in tempo reale di SolSensor, a destra della schermata, è arrotondato ai più vicini 10 W/m^2 e stampato in corsivo.

Una volta creati il progetto e il modello, l'irraggiamento effettivo viene visualizzato in caratteri normali con una risoluzione di 1 W/m^2 . In base alle correzioni, è possibile osservare leggere differenze tra irraggiamento preliminare ed effettivo. Per vedere l'irraggiamento (preliminare) misurato con una risoluzione di 1 W/m^2 , andare alla finestra di dialogo **Verifica della calibrazione** nel menu **Impostazioni**. Vedere [Verifica della calibrazione](#).

Precauzioni relative a SolSensor

Protezione del sensore di irraggiamento

Quando non viene utilizzato, tenere il sensore di irraggiamento (disco acrilico bianco) coperto con il coperchio in gomma nera in dotazione. Rimuovere il coperchio dopo aver montato SolSensor sul piano dell'array e ricollocare il coperchio prima di spostare SolSensor in un'altra posizione.

 Attenzione

Per evitare danni a SolSensor, mantenere il coperchio sul sensore di irraggiamento quando non viene utilizzato. Il sensore si danneggia facilmente a seguito di urti o abrasioni e anche la sporcizia ne compromette la precisione. L'occhio acrilico bianco del sensore di irraggiamento è un elemento ottico di precisione che deve essere mantenuto in perfette condizioni per garantire misurazioni accurate.

Luce diffusa

Quando il cielo si annuvola, viene dispersa una maggiore frazione di luce solare. Questa parte di irraggiamento dispersa o *diffusa* viene rilasciata sull'array da tutte le direzioni e angolazioni. Per alcuni sensori di irraggiamento, a seconda della loro struttura, può essere difficile misurare con precisione l'irraggiamento in presenza di una significativa irradiazione diffusa. Ad esempio, alcuni sensori di irraggiamento portatili presentano una scarsa risposta al coseno e la loro precisione è specificata solo per un irraggiamento diretto normale, ovvero in condizioni di cielo limpido e puntamento diretto verso il sole. Una cella di riferimento simile nella tecnologia alle celle dei moduli sottoposti a test riduce questo errore, ma non lo elimina. Il sensore di irraggiamento di SolSensor dispone di correzione degli effetti angolari e garantisce prestazioni migliori in condizioni di luce diffusa.

Determinazione dell'irraggiamento dalla curva I-V misurata

Fluke consiglia, nella maggior parte dei casi, di utilizzare SolSensor come fonte di misurazione dell'irraggiamento. Tuttavia, in alcuni casi è possibile utilizzare l'impostazione **Da I-V**. Quando si seleziona l'opzione **Da I-V**, il Software calcola l'irraggiamento dalla curva I-V misurata. Questa opzione presenta vantaggi e limitazioni.

L'opzione Da I-V offre i seguenti vantaggi:

- Non vi è alcun ritardo tra la misurazione della curva I-V e la determinazione dell'irraggiamento. Ciò è utile quando l'irraggiamento varia rapidamente (ramping) a causa delle nuvole in movimento, una condizione in cui un eventuale ritardo tra le misurazioni I-V e di irraggiamento si traduce in un errore di irraggiamento.
- È possibile misurare le tecnologie delle celle che presentano una scarsa corrispondenza spettrale con il sensore di irraggiamento al silicio di SolSensor.
- Poiché il valore I_{sc} previsto viene forzato affinché corrisponda con il valore I_{sc} misurato, è facile notare eventuali deviazioni tra le forme delle curve I-V misurate e previste.

L'opzione di irraggiamento **Da I-V** presenta anche le seguenti limitazioni:

- La sporcizia uniforme viene interpretata come irraggiamento ridotto e quindi non causa una deviazione tra le curve I-V misurate e previste. Controllare l'array prima di effettuare la misurazione e pulirlo, se necessario, per ridurre questo rischio.
- Analogamente, anche la degradazione uniforme del valore I_{sc} del modulo viene interpretata come irraggiamento ridotto e quindi non viene rilevata.
- Il valore di irraggiamento **Da I-V** viene utilizzato dal modello FV predittivo per calcolare il valore previsto di I_{sc} . L'utilizzo di un valore misurato per calcolare il valore previsto è circolare e forza il valore previsto di I_{sc} affinché corrisponda con il valore misurato.

Inserimento manuale dell'irraggiamento

Quando si seleziona questa opzione, inserire manualmente un valore di irraggiamento ottenuto con un altro metodo, ad esempio un sensore portatile o una cella di riferimento montata sull'array. Questa opzione presenta le seguenti limitazioni:

- L'orientamento preciso dei sensori di irraggiamento portatili sul piano dell'array risulta difficoltoso.
- In condizioni di rapida variazione dell'irraggiamento, un ritardo maggiore e più variabile tra le misurazioni della curva I-V e dell'irraggiamento si traduce in un errore di irraggiamento.
- I sensori di irraggiamento portatili possono mostrare una scarsa precisione, soprattutto nella risposta al coseno. Ciò introduce notevoli errori di irraggiamento quando il sole è lontano dall'asse dell'array e in condizioni di luce diffusa.

Misurazione della temperatura sul lato posteriore di un modulo FV con una termocoppia

La misurazione della temperatura sul lato posteriore del modulo è uno dei metodi tradizionali utilizzati dai tracciacurve I-V. Presenta diversi vantaggi e limitazioni. Alcuni degli elementi necessari sono trattati in [Installazione e utilizzo di I-V Curve Tracer e SolSensor](#).

Il metodo della termocoppia sul lato posteriore offre i seguenti vantaggi:

- Si tratta di un metodo diretto che non dipende da un modello FV.
- Consente di scegliere la posizione per la misurazione della temperatura. Si consiglia di scegliere una posizione con una temperatura media ed evitare posizioni molto calde o molto più vicine ai bordi più freddi dell'array.

Il metodo della termocoppia sul lato posteriore presenta le seguenti limitazioni:

- Al modello FV predittivo occorre conoscere la temperatura della cella, ma la termocoppia misura la temperatura del lato posteriore, leggermente più fredda. Il Software compensa parzialmente questo fenomeno modellando il calo di temperatura dalla cella al lato posteriore (aggiungendo fino a 3 °C alla temperatura misurata sul lato posteriore). L'entità della compensazione varia in proporzione all'irraggiamento, poiché in condizione di irraggiamento elevato la differenza tra la temperatura della cella e quella del lato posteriore è maggiore.
- La temperatura del lato posteriore varia sostanzialmente su un modulo, una stringa o un array FV. Questa variazione è causata da schemi di raffreddamento convettivo che dipendono dal grado di ventilazione, dalla posizione relativa nell'array e dall'esposizione al vento. Per questo motivo, le misurazioni della temperatura possono presentare valori falsati, per eccesso o per difetto, rispetto a quelli effettivi.

Selezione del diametro del filo della termocoppia

Fluke consiglia l'uso delle termocoppie fornite con SolSensor, ma se si utilizza una termocoppia diversa, scegliere un filo con un diametro relativamente ridotto, idealmente n. 24 o n. 30. Alcuni utenti preferiscono il n. 24 per una maggiore robustezza e maneggevolezza.

Esistono vari motivi per utilizzare uno di questi diametri di filo più piccoli:

- Per misurazioni precise della temperatura, la punta della termocoppia deve essere mantenuta perfettamente a contatto con la superficie del lato posteriore. Un traferro tra la termocoppia e la superficie del lato posteriore si traduce in una lettura della temperatura inferiore a quella effettiva. Utilizzare del nastro per mantenere la termocoppia in posizione. Un filo per termocoppia di tipo rigido non è abbastanza cedevole da consentire al nastro di svolgere la propria funzione.
- Poiché i fili per termocoppia di diametro maggiore sono più massicci, la termocoppia non è in grado di rispondere rapidamente alle variazioni di temperatura causate dal vento o dalle variazioni di irraggiamento. In condizioni variabili, un ritardo di misurazione si traduce in un errore di misurazione.
- Gli stessi fili della termocoppia scaricano una piccola quantità di calore lontano dalla punta della termocoppia. Questo flusso di calore causa un leggero calo di temperatura nel materiale del lato posteriore del modulo, con una scarsa conducibilità termica.

Selezione della punta della termocoppia

È disponibile una grande varietà di punte. La punta sferica semplice è una buona scelta poiché è robusta, affidabile e ha una massa relativamente bassa, che le consente di tracciare rapidamente le variazioni di temperatura. È possibile utilizzare anche punte di massa inferiore con strisce adesive integrate, ma l'esperienza dimostra che questi dispositivi si danneggiano facilmente.

Misurazione della temperatura del modulo FV con un termometro a infrarossi

Alcune soluzioni di misurazione si basano sulle misurazioni a infrarossi della temperatura del modulo. Questo approccio presenta importanti limitazioni.

Poiché il termometro IR determina la temperatura rilevando l'energia radiante emessa dall'oggetto misurato, la precisione della misurazione della temperatura dipende da quanto l'impostazione del controllo di emissività dello strumento corrisponda all'emissività effettiva dell'oggetto. L'emissività è la capacità relativa di un materiale di emettere energia attraverso la radiazione. È il rapporto tra l'energia irradiata da un determinato materiale e l'energia irradiata da un corpo nero alla medesima temperatura. Un corpo nero reale ha un valore $\varepsilon = 1$, mentre un oggetto reale ha un valore $\varepsilon < 1$. In generale, quanto più un materiale è opaco e scuro, tanto più la sua emissività è prossima a 1. Maggiore è la riflettanza di un materiale, minore è la sua emissività. L'argento molto lucido ha un'emissività pari a circa 0,02.

Alcuni termometri a infrarossi consentono una regolazione continua dell'emissività. Alcuni modelli offrono solo un'impostazione del livello (alto/medio/basso), il che limita la precisione. Alcuni presentano un'emissività preimpostata in fabbrica e non sono regolabili dall'utente.

I lati posteriori dei moduli FV non hanno tutti la stessa emissività, quindi è necessario regolare il controllo di emissività dello strumento affinché corrisponda con la superficie del lato posteriore o modificare l'emissività di tale superficie affinché corrisponda con lo strumento. Per ottenere un'elevata emissività, viene comunemente utilizzato il nastro isolante nero piatto. Con questa tecnica, è possibile impostare il controllo di emissività su 1 e ottenere una precisione accettabile.

Se non si utilizza il nastro, è possibile calibrare lo strumento rispetto a un altro metodo di misurazione, di solito una termocoppia fissata con nastro adesivo sul retro della stessa cella FV (vedere le linee guida discusse in precedenza). Regolare l'emissività finché le indicazioni della temperatura non sono uguali. Tenere presente che questa impostazione di emissività è calibrata solo per questo particolare tipo di lato posteriore del modulo.

Con tecniche a infrarossi, non misurare la temperatura del modulo dal lato anteriore dello stesso. Il vetro riflette il calore di altri oggetti, soprattutto del sole. Inoltre, il vetro potrebbe non essere completamente trasparente alla lunghezza d'onda dello strumento a infrarossi. Di conseguenza, l'indicazione della temperatura dipenderà sia dalla temperatura del vetro che dalla temperatura della cella FV.

Determinazione della temperatura della cella dalla curva I-V misurata

Quando si seleziona l'opzione **Da I-V**, il Software calcola la temperatura della cella equivalente dalla curva I-V misurata. Questa opzione presenta diversi vantaggi e diverse limitazioni, ciò dipende dal fatto che, poiché la temperatura viene calcolata principalmente dal valore V_{oc} misurato e il valore di temperatura risultante è un input del modello FV, il punto del modello che rappresenta il valore V_{oc} viene forzato affinché corrisponda con il valore misurato di V_{oc} .

L'opzione di temperatura **Da I-V** offre i seguenti vantaggi:

- Il valore di temperatura che ne risulta rappresenta la temperatura media della cella, che è ciò che serve al modello FV. Il metodo tiene adeguatamente conto della variazione di temperatura sul modulo o sulla stringa sottoposti al test.
- Non vi è alcun ritardo tra la misurazione della curva I-V e la determinazione della temperatura. Ciò è utile quando la temperatura del modulo varia rapidamente, una condizione in cui un ritardo si traduce in un errore di temperatura. Rapide variazioni di temperatura possono essere causate da nuvolosità variabile e anche da raffiche di vento.
- Poiché il valore V_{oc} previsto (il punto rosso destro sovrapposto alla curva I-V visualizzata) viene forzato affinché corrisponda con il valore V_{oc} misurato, è più facile notare eventuali deviazioni tra le forme delle curve I-V misurate e previste.

L'opzione di temperatura **Da I-V** presenta anche le seguenti limitazioni:

- Il modello utilizzato per determinare la temperatura dal valore V_{oc} è valido solo con un irraggiamento relativamente elevato. In condizioni di basso irraggiamento, si verifica un errore sostanziale nella derivazione della temperatura.
- Se la sorgente FV sottoposta a test presenta uno o più diodi di bypass in cortocircuito o conduttivi, il Software calcola una temperatura della cella inferiore a quella effettiva. È possibile ridurre questo rischio confrontando i valori V_{oc} tra le stringhe o i moduli sottoposti a test. I valori devono essere abbastanza coerenti. Se una singola stringa mostra una deviazione superiore a circa 10 V - 12 V, un diodo di bypass potrebbe essere attivo o in cortocircuito.
- Il valore di temperatura della cella Da I-V viene utilizzato dal modello FV predittivo per calcolare il valore previsto di V_{oc} . L'utilizzo di un valore misurato per calcolare il valore previsto è circolare e forza il valore previsto di V_{oc} affinché corrisponda con il valore misurato.

Misurazione della temperatura sul lato posteriore del modulo FV con una termocoppia

Fluke consiglia di utilizzare l'impostazione SmartTemp e una o due termocoppie sul lato posteriore di un modulo. Il metodo SmartTemp utilizza una combinazione dei metodi **Da I-V** e della termocoppia sul lato posteriore, che trae il meglio di ciascuno di essi, evitandone le maggiori limitazioni. La combinazione varia in funzione dell'irraggiamento:

- A valori di irraggiamento $<400 \text{ W/m}^2$, la temperatura viene ottenuta dalla termocoppia sul lato posteriore.
- A valori di irraggiamento $>800 \text{ W/m}^2$, la temperatura viene calcolata con il metodo Da I-V.
- A valori di irraggiamento compresi tra 400 W/m^2 e 800 W/m^2 , il Software si sposta progressivamente tra i metodi della termocoppia e Da I-V.

Questa strategia utilizza il metodo Da I-V a valori di irraggiamento elevati, dove offre una maggiore precisione, e si basa sulla termocoppia sul lato posteriore a valori di irraggiamento bassi, dove è presente un scarto di temperatura relativamente ridotto tra il lato posteriore del modulo e la cella.

Se il Software rileva una differenza di temperatura superiore a 5 °C tra i metodi della termocoppia e Da I-V, passa a utilizzare solo la termocoppia. Ciò riduce la probabilità di errori di temperatura causati da un modulo mancante o da un diodo di bypass in cortocircuito.

Interpretazione delle curve I-V misurate

Un modulo, una stringa o un array FV presenta una curva caratteristica della corrente in relazione alla tensione: la *curva I-V*. La curva I-V rappresenta la gamma di coppie di corrente e tensione a cui il circuito FV può funzionare all'irraggiamento e alla temperatura corrispondenti. I modelli matematici di I-V Curve Tracer prevedono la forma di questa curva per migliaia di moduli FV e configurazioni differenti. Occasionalmente, la forma della curva I-V misurata si discosta sostanzialmente dalla forma prevista dal modello. Queste deviazioni contengono informazioni sulle prestazioni del sistema FV e forniscono importanti indicazioni per la risoluzione dei problemi relativi alle prestazioni. Questa sezione descrive gli schemi di deviazione più comuni e identifica le cause più probabili di tali deviazioni.

Input del modello FV

Le funzioni di modellazione di I-V Curve Tracer prevedono la forma della curva I-V per il confronto con i risultati misurati. Affinché la previsione sia valida, gli input del modello devono essere validi. Gli input del modello sono:

- Parametri del modello FV memorizzati nel Software
- Numero di moduli FV in serie
- Numero di moduli FV o stringhe misurate in parallelo
- Lunghezza e diametro del filo tra i moduli FV e I-V Curve Tracer
- Irradiazione
- Temperatura della cella FV
- Azimut e inclinazione dell'array
- Latitudine e longitudine
- Informazioni su data, ora, fuso orario e ora legale

Terminologia della curva I-V

In questa discussione vengono utilizzate le seguenti abbreviazioni:

I_{sc}	Corrente di cortocircuito
I_{mp}	Corrente a potenza massima
V_{mp}	Tensione a potenza massima
V_{oc}	Tensione a circuito aperto
PF	Fattore prestazionale (PF, %) = $100 * (P_{max} \text{ misurato} / P_{max} \text{ previsto})$
FF	Fattore di riempimento = $I_{mp} * V_{mp} / (I_{sc} * V_{oc})$

Fattore prestazionale

Il Fattore prestazionale è la cifra di merito più importante per le prestazioni dell'array FV. Il Fattore prestazionale è il valore di potenza massima misurato diviso per il valore di potenza massima previsto (modellato). L'intervallo è compreso tra 0% e 100%.

Il valore di potenza massima previsto viene determinato dal modello FV, che tiene conto dei valori correnti di irraggiamento e temperatura. Ciò significa che il Fattore prestazionale è rilevante in un intervallo di irraggiamento e temperatura. Come la maggior parte delle misurazioni delle prestazioni dell'array, il confronto è più preciso se i livelli di irraggiamento sono elevati. Le misurazioni delle prestazioni effettuate con un irraggiamento inferiore a 400 W/m² non sono validi indicatori delle prestazioni della stringa in presenza di un irraggiamento elevato.

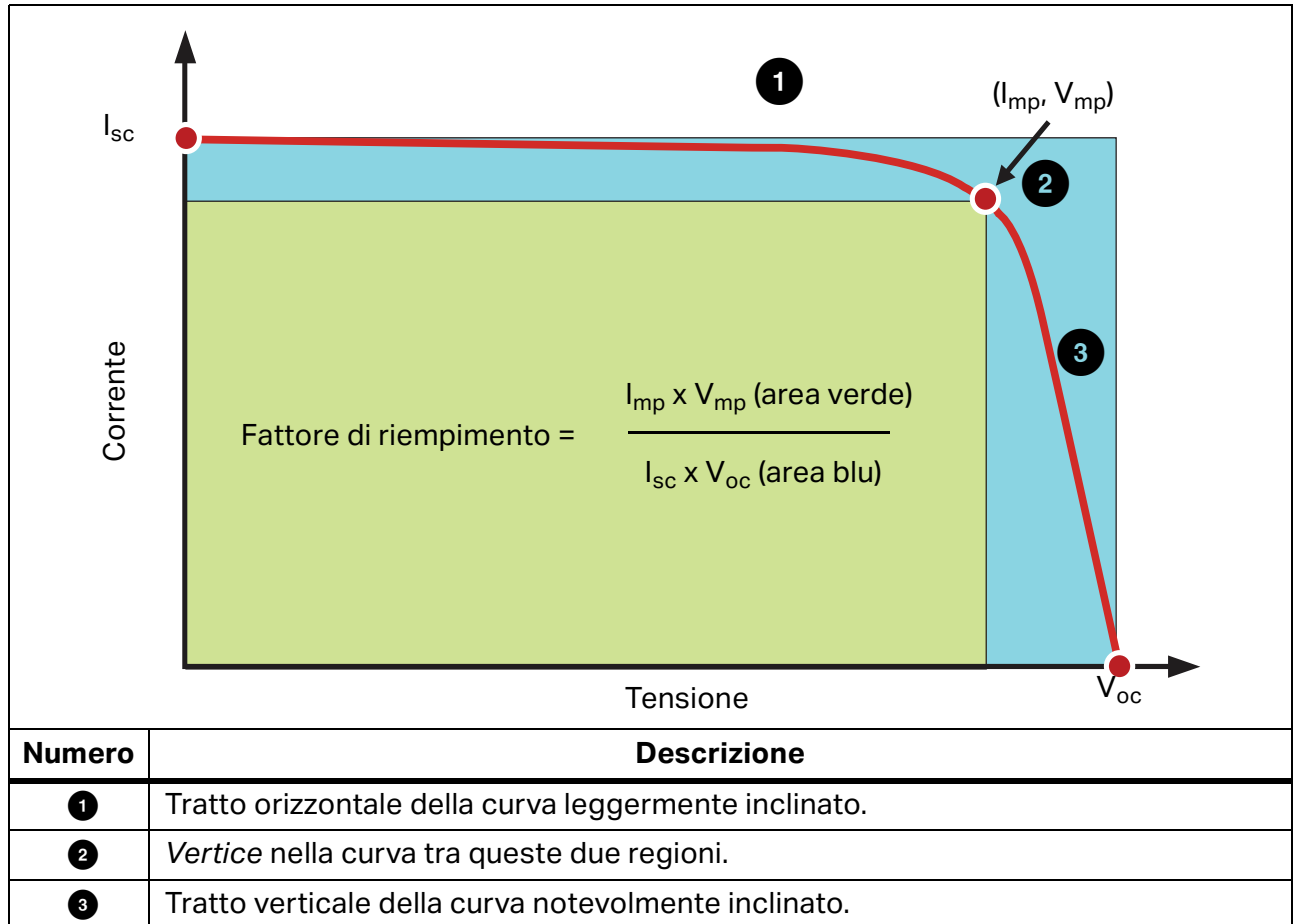
Se una stringa o un modulo FV funziona correttamente, non è ombreggiata, sporca o deteriorata dal tempo e viene misurata con un irraggiamento elevato, il Fattore prestazionale misurato sarà in genere compreso tra il 90% e il 100%. Se l'irraggiamento è stabile e la temperatura dell'array non varia rapidamente, le curve I-V misurate devono essere particolarmente coerenti da stringa a stringa.

Fattore di riempimento

Il Fattore di riempimento è una misura valida della quadratura del vertice della curva I-V. Un vertice più quadrato indica una maggiore capacità di convertire la luce solare in energia elettrica. Il Fattore di riempimento è definito da tre punti sulla curva I-V, come mostrato nella [Tabella 18](#). L'intervallo del Fattore di riempimento è compreso tra 0 e 1,0 e quanto più il Fattore di riempimento è prossimo a 1,0, tanto più la forma della curva I-V si avvicina a un rettangolo perfetto. Ogni tecnologia FV ha un proprio intervallo nominale di valori del Fattore di riempimento e il numero di modello di ciascun modulo ha in genere un intervallo nominale ristretto.

Il Fattore di riempimento non varia molto con l'irraggiamento finché questo è elevato, il che significa che il confronto dei valori del Fattore di riempimento è un ottimo modo per valutare la coerenza delle forme della curva I-V in situazioni di irraggiamento variabile (ma elevato).

Tabella 18. Definizione del Fattore di riempimento



La forma di una curva I-V normale

Tabella 19 mostra una curva I-V normale (linea rossa continua) come punto di partenza per questa discussione. La forma della curva I-V prevista, determinata dal modello FV integrato del PVA, è indicata dai tre punti rossi che rappresentano i valori I_{sc} , (I_{mp}, V_{mp}) e V_{oc} . La curva I-V rappresenta l'intera gamma di punti in cui il circuito FV potrebbe funzionare all'irraggiamento e alla temperatura misurati.

Una curva I-V normale ha una forma regolare con tre sezioni distinte, vedere la Tabella 18.

In una curva normale, le tre sezioni sono uniformi e continue. La forma e la posizione del vertice dipendono dalla tecnologia e dal produttore delle celle.

I tre punti del modello FV sono definiti, da sinistra a destra nella Tabella 18, come segue:

1. I_{sc} - Primo punto, in corrispondenza della corrente di cortocircuito prevista I_{sc} .
2. M_{pp} - Secondo punto, il punto di potenza massima previsto I_{mp}, V_{mp} .
3. V_{oc} - Terzo punto, in corrispondenza della tensione a circuito aperto prevista V_{oc} .

Interpretazione delle curve I-V

I problemi di prestazioni dei moduli o delle stringhe FV causano deviazioni tra le curve I-V misurate e previste. Esistono sei diversi tipi di deviazione, elencati di seguito e nella [Tabella 19](#). Una data sorgente FV sottoposta a test potrebbe mostrare una deviazione, una combinazione di due o più deviazioni o non mostrare alcuna deviazione.

Ciascuna deviazione della curva I-V illustrata nella [Tabella 19](#) ha diverse cause possibili.

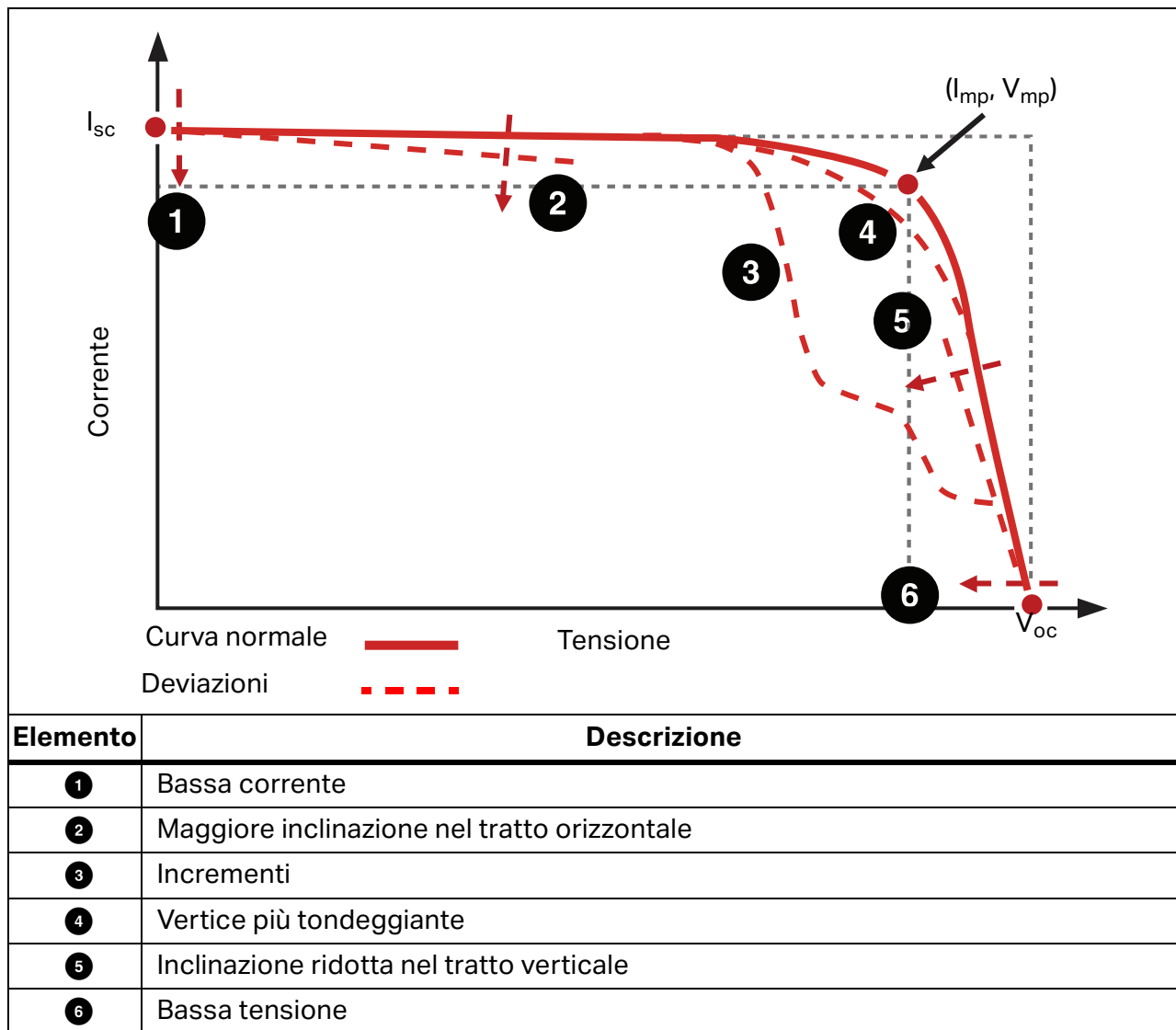
Nota

Le deviazioni dalla curva IV prevista possono essere dovute a problemi fisici dell'array FV sottoposto a test o a problemi di misurazione quali valori del modello, impostazioni dello strumento o collegamenti di misurazione errati. Per ridurre al minimo i problemi di misurazione, assicurarsi di selezionare il modulo FV corretto dall'elenco dei moduli FV integrato, controllare accuratamente il collegamento di misurazione e assicurarsi che le misurazioni dell'irraggiamento vengano effettuate sul piano dell'array e siano il più possibile simultanee con la scansione I-V.

Piccole deviazioni tra le curve I-V misurate e previste sono comuni a causa dell'incertezza associata alle misurazioni di irraggiamento e temperatura e del fatto che i moduli FV, anche di un determinato produttore e numero di modello, non sono tutti identici. Anche l'ombreggiatura e la sporcizia hanno effetti non presi in considerazione nel modello FV.

Le potenziali cause di deviazioni sostanziali tra le curve I-V misurate e previste sono discusse di seguito.

Tabella 19. Deviazioni nella forma della curva I-V



Tacche o gradini

L'array è parzialmente ombreggiato, sporco in modo non uniforme o sono presenti detriti

Esempi di questo tipo di deviazione sono mostrati nella [Figura 15](#), [Figura 16](#) e [Figura 17](#).

Figura 15. Effetto dell'ombreggiatura parziale sulla curva I-V di una stringa

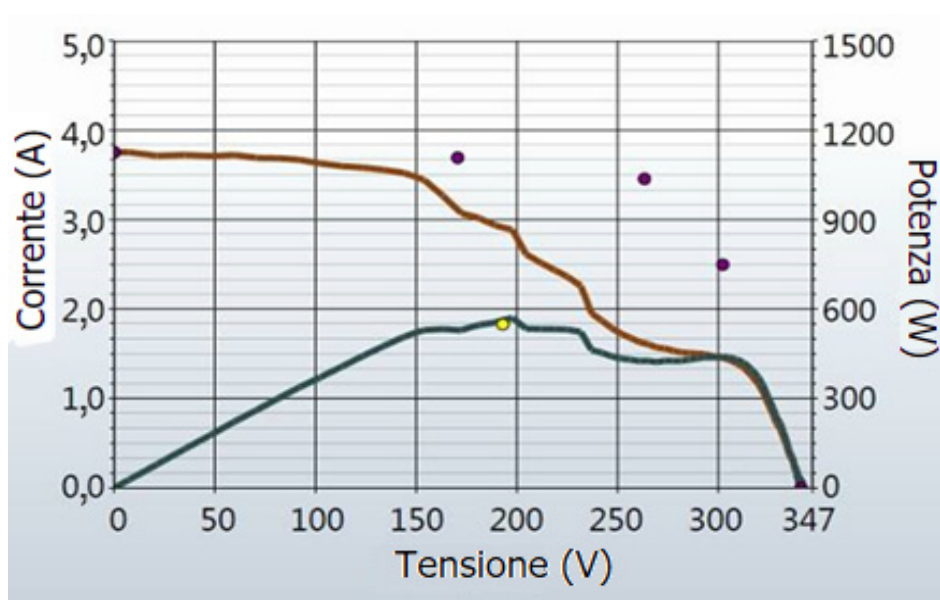
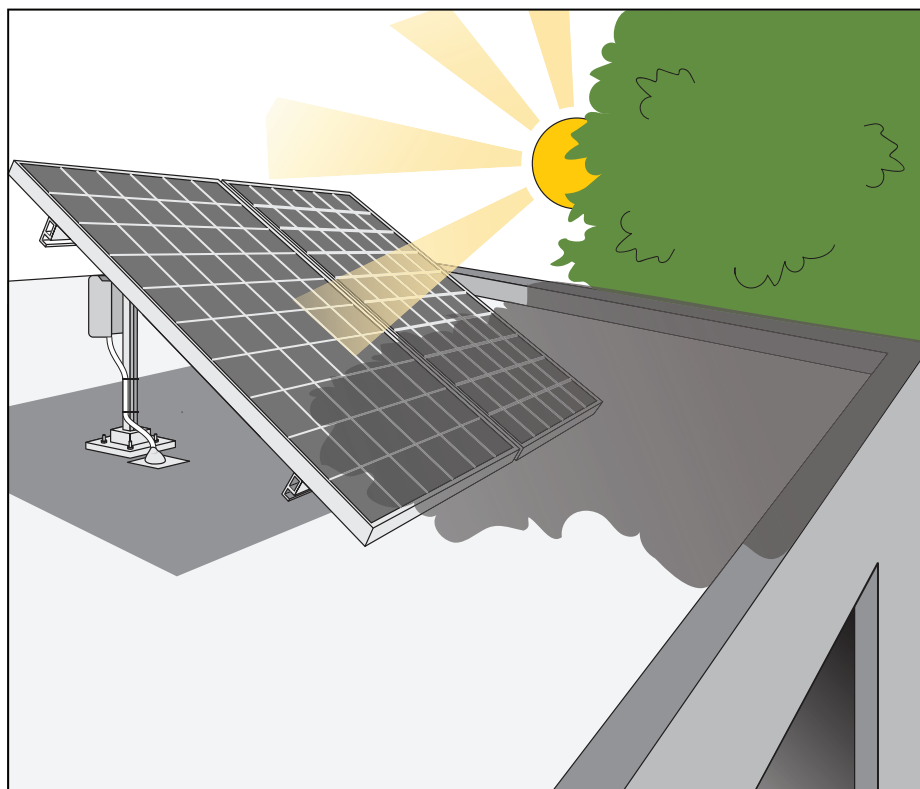


Figura 16. Effetto dell'ombreggiatura di un biglietto da visita posizionato su una singola cella di una stringa di 15 da 180 watt.

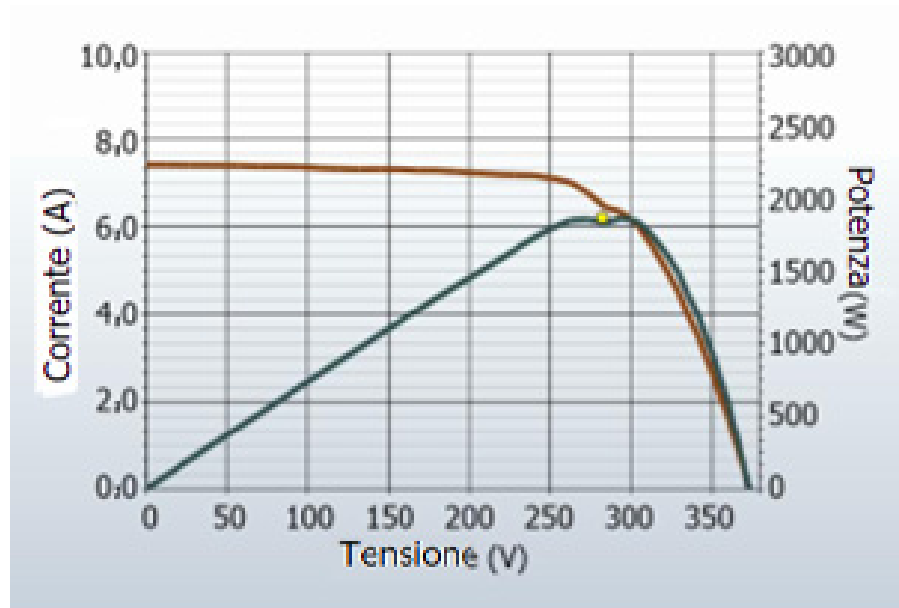
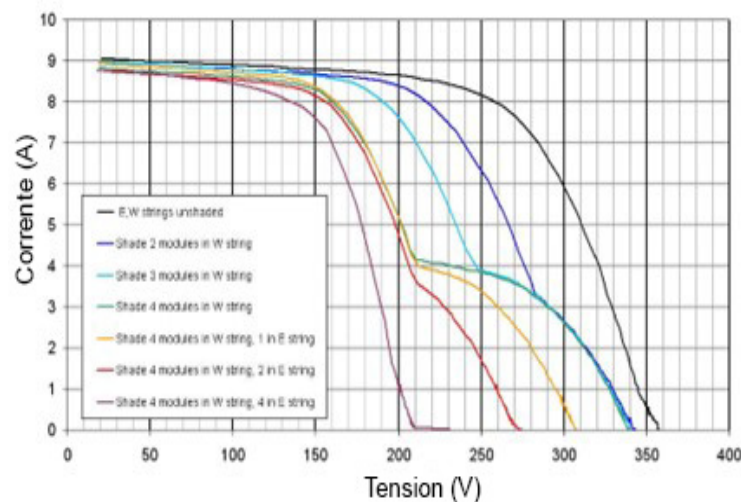


Figura 17. Effetto dell'ombreggiatura di interi moduli in combinazioni diverse



Nelle misurazioni di stringhe singole, i gradini indicano una mancata corrispondenza di corrente tra i moduli (o i gruppi di celle all'interno dei moduli) della stringa sottoposta a test. Sebbene le figure sopra riportate riguardino l'ombreggiatura, la mancata corrispondenza può avere altre cause. Le tacche della curva I-V sono associate alla conduzione dei diodi di bypass, atti a proteggere i singoli gruppi di celle all'interno dei moduli, che non sono in grado di trasferire tutta la corrente dei moduli e dei gruppi di celle più forti.

Le potenziali cause dei gradini della curva I-V sono riassunte di seguito e poi discusse in dettaglio:

- L'array è parzialmente ombreggiato, sporco in modo non uniforme o sono presenti detriti.
- Una combinazione di moduli FV con diverse specifiche all'interno della stessa stringa.
- Le celle FV sono danneggiate.
- Il diodo di bypass è in cortocircuito (solo in caso di misurazione di stringhe in parallelo).

L'ombreggiatura parziale di una cella FV riduce la capacità di corrente di quella cella che, in assenza di diodi di bypass, limiterebbe la corrente nell'intera stringa a quel livello. Ad esempio, la lieve ombreggiatura di una cella in un modulo da 72 celle con 3 diodi di bypass, fa sì che il diodo di bypass della cella conduca una corrente sufficiente a mantenere inalterata la corrente della stringa ed eviti danni alla cella debole. Senza il diodo di bypass, la cella debole diventa polarizzata in modo inverso, il che potrebbe generare una tensione di scarica distruttiva inversa potenzialmente dannosa e un guasto nel punto caldo. L'effetto dell'ombreggiatura parziale sulla curva I-V è la creazione di una tacca. In una singola stringa FV, la profondità del gradino rispetto alla normale altezza della curva I-V indica l'entità della mancata corrispondenza di corrente e la larghezza del gradino indica quanti gruppi di celle sono coinvolti.

Le celle FV sono danneggiate

Esistono tipi di anomalie a livello di cella che possono ridurre la capacità di una cella di produrre corrente. Inoltre, incrinature nella cella possono isolare elettricamente sezioni della cella. Sulla curva I-V ciò produce lo stesso effetto dell'ombreggiatura di un'area equivalente di una cella normale.

Bassa corrente

Questa sezione illustra le potenziali cause per cui il valore I_{sc} misurato è superiore o inferiore a quello previsto.

Sporcizia uniforme

L'effetto della sporcizia uniforme è simile a quello di una zanzariera posta sui moduli FV. La forma complessiva della curva I-V è corretta, ma la corrente a ogni livello di tensione è ridotta.

Accumulo di sporcizia

Anche una striscia di sporcizia a larghezza costante su un'intera stringa può ridurre la corrente. L'esempio più comune è un array a bassa inclinazione con moduli orientati in verticale. Con il tempo, una striscia di sporcizia si accumula sul bordo inferiore di ogni modulo. Quando la striscia di sporcizia raggiunge la fila inferiore di celle, inizia a limitare la corrente. Se le strisce di sporcizia sono abbastanza simili da un modulo all'altro, l'effetto è quello di una sporcizia uniforme.

Deterioramento del modulo

Il deterioramento delle prestazioni del modulo FV con il tempo e le sollecitazioni ambientali può ridurre la corrente. Il deterioramento è normalmente un processo lento. Assicurarsi di escludere i fattori correlati alla tecnica di misurazione che possono influenzare l'altezza della curva I-V, prima di concludere che i moduli si sono deteriorati.

É stato selezionato un modulo FV errato per il modello FV

I moduli FV con numeri di modello FV simili possono avere specifiche I_{sc} diverse. Verificare che il modulo selezionato dall'elenco dei moduli integrato corrisponda alla targhetta sul retro dei moduli FV. Se l'array ha una combinazione di moduli FV di diversi tipi, ciò può contribuire alle variazioni di I_{sc} . I moduli combinati possono anche causare un effetto di mancata corrispondenza, un'altra classe di deviazione.

Il numero di stringhe FV in parallelo non è stato inserito correttamente nel modello

Il valore misurato di I_{sc} si ridimensiona direttamente con il numero di stringhe in parallelo. Verificare che nel modello sia stato inserito il valore corretto e che la misurazione sia stata salvata nel ramo corretto dell'array tree.

Variazione dell'irraggiamento tra le misurazioni di irraggiamento e I-V

Il ritardo tra la misurazione dell'irraggiamento e la misurazione I-V può trasformarsi in un errore di misurazione. L'errore è maggiore quando le condizioni del cielo non sono stabili (ad esempio, è parzialmente nuvoloso) e viene utilizzato un sensore di irraggiamento manuale. Il processo di orientamento del sensore manuale, annotazione del valore e relativo inserimento nel PVA Software richiede molto più tempo rispetto al processo automatizzato utilizzato da SolSensor.

Il sensore di irraggiamento non è orientato sul piano dell'array

La precisione della misurazione dell'irraggiamento è estremamente sensibile all'orientamento del sensore. Il modello di I-V Curve Tracer presuppone che il sensore di irraggiamento sia orientato sul piano dell'array. È difficile posizionare in modo uniforme i sensori portatili sul piano dell'array. Per capire l'entità dell'errore che tale operazione può comportare, orientare il sensore affinché corrisponda al piano dell'array e annotare il valore di irraggiamento. Quindi rimuovere il sensore e ripetere l'operazione più volte nell'arco di un minuto, infine verificare la coerenza dei valori annotati. Questo esperimento è possibile solo in condizioni di irraggiamento stabili.

Effetti di albedo (riflessione)

La produzione di energia dei moduli FV può essere incrementata dalla riflessione o dispersione della luce proveniente da edifici, automobili e altre superfici adiacenti (effetto albedo).

Gli array FV e i sensori di irraggiamento possono rilevare quantità significative di irraggiamento riflesse dalle superfici circostanti. Esempi di effetti di albedo includono i riflessi delle superfici dei tetti, delle pareti degli edifici e di altri array FV adiacenti. La forza dell'effetto albedo non dipende dal colore percepito della superficie, come si potrebbe pensare. Anche la superficie di un parcheggio asfaltato è estremamente riflettente.

Se l'array sottoposto a test si trova in un ambiente edificato con molte superfici riflettenti, non è possibile fare molto, al di fuori di scegliere una posizione del sensore di irraggiamento che rappresenti le condizioni di irraggiamento tipiche. Naturalmente, le misurazioni della curva I-V registrano gli effetti di albedo. Questo è un altro motivo per eseguire importanti misurazioni delle prestazioni nelle 4 ore centrali della giornata in cui è probabile che gli effetti di albedo vengano ridotti al minimo in rapporto all'irraggiamento diretto.

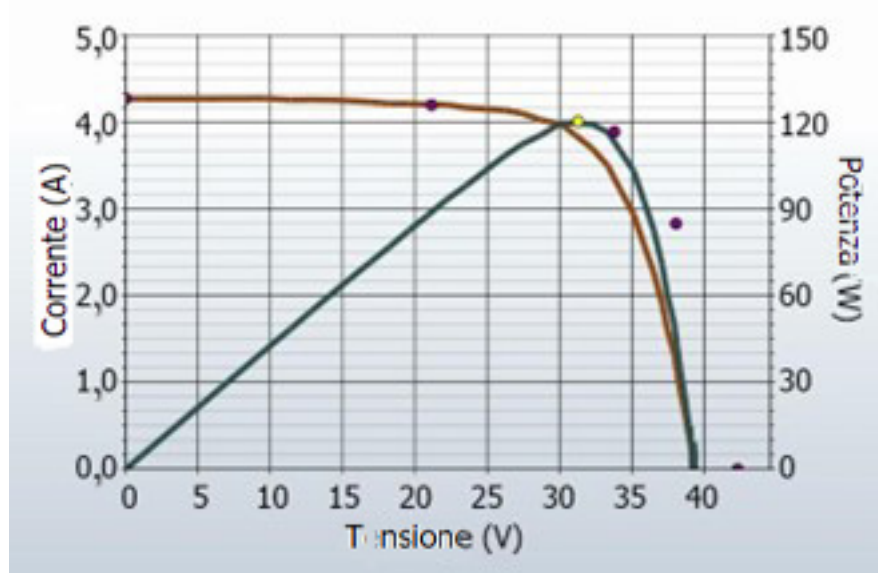
Il sensore di irraggiamento manuale non è preciso

I sensori di irraggiamento portatili variano ampiamente in termini di precisione della calibrazione, risposta alla luce fuori angolo e corrispondenza spettrale con l'array misurato. Tutte queste variabili influiscono sulla precisione.

Bassa tensione

Un esempio di questo tipo di deviazione è riportato nella [Figura 18](#).

Figura 18. Misurazione con un valore V_{oc} inferiore a quello previsto



La misurazione della temperatura della cella FV non è corretta

Il valore V_{oc} del modulo dipende dalla temperatura delle celle solari. Temperature più elevate comportano un valore V_{oc} inferiore. È possibile che sia presente un collegamento termico scadente tra la termocoppia e il lato posteriore del modulo, con conseguente errore di misurazione della temperatura.

Inoltre, se due termocoppie sono collegate a SolSensor e solo una di esse è fissata al lato posteriore di un modulo, ciò può causare un errore di misurazione della temperatura poiché il Software calcola la media delle temperature delle due termocoppie.

Anche il posizionamento della termocoppia è importante. Deve essere collocata in una posizione che rappresenti la temperatura media dei moduli. Evitare i bordi della tabella/array poiché sono più freddi a causa di una maggiore circolazione dell'aria.

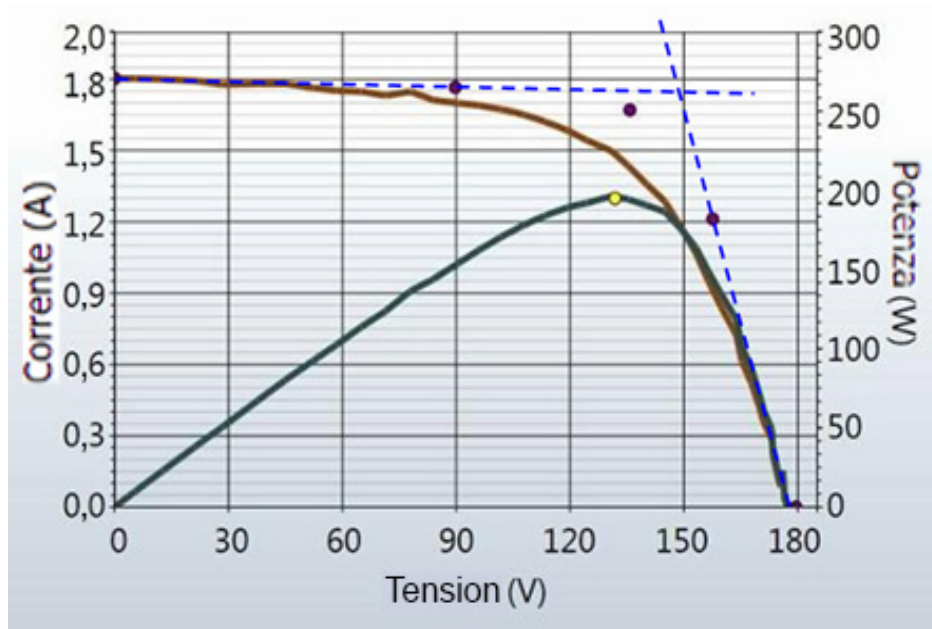
Uno o più diodi di bypass sono in cortocircuito

Questa è una possibile causa nelle misurazioni di stringhe singole. Nelle misurazioni di stringhe in parallelo tale condizione provoca un gradino nella curva I-V.

Vertice più tondeggiante

Un esempio di questo tipo di deviazione è mostrato nella [Figura 19](#).

Figura 19. Misurazione della curva I-V con vertice più tondeggiante rispetto a quanto previsto dal modello FV

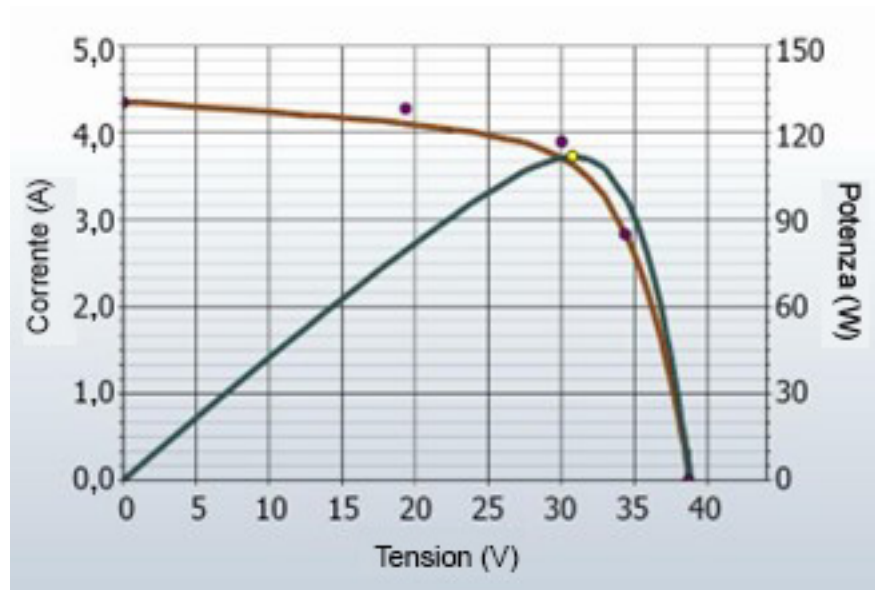


L'arrotondamento del vertice della curva I-V può essere una manifestazione del processo di invecchiamento. Questo effetto raramente viene visualizzato da solo e, di solito, è un effetto collaterale delle variazioni delle inclinazioni dei tratti della curva.

Inclinazione più accentuata nel tratto orizzontale

Un esempio di questa deviazione è mostrato nella [Figura 20](#).

Figura 20. Curva I-V con un'inclinazione più accentuata nel tratto orizzontale



Il tratto orizzontale della curva I-V può presentare un'inclinazione più accentuata rispetto a quella prevista dal modello FV. Le potenziali cause di questa deviazione sono riassunte di seguito e poi discusse in dettaglio:

- Striscia d'ombra o di sporcizia
- Mancata corrispondenza del valore I_{sc} tra i moduli
- Presenza di percorsi di shunt nelle celle FV

Striscia d'ombra o di sporcizia su tutti i gruppi di celle

Una striscia d'ombra o di sporcizia su tutti i gruppi di celle può causare un'inclinazione più accentuata nel tratto orizzontale della curva.

Aumento dello shunt nelle celle FV

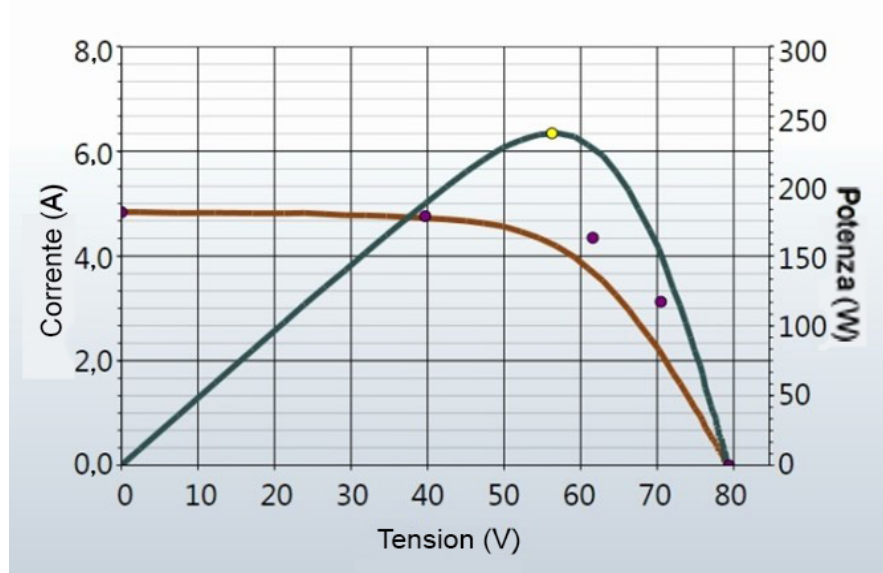
Lo shunt è il flusso di corrente FV all'indietro attraverso la giunzione della cella. Si tratta di un loop di corrente interno alla cella, che sottrae alla corrente che è in grado di apportare alla stringa. Una certa quantità di corrente di shunt all'interno di una cella solare è normale ed è la causa della leggera inclinazione del tratto orizzontale della curva. Tuttavia, se la resistenza di shunt delle celle si riduce a un valore inferiore sull'intero array, l'inclinazione del tratto orizzontale si accentua.

Problemi di shunt localizzati causano la dissipazione locale del calore e possono portare a guasti termici improvvisi della cella e del modulo.

Inclinazione meno accentuata nel tratto verticale

Un esempio di questo tipo di deviazione è mostrato nella [Figura 21](#).

Figura 21. Misurazione con inclinazione meno accentuata nel tratto verticale della curva I-V



L'inclinazione del tratto verticale della curva I-V è influenzata dalla quantità di resistenza in serie all'interno dei moduli FV e nel cablaggio dell'array. L'aumento della resistenza riduce l'inclinazione e il fattore di riempimento.

Le potenziali cause sono riassunte di seguito e poi discusse in dettaglio:

- Il cablaggio FV ha una resistenza eccessiva o è di dimensioni insufficienti.
- Le interconnessioni elettriche nell'array sono resistive.
- La resistenza in serie dei moduli FV è aumentata.

Il cablaggio FV presenta una resistenza eccessiva

Durante la configurazione del progetto nel Software, l'utente inserisce la lunghezza e il diametro del cablaggio esterno relativo alla stringa, più comunemente il cablaggio home-run verso un combiner box. Durante le misurazioni, il modello FV utilizza queste informazioni per tenere conto della perdita di tensione e di potenza prevista in questo cablaggio esterno, in modo che non venga associata alle prestazioni dei moduli FV. La lunghezza del filo non include la lunghezza dei cavi dei moduli stessi. Una grande differenza tra la lunghezza del filo inserita e quella effettiva può introdurre una resistenza eccessiva. Ad esempio, 500 piedi (a 1 via) di filo n. 10 aggiungono circa $1\ \Omega$ di resistenza in serie. Ciò riduce l'inclinazione nel tratto verticale della curva I-V prevista in prossimità di V_{oc} .

La resistenza dei puntali di I-V Curve Tracer è estremamente bassa e può essere trascurata.

I collegamenti elettrici nell'array sono resistivi

I collegamenti elettrici in qualsiasi punto del percorso di corrente possono aggiungere resistenza al circuito. Assicurarsi che i connettori tra i moduli siano completamente inseriti. Controllare inoltre l'eventuale presenza di segni di corrosione nelle scatole J e nei combiner.

La resistenza in serie dei moduli FV è aumentata

Alcuni meccanismi di deterioramento possono aumentare la quantità di resistenza in serie di un particolare modulo. La corrosione dei terminali metallici nei connettori del modulo, nella scatola di giunzione del modulo o sulle interconnessioni tra le celle può aumentare la resistenza in serie.

Risoluzione dei problemi degli array FV

Per indicazioni dettagliate su come interpretare le deviazioni della curva I-V, consultare l'articolo SolarPro, *Curve I-V solari--Interpretazione delle deviazioni della traccia*.

Conversione dei dati I-V in condizioni di test standard

Il Software offre una funzione per convertire la curva I-V visualizzata in condizioni di test standard (STC) di $1000\ \text{W/m}^2$ e $25\ ^\circ\text{C}$. Il Software inoltre converte i principali parametri delle prestazioni nella visualizzazione (scheda) **Tabella**.

L'applicazione principale di queste funzioni è l'analisi dei dati I-V raccolti durante la messa in servizio degli array FV su scala commerciale. Poiché queste misurazioni vengono solitamente eseguite in un intervallo di 4 ore centrato sul mezzogiorno solare, le curve I-V misurate riflettono le variazioni dell'irraggiamento e della temperatura delle celle che si verificano in questo periodo di tempo. Le funzioni di conversione rimuovono questi effetti a un primo ordine convertendo i principali parametri delle prestazioni ricavati dalle curve I-V in condizioni STC. Le repentine variazioni di irraggiamento e temperatura causate da nuvole in rapido movimento saranno difficili da correggere con precisione, quindi per ottenere risultati finali di qualità sono necessarie giornate con cielo limpido.

La conversione introduce un errore in proporzione al proprio intervallo di esecuzione. Tenere conto di ciò quando si valuta la coerenza delle prestazioni in un gruppo di stringhe FV.

Definizioni dei parametri

Queste definizioni sono estratte dal documento Sandia PV Array Model (D. L. King):

I_{sc} = Corrente di cortocircuito (A)

I_{mp} = Corrente al punto di potenza massima (A)

V_{mp} = Tensione al punto di potenza massima (V)

V_{oc} = Tensione a circuito aperto (V)

P_{mp} = Potenza al punto di potenza massima (W)

$\alpha_{I_{sc}}$ = Coefficiente di temperatura normalizzato per I_{sc} , (%/°C). Questo parametro viene *normalizzato* dividendo la dipendenza dalla temperatura (A/°C) misurata per un particolare spettro solare standard e livello di irraggiamento per la corrente di cortocircuito del modulo alla condizione di riferimento standard, I_{sc0} . L'utilizzo di queste unità (%/°C) rende lo stesso valore applicabile sia ai singoli moduli che alle stringhe di moduli in parallelo.

$\alpha_{I_{mp}}$ = Coefficiente di temperatura normalizzato per I_{mp} , (%/°C). Normalizzato allo stesso modo di $\alpha_{I_{sc}}$.

$\beta_{V_{oc}}$, (%/°C) = Coefficiente di temperatura per la tensione a circuito aperto del modulo.

$\gamma_{m_{pp}}$, (%/°C) = Coefficiente di temperatura per la tensione al punto di potenza massima del modulo.

T_c = Temperatura della cella all'interno del modulo in °C. Si ottiene misurando la temperatura della superficie posteriore del modulo e aggiungendo il differenziale di temperatura (generalmente da 2 a 3 gradi, a seconda dei livelli di irraggiamento).

Equazioni di conversione

Il modello di conversione di base qui utilizzato effettua le seguenti approssimazioni:

P_{mp} è proporzionale a E, l'irraggiamento

I_{mp} non dipende dalla temperatura

V_{mp} è indipendente da E

P_{mp} varia con la temperatura in base a γ_{mpp} . (tratto dalla scheda tecnica)

V_{oc} è indipendente da E

Alla luce di queste approssimazioni, formuliamo le seguenti ipotesi:

I_{sc} si ridimensiona direttamente con E e con la temperatura.

V_{oc} varia in modo lineare con la temperatura in base a β_{Voc} .

P_{mp} si ridimensiona con E e varia con la temperatura in base a γ_{mpp}

V_{mp} varia con la temperatura solo in funzione di γ_{mpp} , poiché α_{Imp} è notevolmente inferiore a α_{Isc} e viene assunto pari a zero.

Le equazioni di conversione sono le seguenti, dove i pedici sono definiti come m = misurato e trans = convertito:

$$I_{sc\,trans} = I_{sc\,meas} * (E_{trans} / E_{meas}) / (1 + (\alpha_{Isc}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

$$V_{oc\,trans} = V_{oc\,meas} / (1 + (\beta_{Voc}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

$$I_{mp\,trans} = I_{mp\,meas} * (E_{trans} / E_{meas})$$

$$V_{mp\,trans} = V_{mp\,meas} / (1 + (\gamma_{mpp}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

$$P_{mp\,trans} = P_{mp\,meas} * [E_{trans} / E_{meas}] / (1 + (\gamma_{mpp}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

Manutenzione

Pulizia del Prodotto

Attenzione

Per evitare danni al Prodotto, non utilizzare solventi o detergenti. Questi liquidi possono danneggiare il Prodotto.

Per pulire I-V Curve Tracer, l'involucro esterno di SolSensor e i puntali, utilizzare solo un panno umido e un detergente neutro.

Pulizia del sensore di irraggiamento di SolSensor

Attenzione

Per evitare danni al sensore di irraggiamento, non utilizzare solventi o detergenti per pulirlo. Questi liquidi possono causare micro-incrinature nel materiale e ridurre la precisione della misurazione dell'irraggiamento. Utilizzare solo acqua distillata e un panno morbido. Un panno morbido in microfibra e un flacone spray di acqua distillata sono forniti come dotazione standard.

Per pulire il sensore di irraggiamento:

1. Inclinare l'unità SolSensor su un lato in modo che il sensore di irraggiamento sia rivolto orizzontalmente.
2. Spruzzare un sottile velo di acqua distillata sul disco acrilico bianco.
3. Lasciare che l'acqua in eccesso scorra via, portando con sé polvere e sporcizia.
4. Asciugare il disco acrilico bianco con un panno morbido, pulito e asciutto. Non utilizzare mai sapone, soluzioni chimiche o panni abrasivi.

Smaltimento del Prodotto

Smaltire il Prodotto in modo professionale e rispettoso dell'ambiente. Se il Prodotto è dotato di una batteria integrata, gettare l'intero Prodotto nei rifiuti elettrici.

Risoluzione dei problemi di funzionamento del PVA Software

Questa sezione descrive i passaggi per la risoluzione dei problemi di funzionamento del Software. La risoluzione dei problemi relativi ai sistemi FV effettivi non è inclusa in questa discussione.

Per suggerimenti su come configurare Windows per la compatibilità con il Software e per la risoluzione dei problemi di Windows, vedere la pagina del prodotto sul sito Web di Fluke.

Risoluzione dei problemi tramite i messaggi di stato

Lo strumento principale per la risoluzione dei problemi di funzionamento del Software è l'indicatore di stato, visualizzato nella parte superiore destra della schermata sopra il pulsante **Misura ora**. Per un esempio, vedere il messaggio verde **Pronto** nella [Tabella 7](#). Vedere la [Tabella 20](#).

 Avvertenza

Per evitare possibili scosse elettriche, incendi, lesioni personali o morte, prestare attenzione all'indicatore di stato nella parte superiore destra del Software. Fare clic sull'indicatore di stato in qualsiasi momento per ottenere ulteriori informazioni sullo stato corrente. Tenere presente che i circuiti FV continuano a presentare il pericolo di scosse elettriche indipendentemente dallo stato di attivazione, pausa o disattivazione dell'unità di misurazione I-V.

Tabella 20. Messaggi di stato

Messaggio di stato	Descrizione
Pronto	Il collegamento wireless a I-V Curve Tracer è stato stabilito e l'apparecchiatura può ora eseguire una misurazione.
Inizializzazione in corso	Il collegamento a I-V Curve Tracer è stato stabilito e il Software sta inizializzando il dispositivo.
Misurazione in corso	I-V Curve Tracer sta elaborando una richiesta di misurazione ed eseguendo una misurazione I-V.
Disattivato	I-V Curve Tracer si è spento automaticamente perché ha rilevato una delle condizioni elencate di seguito. Fare clic sul messaggio Disattivato e seguire le istruzioni. Vedere Panoramica del software. La tensione della batteria dell'unità di misurazione I-V è troppo bassa: Il livello della batteria è estremamente basso e I-V Curve Tracer si spegnerà a breve. Ricaricare la batteria prima di un nuovo utilizzo. È stata rilevata una corrente superiore a xxA: La specifica della corrente di ingresso massima è stata superata. Se si misurano stringhe in parallelo, ridurre il numero di stringhe. È stata rilevata una sovratensione: La specifica della tensione è stata superata. Se la sovratensione è eccessiva, il Software disattiva in modo permanente anche I-V Curve Tracer. Questa condizione richiede la restituzione di I-V Curve Tracer alla fabbrica per l'ispezione e la riparazione. L'unità di misurazione I-V è troppo calda: I-V Curve Tracer ha raggiunto una temperatura interna troppo alta e il circuito di protezione ne ha eseguito lo spegnimento. Spostare I-V Curve Tracer in un luogo più fresco lontano dal sole diretto e lasciare che la temperatura scenda. Impulso di sovraccarico di corrente: È stato rilevato un impulso significativo di sovraccarico di corrente. Assicurarsi che l'inverter o altre parti dell'array non siano state inavvertitamente collegate durante la misurazione. Inoltre, alcuni moduli FV ad alta efficienza generano un'elevata corrente di spunto. Quando si utilizza PVA-1500T2, non misurare questi tipi di moduli in parallelo o stringhe di moduli ad alta efficienza con una corrente >10 A.

Tabella 20. Messaggi di stato (segue)

Messaggio di stato	Descrizione
In pausa	I-V Curve Tracer è stato temporaneamente arrestato perché è stato premuto il pulsante LED. È una parte normale del funzionamento di I-V Curve Tracer. In questa condizione, i collegamenti della sorgente FV possono essere modificati senza interrompere una misurazione. Per tornare allo stato normale, premere nuovamente il pulsante LED.
Ricerca unità I-V	Il PC e il Software non si sono ancora connessi con l'hotspot Wi-Fi creato da I-V Curve Tracer. Il pulsante LED dell'unità I-V lampeggia rapidamente quando essa non è collegata al software del PC tramite Wi-Fi. Assicurarsi che l'unità I-V sia accesa e che si trovi entro la portata wireless.
Nessuna connessione Wi-Fi	L'adattatore di rete Wi-Fi del PC è disattivato. Attivare l'adattatore Wi-Fi e connettersi all'hotspot PVA1500_yyyyyy.

Risoluzione dei problemi in base ai sintomi

Tabella 21 mostra i sintomi e i passaggi per risolvere il problema.

Tabella 21. Risoluzione dei problemi in base ai sintomi

Sintomo o messaggio	Descrizione e rimedio
L'area di visualizzazione di SolSensor indica <i>ricerca SolSensor</i> o mostra----	Con SolSensor, questi messaggi vengono visualizzati nell'area di visualizzazione dei dati di SolSensor quando quest'ultimo non è in grado di connettersi in modalità wireless con l'unità I-V. Assicurarsi che SolSensor sia acceso e che si trovi entro la portata wireless. Ostacoli nella linea visiva possono ridurre la portata wireless. Se SolSensor non riesce ancora a connettersi, eseguire un ripristino completo di SolSensor e dell'unità I-V. Tenere premuto il pulsante di accensione per almeno 6 secondi su ciascuno di essi. È inoltre possibile che SolSensor non sia associato correttamente all'unità I-V. Le unità SolSensor vengono associate in fabbrica all'unità I-V specifica fornita con SolSensor. Se si dispone di un nuovo SolSensor che non è mai stato associato all'unità I-V o l'associazione è stata persa, è possibile associarlo nuovamente all'unità I-V seguendo i passaggi riportati in Stati operativi della Tabella 3.
Breve interruzione della comunicazione con l'unità di misurazione I-V o SolSensor	Può verificarsi una breve interruzione tra I-V Curve Tracer e il PC. Se il collegamento non viene ripristinato entro 2 minuti, è possibile che ci si trovi al di fuori della portata wireless. Analogamente, anche la comunicazione con SolSensor può interrompersi temporaneamente, ma dovrebbe ripristinarsi entro breve tempo se SolSensor e I-V Curve Tracer si trovano entro la reciproca portata wireless. Se l'unità I-V non è connessa in modalità wireless con il PC, il Software visualizza Ricerca SolSensor poiché SolSensor comunica con il PC tramite I-V Curve Tracer.

Tabella 21. Risoluzione dei problemi in base ai sintomi (segue)

Sintomo o messaggio	Descrizione e rimedio
Il salvataggio delle misurazioni richiede più tempo del previsto	La velocità di salvataggio delle misurazioni dipende dal numero di punti traccia I-V selezionato. Utilizzare 100 punti per la maggior parte dei lavori e 500 punti quando è richiesta un'alta risoluzione. La risoluzione può essere modificata in qualsiasi momento durante tutto il progetto. Il controllo della risoluzione si trova nel menu Fornitura. L'intervallo minimo tra una misurazione e l'altra per I-V Curve Tracer è influenzato anche dalla tensione a circuito aperto delle stringhe sottoposte a test. Vedere la Tabella 5.
La curva I-V non raggiunge l'asse X	È possibile osservare questo tipo di traccia se si misura una curva I-V con un ampio gradino nella corrente.
La traccia è rumorosa	Le tracce rumorose della curva I-V possono essere il risultato di un basso irraggiamento, in particolare per le tecnologie FV con una bassa corrente di cortocircuito. Per risultati ottimali, eseguire misurazioni di array fissi durante le ore di massimo irraggiamento. Le stringhe di moduli con I_{sc} basso possono essere testate in parallelo per aumentare la corrente e ridurre il rumore. In rare occasioni, nei dati della curva I-V possono comparire picchi di corrente, soprattutto in prossimità di V_{oc} . Ciò può indicare un problema nei moduli o nel cablaggio, ad esempio un arco elettrico.
La curva I-V raggiunge la corrente zero in uno o più punti	Questa condizione può verificarsi in presenza di un collegamento elettrico instabile nel circuito FV misurato. Non si tratta di un problema relativo a I-V Curve Tracer. In fasi, rimuovere i moduli e i cavi dal circuito della sorgente FV per individuare il collegamento instabile.
La corrente di cortocircuito è notevolmente superiore o inferiore quella prevista dal modello	Assicurarsi che il sensore di irraggiamento sia montato sul piano dell'array. Verificare che l'array sia privo di sporcizia. Assicurarsi che la latitudine, la longitudine e l'azimut siano stati inseriti correttamente nella schermata Info sito e che la data e l'ora del PC siano corrette. Se si utilizza un tracker, assicurarsi che l'azimut antimeridiano dell'array sia impostato correttamente nelle Proprietà del sito del progetto PVA nel Software.

Tabella 21. Risoluzione dei problemi in base ai sintomi (segue)

Sintomo o messaggio	Descrizione e rimedio
Messaggio di tensione instabile	Prima che venga eseguita una scansione, il PVA misura il valore V_{oc} 10 volte per ottenere un valore medio. Se vi è un'ampia variazione dei valori tra queste 10 misurazioni, il Software visualizza un'avvertenza. Verificare l'eventuale presenza di collegamenti difettosi in qualsiasi punto del loop di misurazione.
I-V Curve Tracer non si accende	Controllare che I-V Curve Tracer sia carico.
Corrente zero sull'intera curva I-V	I-V Curve Tracer contiene un fusibile termico impostato in modo da intervenire se la temperatura interna del dispositivo supera 85 °C. Si tratta di un evento raro poiché il software è programmato per non consentire misurazioni quando la temperatura interna supera circa 72 °C. Tuttavia, se il fusibile termico interviene, I-V Curve Tracer viene spento in modo irreversibile e deve essere restituito alla fabbrica. Se si sospetta che si sia verificato questo problema, contattare Fluke. Vedere Contatti Fluke .

Per ulteriori informazioni sulla risoluzione dei problemi, vedere il poster fornito con il Prodotto, disponibile anche sul sito Web fluke.com.