PV-ISOTEST

Manuale d'uso

© Copyright HT ITALIA 2026

Versione IT 2.03 - 19/02/2026

INDICE

1. PRECAUZIONI E MISURE DI SICUREZZA 3
1.1. Istruzioni preliminari 3
1.2. Durante l'utilizzo 4
1.3. Dopo l'utilizzo 4
1.4. Definizione di categoria di misura (sovratensione) 4
2. DESCRIZIONE GENERALE 5
2.1. Introduzione 5
2.2. Funzionalità dello strumento 5
3. PREPARAZIONE ALL'UTILIZZO 6
3.1. Controlli iniziali 6
3.2. Alimentazione dello strumento 6
3.3. Conservazione 6
4. NOMENCLATURA 7
4.1. Descrizione dello strumento 7
4.2. Descrizione della tastiera 8
4.3. Descrizione del display 8
4.4. Videata iniziale 8
5. MENU GENERALE 9
5.1. SET – impostazione dello strumento 9
5.1.1. Lingua 9
5.1.2. Data e ora 9
5.1.3. Generale 10
5.1.4. Info 10
5.1.5. Nome Operatore 10
6. ISTRUZIONI OPERATIVE 11
6.1. RPE – Misura di Continuità su moduli/stringhe/campi FV 11
6.1.1. Calibrazione cavi di misura 11
6.1.2. Esecuzione misura di continuità in modo Standard (STD) 13
6.1.3. Esecuzione misura di continuità in modo Timer (TMR) 15
6.1.4. Situazioni anomale 17
6.2. MΩ – Misura di isolamento su moduli/stringhe/campi FV 18
6.2.1. Esecuzione misura di Isolamento – Modo DUAL 19
6.2.2. Esecuzione misura di isolamento – Modo TMR 20
6.2.3. Situazioni anomale 23
6.3. GFL – Ricerca condizioni di basso isolamento su stringhe FV 26
6.4. DMM – Funzione multimetro 31
6.5. Elenco dei messaggi di errore a display 32
7. MEMORIZZAZIONE RISULTATI 33
7.1. Salvataggio delle misure 33
7.2. Richiamo dei dati a display e cancellazione memoria 34
8. COLLEGAMENTO DELLO STRUMENTO A PC 35
9. MANUTENZIONE 36
9.1. Generalità 36
9.2. Sostituzione batterie 36
9.3. Pulizia dello strumento 36
9.4. Fine vita 36
10. SPECIFICHE TECNICHE 37
10.1. Caratteristiche tecniche 37
10.2. Caratteristiche generali 38
10.2.1. Normative di riferimento 38
10.2.2. Display e memoria 38
10.2.3. Alimentazione 38
10.2.4. Caratteristiche meccaniche 38
10.3. Condizioni ambientali di utilizzo 38
10.4. Accessori 38

11. APPENDICE – CENNI TEORICI 39
11.1. Misura Indice di Polarizzazione (PI) 39
11.2. Rapporto di Assorbimento Dielettrico (DAR) 39
11.3. Funzione GFL – Aspetti teorici e riferimenti normativi 40
11.4. Funzioni DUAL e TMR – Approfondimenti tecnici 42
11.4.1. Aspetti normativi e teorici della misura di isolamento 42
12. ASSISTENZA 45
12.1. Condizioni di garanzia 45
12.2. Assistenza 45

1. PRECAUZIONI E MISURE DI SICUREZZA

Lo strumento è stato progettato in conformità alla direttiva IEC/EN61010-1 relativa agli strumenti di misura elettronici. Prima e durante l'esecuzione delle misure attenersi alle seguenti indicazioni e leggere con particolare attenzione tutte le note precedute dal simbolo ⚠

- Non effettuare misure di tensione o corrente in ambienti umidi
- Non effettuare misure in presenza di gas o materiali esplosivi, combustibili o in ambienti polverosi
- Evitare contatti con il circuito in esame se non si stanno effettuando misure
- Evitare contatti con parti metalliche esposte, con terminali di misura inutilizzati, ecc..
- Non effettuare alcuna misura qualora si riscontrino anomalie nello strumento come, deformazioni, rotture, assenza di visualizzazione sul display, ecc..
- Prestare particolare attenzione quando si effettuano misure di tensioni superiori a 25V in ambienti particolari e 50V in ambienti ordinari in quanto si è in presenza di rischio di shock elettrici

Nel presente manuale e sullo strumento sono utilizzati i seguenti simboli:

Attenzione: attenersi alle istruzioni riportate nel manuale; un uso improprio potrebbe causare danni allo strumento o ai suoi componenti

Pericolo alta tensione: rischi di shock elettrici

Doppio isolamento

Tensione DC

Tensione AC

Riferimento di terra

1.1. ISTRUZIONI PRELIMINARI

- **Lo strumento è stato progettato per essere usato <u>nelle condizioni ambientali specificate al § 10.3</u>. La presenza di condizioni ambientali sensibilmente differenti può compromettere la sicurezza dello strumento e dell'operatore. In ogni caso, prima dell'utilizzo, attendere che le condizioni all'interno dello strumento siano comparabili alle condizioni dell'ambiente in cui esso si trova ad operare**
- Lo strumento può essere utilizzato per misure di **TENSIONE** in CAT III 1500VDC e CAT III 1000VAC con tensione massima 1500VDC e 1000VAC tra gli ingressi. Non operare su circuiti che superino i limiti specificati al § 10.1
- La invitiamo a seguire le normali regole di sicurezza orientate alla protezione contro correnti pericolose e proteggere lo strumento contro un utilizzo errato
- Solo gli accessori forniti a corredo dello strumento garantiscono gli standard di sicurezza. Essi devono essere in buone condizioni e sostituiti, se necessario, con modelli identici
- Controllare che le batterie siano inserite correttamente
- Prima di collegare i cavi di misura al circuito in esame, controllare che sia stata selezionata la funzione desiderata

1.2. DURANTE L'UTILIZZO

La preghiamo di leggere attentamente le raccomandazioni e le istruzioni seguenti:

ATTENZIONE

- La mancata osservazione delle avvertenze e/o istruzioni può danneggiare lo strumento e/o i suoi componenti o essere fonte di pericolo per l'operatore
- Il simbolo "▮" indica il livello di carica completo delle batterie interne. Quando il livello di carica scende a livelli minimi il simbolo "▯" è mostrato a display. In questo caso interrompere le prove e procedere alla sostituzione delle batterie in accordo a quanto descritto nel § 9.2
- **Lo strumento è in grado di mantenere i dati memorizzati anche in assenza di batterie**

1.3. DOPO L'UTILIZZO

Quando le misure sono terminate, spegnere lo strumento mantenendo premuto il tasto **ON/OFF** per alcuni secondi. Se si prevede di non utilizzare lo strumento per un lungo periodo rimuovere le batterie ed attenersi a quanto specificato nel § 3.3.

1.4. DEFINIZIONE DI CATEGORIA DI MISURA (SOVRATENSIONE)

La norma "IEC/EN61010-1: Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio, Parte 1: Prescrizioni generali", definisce cosa si intenda per categoria di misura, comunemente chiamata categoria di sovratensione. Al § 6.7.4: Circuiti di misura, essa recita:

I circuiti sono suddivisi nelle seguenti categorie di misura:

- La **Categoria di misura IV** serve per le misure effettuate su una sorgente di un'installazione a bassa tensione
  Esempi sono costituiti da contatori elettrici e da misure sui dispositivi primari di protezione dalle sovracorrenti e sulle unità di regolazione dell'ondulazione
- La **Categoria di misura III** serve per le misure effettuate in installazioni all'interno di edifici
  Esempi sono costituiti da misure su pannelli di distribuzione, disgiuntori, cablaggi, compresi i cavi, le barre, le scatole di giunzione, gli interruttori, le prese di installazioni fisse e gli apparecchi destinati all'impiego industriale e altre apparecchiature, per esempio i motori fissi con collegamento ad impianto fisso
- La **Categoria di misura II** serve per le misure effettuate su circuiti collegati direttamente all'installazione a bassa tensione
  Esempi sono costituiti da misure su apparecchiature per uso domestico, utensili portatili ed apparecchi similari
- La **Categoria di misura I** serve per le misure effettuate su circuiti non collegati direttamente alla rete di distribuzione
  Esempi sono costituiti da misure su non derivati dalla RETE e derivati dalla RETE ma con protezione particolare (interna). In quest'ultimo caso le sollecitazioni da transitori sono variabili, per questo motivo (OMISSIS) si richiede che l'utente conosca la capacità di tenuta ai transitori dell'apparecchiatura

2. DESCRIZIONE GENERALE

2.1. INTRODUZIONE

Lo strumento è stato progettato per la realizzazione di test di sicurezza su moduli/stringhe fotovoltaici (FV) al fine di verificare i parametri dichiarati dal costruttore oltre a eseguire misure di isolamento/continuità su moduli/stringhe/campi FV.

2.2. FUNZIONALITÀ DELLO STRUMENTO

Le seguenti caratteristiche sono disponibili:

Prova di continuità dei conduttori di protezione (RPE)

- Test con corrente di prova > 200mA in accordo alle normative IEC/EN62446-1, IEC/EN61557-4
- Calibrazione manuale dei cavi di misura

Misura di resistenza di isolamento su moduli/stringhe FV (MΩ)

- Tensioni di prova 250V, 500V, 1000V, 1500VDC in accordo alle IEC/EN62446, IEC/EN61557-2
- 2 modalità di misura disponibili
  - DUAL → misura in sequenza dell'isolamento fra polo positivo della stringa (+) e PE a e tra polo negativo della stringa e PE
  - TMR → misura singola temporizzata fra polo negativo della stringa e PE

Funzione GFL (Ground Fault Locator) per ricerca posizione di basso isolamento tra i moduli di una stringa FV (vedere § 6.3)

Il modello dispone della funzione di retroilluminazione del display, la possibilità di regolazione interna del contrasto e un tasto **HELP** in grado di fornire a display un aiuto all'operatore nella fase di collegamento dello strumento all'impianto. Una funzione di autospegnimento, eventualmente disattivabile, è disponibile dopo circa 5 minuti di non utilizzo dello strumento.

3. PREPARAZIONE ALL'UTILIZZO

3.1. CONTROLLI INIZIALI

Lo strumento, prima di essere spedito, è stato controllato dal punto di vista elettrico e meccanico. Sono state prese tutte le precauzioni possibili affinché lo strumento potesse essere consegnato senza danni. Tuttavia si consiglia di controllarlo per accertare eventuali danni subiti durante il trasporto. Qualora si dovessero riscontrare anomalie contattare immediatamente il rivenditore. Si consiglia inoltre di controllare che l'imballaggio contenga tutte le parti indicate al § 10.4. In caso di discrepanze contattare il rivenditore. Qualora fosse necessario restituire lo strumento si prega di seguire le istruzioni riportate al § 12

3.2. ALIMENTAZIONE DELLO STRUMENTO

Lo strumento è alimentato a batteria. Per modello ed autonomia delle batterie vedere § 10.2.3. Il simbolo "▮ "indica il livello di carica completo delle batterie interne. Quando il livello di carica scende a livelli minimi il simbolo "▯" è mostrato a display. In questo caso interrompere le prove e procedere alla sostituzione delle batterie in accordo a quanto descritto nel § 9.2.

Lo strumento è in grado di mantenere i dati memorizzati anche in assenza di batterie.

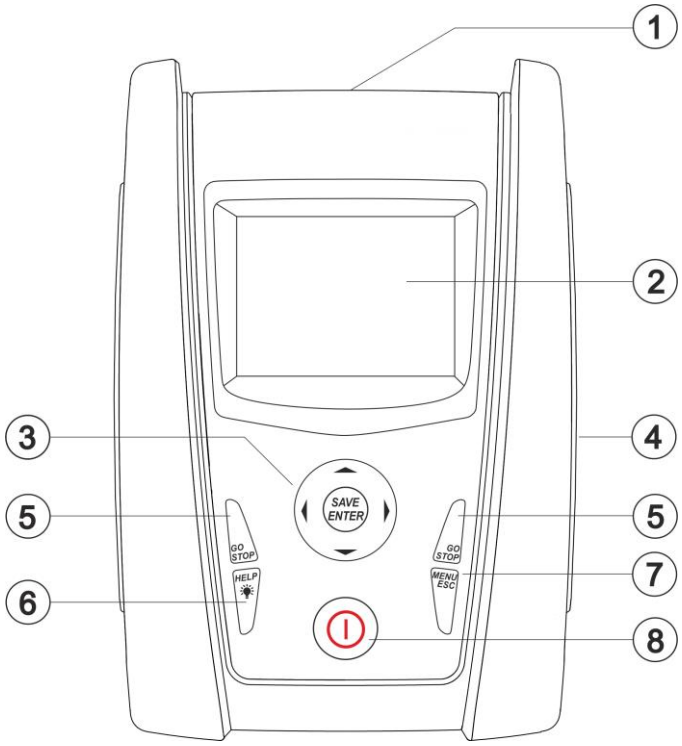
Lo strumento dispone di sofisticati algoritmi per aumentare al massimo l'autonomia delle batterie. Una **pressione continua del tasto HELP/** attiva la regolazione della retroilluminazione del display. L'utilizzo sistematico della retroilluminazione diminuisce l'autonomia delle batterie

3.3. CONSERVAZIONE

Lo strumento è stato progettato per essere usato nelle condizioni ambientali specificate al § 10.3. La presenza di condizioni ambientali sensibilmente differenti può compromettere la sicurezza dello strumento e dell'operatore e/o non garantire misure precise.
Dopo un lungo periodo di conservazione e/o in condizioni ambientali estreme, prima dell'utilizzo, attendere che le condizioni all'interno dello strumento siano comparabili alle condizioni dell'ambiente in cui esso si trova ad operare

4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO



LEGENDA:

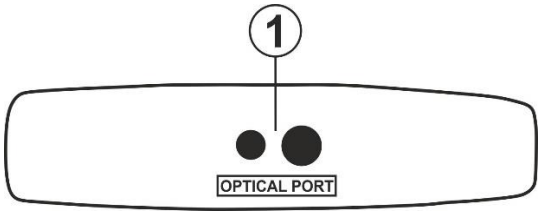
1. Ingressi
2. Display LCD
3. Tasti ▼,▲,▶,◀, **SAVE/ENTER**
4. Vano connettore cavo ottico/USB
5. Tasti **GO/STOP**
6. Tasto **HELP/**
7. Tasto **ESC/MENU**
8. Tasto **ON/OFF**

Fig. 1: Descrizione parte frontale dello strumento

LEGENDA:

1. Ingressi **P, N, E, C**

Fig. 2: Descrizione parte superiore dello strumento



LEGENDA:

1. Connettore per collegamento cavo di uscita optoisolata ottico/USB

Fig. 3: Descrizione parte laterale dello strumento

4.2. DESCRIZIONE DELLA TASTIERA

La tastiera è costituita dai seguenti tasti:

Tasto **ON/OFF** per accendere e spegnere lo strumento

Tasto **ESC** per uscire dal menu selezionato senza confermare le modifiche
Tasto **MENU** per tornare al menu generale dello strumento in ogni momento

Tasti ◀ ▲ ▶ ▼ per spostare il cursore all'interno delle varie schermate allo scopo di selezionare i parametri di programmazione
Tasto **SAVE/ENTER** per il salvataggio dei parametri interni e i risultati delle misure (SAVE) e per selezionare le funzioni desiderate dal menu (ENTER)

Tasto **GO** per avviare la misurazione
Tasto **STOP** per terminare la misurazione

Tasto **HELP** per accedere all'help on line visualizzando, per ciascuna funzione selezionata, le possibili connessioni tra strumento ed impianto
Tasto (**<u>pressione continua</u>**) per la regolazione della retroilluminazione

4.3. DESCRIZIONE DEL DISPLAY

Il display è un modulo grafico con risoluzione 128 x 128 punti. Nella prima riga del display viene visualizzata la data/ora di sistema e l'indicatore dello stato batterie. Nella parte bassa è invece indicata la modalità attiva.

4.4. VIDEATA INIZIALE

All'accensione dello strumento viene visualizzata per qualche secondo la videata iniziale. In essa sono visualizzati:

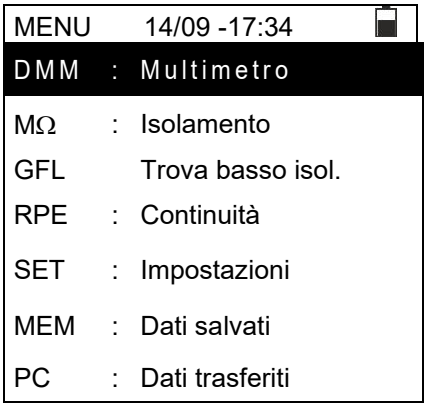
- Il modello dello strumento (PV-ISOTEST)
- Il costruttore
- Il numero di serie dello strumento (SN:)
- La versione dell'hardware (HW) e del firmware (FW) presente nella memoria dello strumento
- La data in cui è avvenuta l'ultima calibrazione dello strumento (Data calibrazione:)

PV-ISOTEST
HT ITALIA
SN: 25345678
HW: 02
FW: 1.14
Data calibrazione:
07/04/2025

Dopo alcuni istanti lo strumento passa all'ultima funzione selezionata.

5. MENU GENERALE

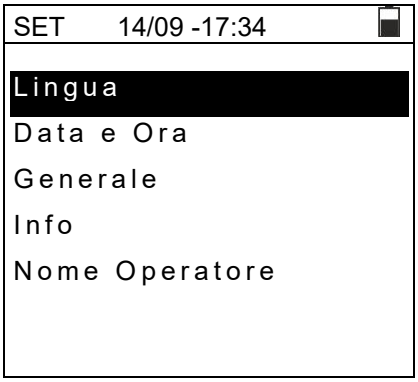
La pressione del tasto **ESC/MENU**, in qualunque condizione si trovi lo strumento, provoca la comparsa della videata del menu generale attraverso la quale è possibile impostare lo strumento, visualizzare le misure memorizzate, e selezionare la misurazione desiderata
Selezionando con il cursore una delle opzioni e confermando con **ENTER** si accede alla funzione desiderata



5.1. SET – IMPOSTAZIONE DELLO STRUMENTO

Posizionare il cursore sulla voce **SET** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata che elenca le varie impostazioni dello strumento.

Le impostazioni vengono mantenute anche dopo lo spegnimento dello strumento



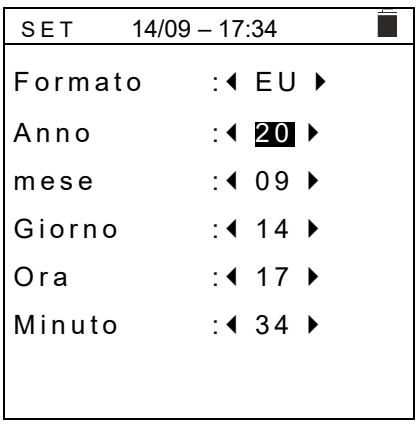
5.1.1. Lingua

Spostare il cursore su **Lingua** usando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. Lo strumento mostra la videata che permette l'impostazione della lingua di sistema.

Selezionare l'opzione desiderata usando i tasti freccia (▲,▼). Premere il tasto **ENTER** per confermare o il tasto **ESC** per tornare alla videata precedente.

5.1.2. Data e ora

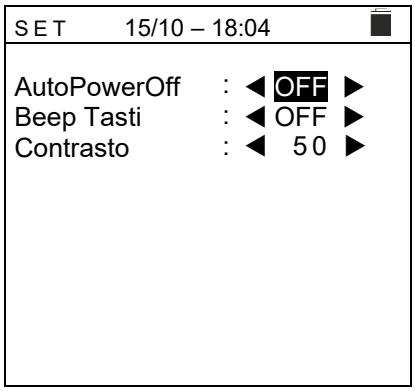
1. Posizionare il cursore sulla voce "**Data Ora**" utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**
2. A display appare la videata che consente l'impostazione della data/ora di sistema sia nel formato **Europeo (EU)** sia nel formato **USA (US)**
3. Per l'impostazione delle unità di misura usare i tasti freccia (◀ , ▶)
4. Premere il tasto **SAVE** per salvare le impostazioni effettuate e il messaggio "Dati memorizzati" sarà mostrato per un istante. Premere il tasto **ESC/MENU** per uscire senza salvare e tornare alla videata precedente



5.1.3. Generale

Spostare il cursore su **Generale** usando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. Lo strumento mostra la videata in cui è possibile abilitare/disabilitare l'auto power off, il suono associate alla pressione dei tasti e il contrasto del display

Selezionare l'opzione desiderata usando i tasti freccia (▲,▼). Premere il tasto **ENTER** per confermare o il tasto **ESC** per tornare alla videata precedente



5.1.4. Info

Spostare il cursore su **Info** usando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**.
Lo strumento mostra la videata iniziale come indicato nella videata a lato.
Premere il tasto **ESC** per tornare al menu principale

5.1.5. Nome Operatore

Questa opzione consente di includere il nome dell'operatore che esegue le misure con lo strumento (**max 12 caratteri**). Tale nome sarà incluso nei report creati con uso del software di gestione.

1. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ per spostare il cursore sul carattere selezionare e premere il tasto **SAVE/ENTER** per l'inserimento
2. Muovere il cursore nella posizione "CANC" e premere il tasto **SAVE/ENTER** per cancellare il carattere selezionato
3. Muovere il cursore nella posizione "OK" e premere il tasto **SAVE/ENTER** per confermare il nome scritto e tornare alla videata precedente.

6. ISTRUZIONI OPERATIVE

6.1. RPE – MISURA DI CONTINUITÀ SU MODULI/STRINGHE/CAMPI FV

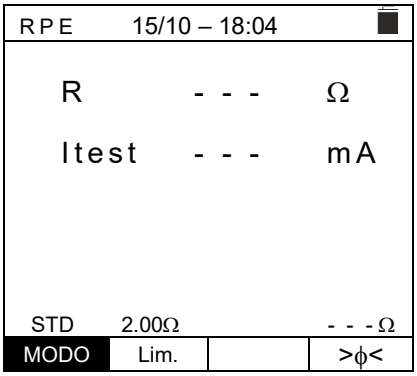
Lo scopo di questa misura è l'esecuzione del test di continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali (ex: dal dispersore fino alle masse e masse estranee collegate) e dei conduttori di messa a terra degli SPD sulle installazioni FV. Il test deve essere condotto usando una corrente di prova > 200mA in accordo alle prescrizioni della Guida CEI 82-25 e delle normative IEC/EN62446 e IEC/EN61557-4

ATTENZIONE

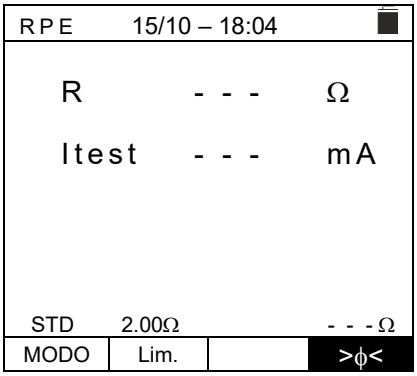
Si raccomanda una verifica preliminare di corretto funzionamento dello strumento prima di eseguire una misura mettendo terminali di ingresso **E** e **C** in cortocircuito verificando un valore di continuità pressoché nullo e un valore fuori scala con terminali **E** e **C** aperti

6.1.1. Calibrazione cavi di misura

1. Posizionare il cursore sulla voce **RPE** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata seguente:



2. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**>ϕ<**".A display appare la videata a lato



3. Connettere i cavi di misura tra di loro come mostrato in Fig. 4

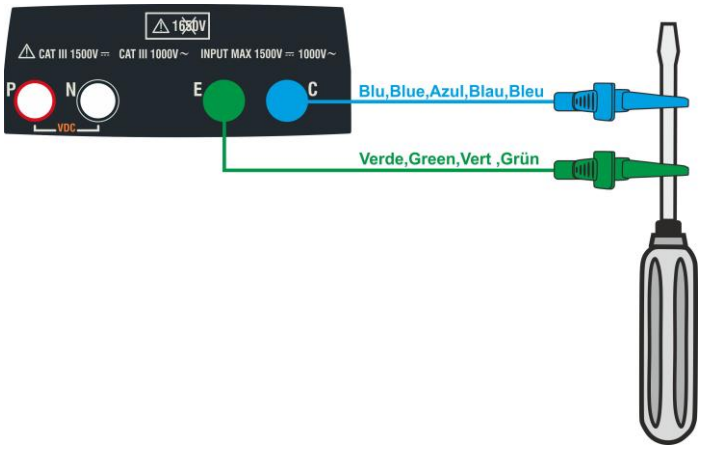
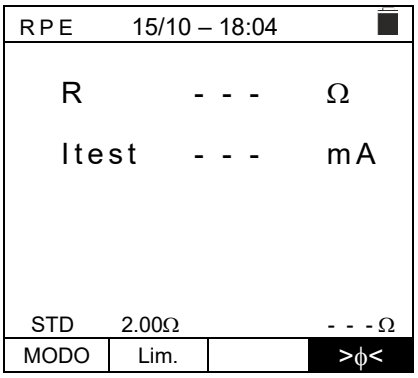
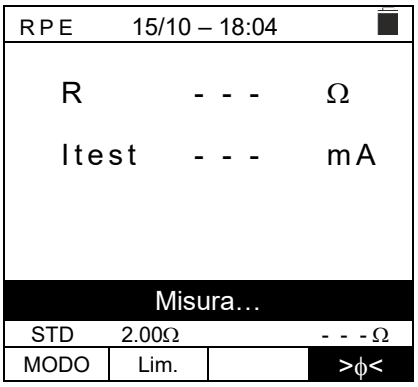


Fig. 4: Compensazione della resistenza dei cavi di misura

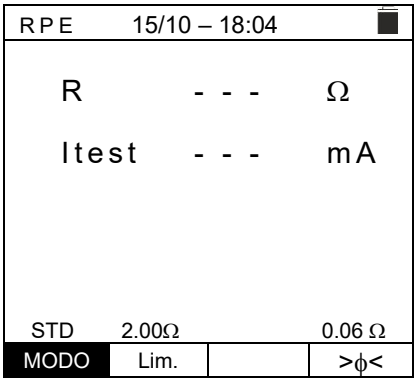
4. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**>ϕ<**".A display appare la videata a lato



5. Premere il tasto **GO/STOP** per attivare la calibrazione. I messaggi "Misura…" seguito da "Verifica" e da "Azzeramento" sono mostrati in sequenza a display

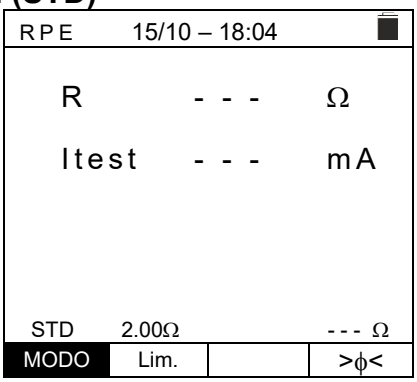


6. Al termine della procedura di compensazione, nel caso in cui il valore della resistenza misurata risulti **≤5Ω**, lo strumento emette un doppio segnale acustico a segnalare l'esito positivo della prova e visualizza Il valore della resistenza compensata dei cavi, che sarà sottratto a tutte le successive misure di continuità, nella parte bassa destra del display

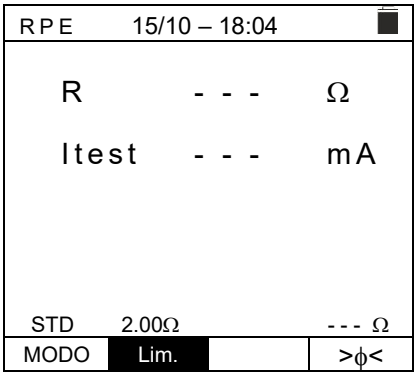


6.1.2. Esecuzione misura di continuità in modo Standard (STD)

1. Posizionare il cursore sulla voce **RPE** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata seguente. Il simbolo "STD" è presente a display

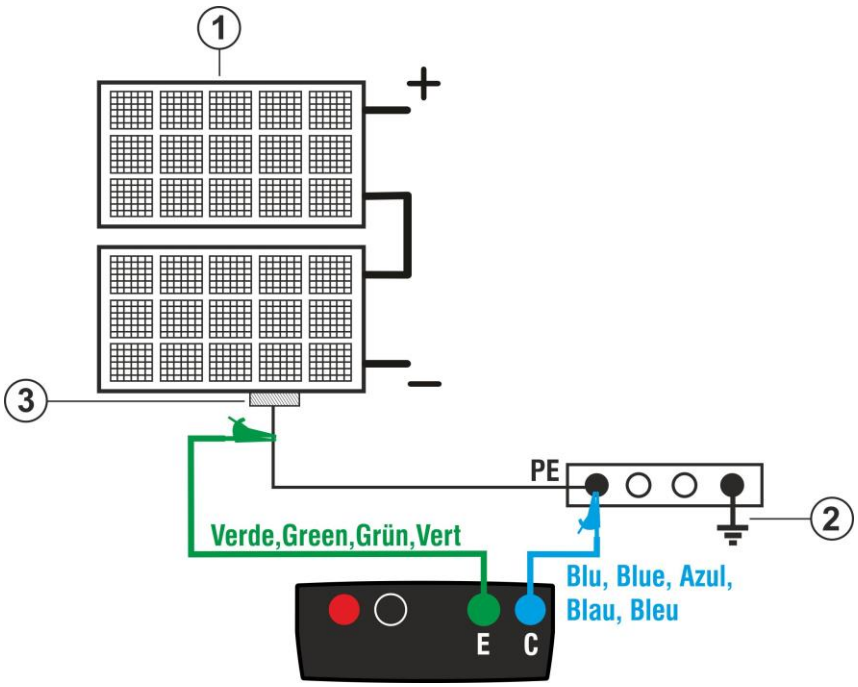


2. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Lim.**".A display appare la videata a lato.
3. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare la soglia limite di riferimento per la misura di continuità selezionabile nel campo **0.01Ω ÷ 9.99Ω** in passi da 0.01Ω (si ricorda che la normativa IEC/EN62446-1 non fissa un valore limite di resistenza e valori tipici sono di circa 1Ω o 2Ω)



4. Eseguire la calibrazione iniziale dei cavi di misura (vedere § 6.1.1)

5. Collegare lo strumento al modulo/stringa FV in prova e al nodo principale di terra dell'impianto come mostrato in Fig. 5



LEGENDA:

E: Cavo verde
C: Cavo blu

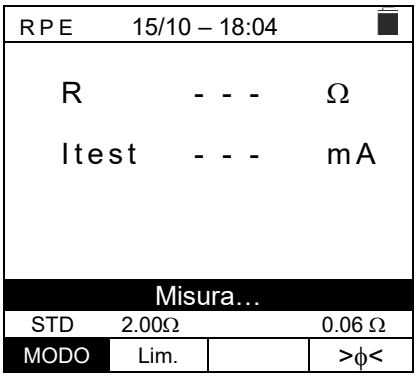
1. Modulo/stringa FV
2. Riferimento principale di terra dell'impianto
3. Struttura metallica messa a terra dell'impianto

Fig. 5: Collegamento strumento per misura di continuità su strutture dell'impianto FV

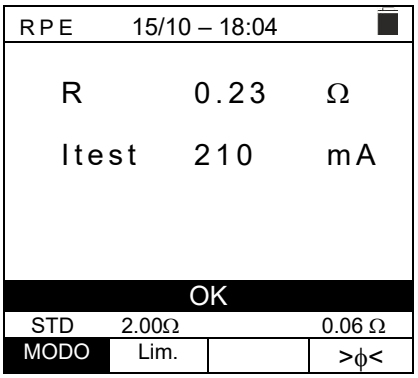
ATTENZIONE

Alla pressione del tasto **GO/STOP** lo strumento può fornire diversi messaggi di errore (vedere § 6.1.4) e, per effetto di essi, non eseguire il test. Controllare ed eliminare, se possibile, le cause dei problemi prima di proseguire con il test

6. Premere il tasto **GO/STOP** per attivare il test. In caso di assenza di condizioni di errore, lo strumento visualizza il messaggio "**Misura…**" come mostrato nella videata a lato

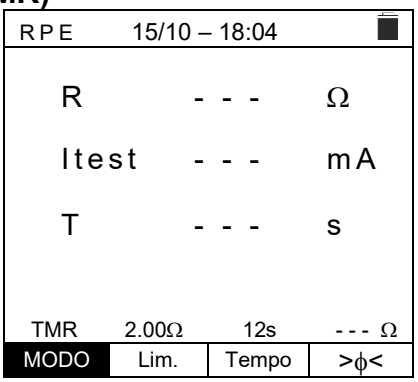


7. Al termine della misura lo strumento fornisce il valore della resistenza dell'oggetto in prova. Se il risultato è inferiore al limite massimo impostato lo strumento visualizza il messaggio "**OK**" (valore minore o uguale della soglia limite impostata) altrimenti visualizza il messaggio "**NO OK**" (valore maggiore della soglia limite impostata) come mostrato nella videata a lato
8. Premere il tasto **SAVE** per salvare il risultato del test nella memoria dello strumento (vedere il § 7.1) o il tasto **ESC/MENU** per uscire dalla videata senza salvare e tornare alla videata principale di misura

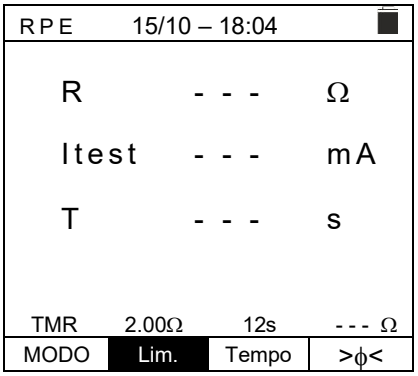


6.1.3. Esecuzione misura di continuità in modo Timer (TMR)

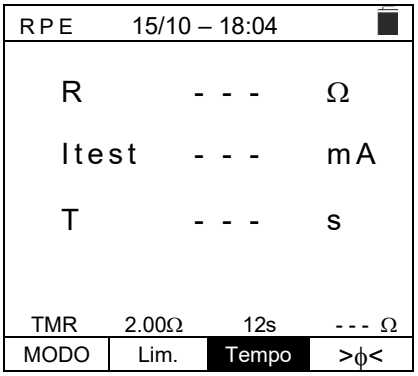
1. Posizionare il cursore sulla voce **RPE** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata seguente.
2. Usare i tasti freccia (▲,▼) per selezionare il modo Timer Il simbolo "TMR" è presente a display



3. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Lim.**".A display appare la videata a lato.
4. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare la soglia limite di riferimento per la misura di continuità selezionabile nel campo **0.01Ω ÷ 9.99Ω** in passi da 0.01Ω (si ricorda che la normativa IEC/EN62446-1 non fissa un valore limite di resistenza e valori tipici sono di circa 1Ω o 2Ω)



5. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Tempo.**".A display appare la videata a lato.
6. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare **la durata della misura (Timer)** di continuità selezionabile nel campo **3s ÷ 99s in passi da 3s**



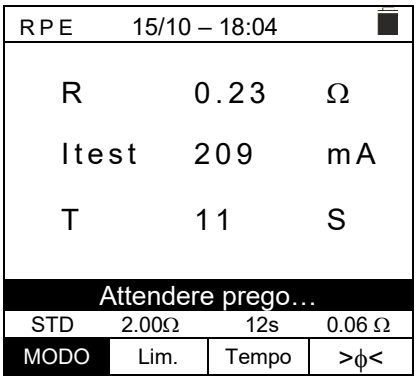
7. Eseguire la calibrazione iniziale dei cavi di misura (vedere § 6.1.1)

8. Collegare lo strumento al modulo/stringa FV in prova e al nodo principale di terra dell'impianto come mostrato in Fig. 5

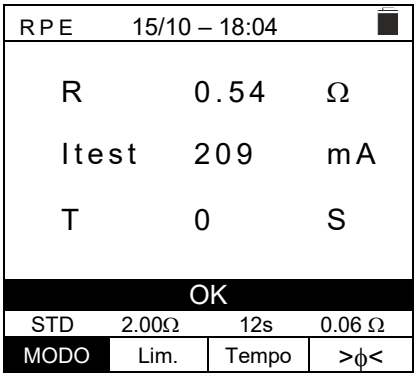
ATTENZIONE

Alla pressione del tasto **GO/STOP** lo strumento può fornire diversi messaggi di errore (vedere § 6.1.4) e, per effetto di essi, non eseguire il test. Controllare ed eliminare, se possibile, le cause dei problemi prima di proseguire con il test

9. Premere il tasto **GO/STOP** per attivare il test. In caso di assenza di condizioni di errore, lo strumento inizia una serie di misure continue per l'intera durata del Timer impostato **fornendo un breve suono ogni 3s** alternando i messaggi "**Misura…**" e "**Attendere prego…**" come mostrato nella videata a lato. In questo modo è possibile per l'operatore spostarsi da un punto all'altro del luogo in cui si sta eseguendo la misura



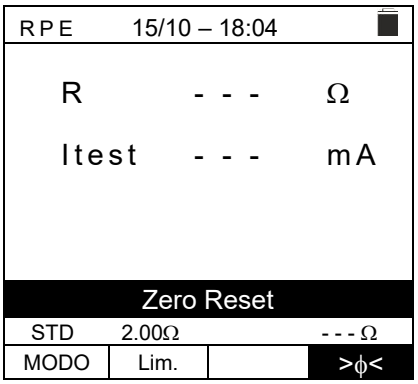
10. Al termine della misura lo strumento fornisce il massimo valore tra tutti quelli delle misure parziali eseguite. Se il risultato è inferiore al limite massimo impostato lo strumento visualizza il messaggio "**OK**" (valore minore o uguale della soglia limite impostata) altrimenti visualizza il messaggio "**NO OK**" (valore maggiore della soglia limite impostata) come mostrato nella videata a lato



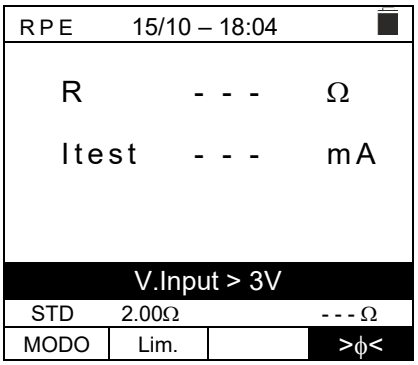
11. Premere il tasto **SAVE** per salvare il risultato del test nella memoria dello strumento (vedere il § 7.1) o il tasto **ESC/MENU** per uscire dalla videata senza salvare e tornare alla videata principale di misura

6.1.4. Situazioni anomale

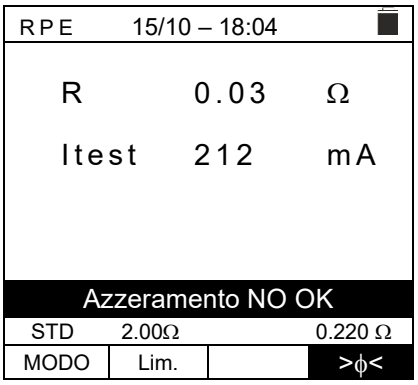
1. Per azzerare il valore della resistenza compensata effettuare una nuova procedura di compensazione con una resistenza superiore a 5Ω come, ad esempio, a puntali aperti. Il messaggio “Zero Reset” appare a display



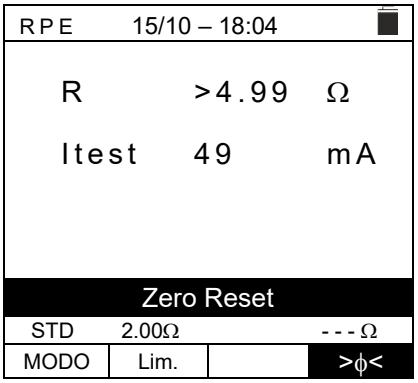
2. Qualora lo strumento rilevi ai propri terminali E e C una tensione **superiore a 3V** non esegue la prova, emette un segnale acustico prolungato e visualizza il messaggio “V.Input > 3V”



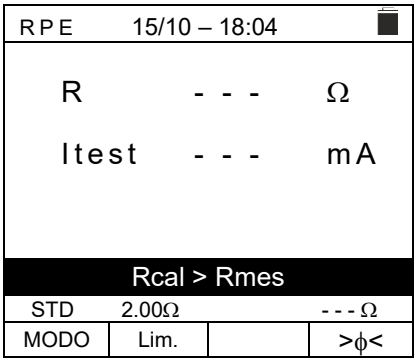
3. Qualora venga rilevato che la resistenza calibrata sia più elevata della resistenza misurata lo strumento emette un segnale acustico prolungato e visualizza il messaggio: “Azzeramento NO OK”



4. Qualora lo strumento rilevi ai propri terminali una resistenza superiore a 5Ω emette un segnale acustico prolungato, azzera il valore compensato e visualizza il messaggio “Zero Reset”



5. Qualora venga rilevato che la resistenza calibrata sia più elevata della resistenza misurata (ad esempio per uso di cavi diversi da quelli in dotazione), lo strumento emette un segnale acustico prolungato e visualizza una videata come quella a fianco. Eseguire un reset e operare una nuova compensazione dei cavi.



6.2. MΩ – MISURA DI ISOLAMENTO SU MODULI/STRINGHE/CAMPI FV

Lo scopo di questa misura è l'esecuzione delle misure di resistenza di isolamento dei conduttori attivi di moduli, stringe e campi FV in accordo alle prescrizioni della Guida CEI 82-25 e delle normative IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-2 **senza la necessità di usare un interruttore esterno per cortocircuitare i terminali positivo e negativo**.

ATTENZIONE

- **NON usare questa funzione per eseguire misure di isolamento su stringhe o moduli fotovoltaici che integrano dispositivi MLPE** (microinverter, ottimizzatori di potenza o dispositivi di spegnimento rapido – RSD). L'esecuzione di prove di isolamento su tali configurazioni può comportare il **danneggiamento sia dei dispositivi MLPE sia dello strumento**
- Non toccare le masse dei moduli durante la misura in quanto potrebbero trovarsi a potenziale pericoloso anche ad impianto sezionato per effetto della tensione generata dallo strumento
- La misura potrebbe dare risultati non corretti se il riferimento di terra non è collegato correttamente all'ingresso **E**
- Si raccomanda una verifica preliminare di corretto funzionamento dello strumento prima di eseguire una misura, impostando la funzione **TMR** mettendo i terminali **N** ed **E** in cortocircuito verificando un valore di isolamento pressoché nullo e un valore fuori scala con terminali **N** ed **E** aperti

ATTENZIONE

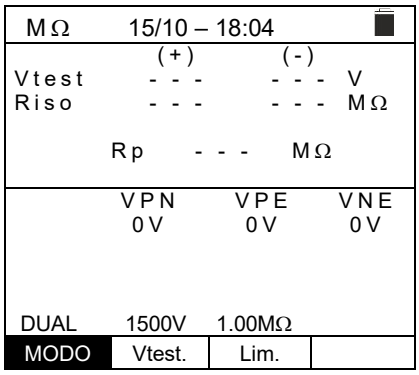
- La misura di isolamento è eseguibile su un singolo modulo, su una stringa o su un impianto costituito da più stringhe connesse in parallelo
- Se il modulo/stringa/l'impianto ha un polo connesso a Terra, tale connessione va temporaneamente sezionata.
- In accordo alla IEC/EN62446-1 la tensione di prova Vtest deve essere ≥ tensione nominale dell'impianto
- La normativa IEC/EN62446-1 fissa 1MΩ come valore limite minimo di isolamento per impianti con tensione nominale superiore a 120V
- Sezionare la stringa/impianto dall'inverter e da eventuali scaricatori
- È consigliabile eseguire la misura di isolamento direttamente sul modulo/stringa/campo a monte di eventuali diodi di blocco

Lo strumento esegue la misura di isolamento nei seguenti modi:

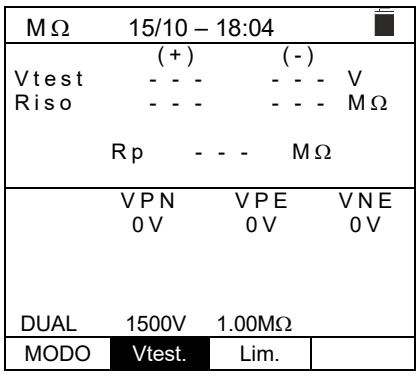
- Modo **DUAL** → lo strumento esegue la misura di isolamento in sequenza tra il polo positivo (+) e il riferimento PE e tra il polo negativo (-) e il riferimento PE di moduli, stringhe o campi FV
- Modo **TMR** → lo strumento esegue la misura in modo continuo (con durata max 999s) tra il terminale "N" e il riferimento PE visualizzando la **resistenza parallelo tra il polo (+) e il polo (-)** di stringhe/moduli oppure una generica resistenza di isolamento di cavi **non in tensione** al termine del periodo di tempo selezionato. Lo strumento esegue in questo modo anche il calcolo dei parametri DAR (Rapporto di Assorbimento Dielettrico) e PI (Indice di Polarizzazione) se la durata della prova è adeguata al calcolo dei suddetti parametri

6.2.1. Esecuzione misura di Isolamento – Modo DUAL

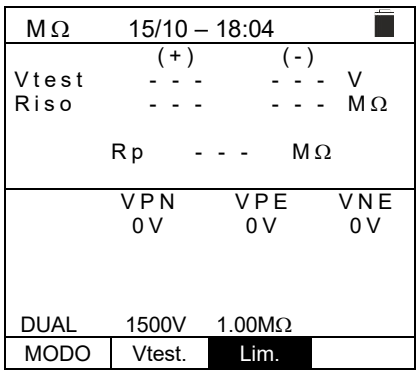
1. Posizionare il cursore sulla voce **MΩ** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata a lato. Utilizzando ancora i tasti freccia (▲,▼) selezionare il modo di misura "**DUAL**" in corrispondenza della posizione "MODE"



2. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Vtest**" per impostare la tensione di prova
3. Usare i tasti freccia (▲,▼) per selezionare una delle seguenti tensioni di prova (Vnom): **250, 500, 1000,1500VDC**. Si ricorda che in accordo alla IEC/EN 62446-1 la tensione di prova Vtest deve essere ≥ tensione nominale dell'impianto



4. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Lim.**".A display appare la videata a lato.
5. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare la soglia limite **minima** di riferimento per la misura di isolamento selezionabile tra i valori **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ**. Si ricorda che la normativa IEC/EN62446-1 fissa un valore limite minimo di resistenza di isolamento pari a 1MΩ per impianti con tensione nominale superiore a 120V



6. Collegare lo strumento alla stringa FV in prova come mostrato in Fig. 6. **La prova può essere eseguita anche su più stringhe in parallelo fra loro. Si ricorda che occorre sezionare anche eventuali scaricatori connessi ai cavi della stringa/stringhe e che è consigliabile eseguire la misura a monte di eventuali diodi di blocco**

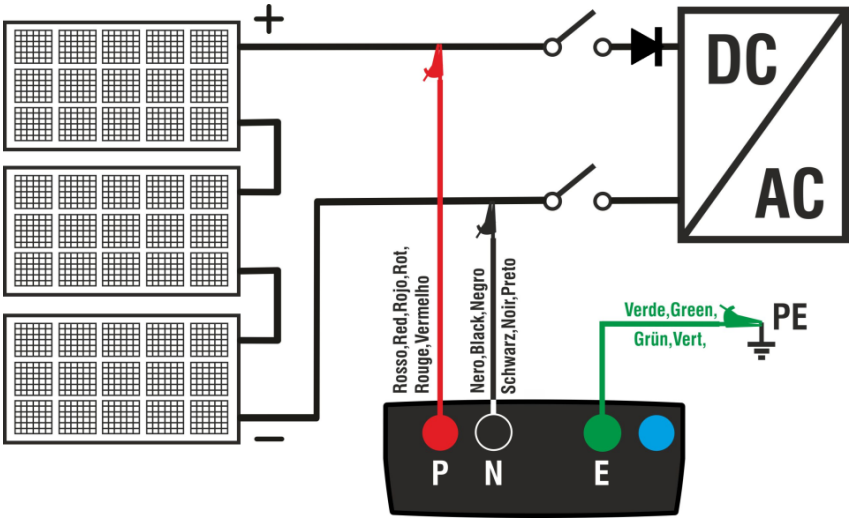
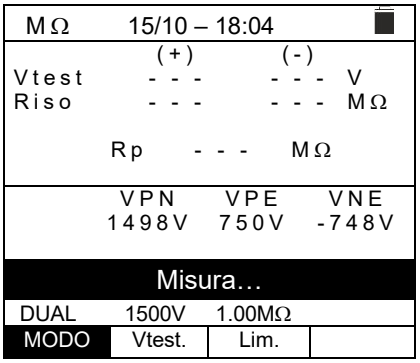


Fig. 6: Collegamento strumento per misura di isolamento in modo DUAL

ATTENZIONE

Alla pressione del tasto **GO/STOP** lo strumento può fornire diversi messaggi di errore (vedere § 6.2.3) e, per effetto di essi, non eseguire il test. Controllare ed eliminare, se possibile, le cause dei problemi prima di proseguire con il test

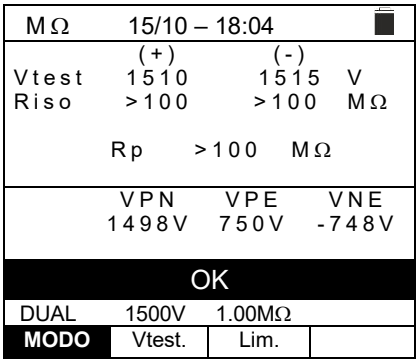
7. **Premere e tenere premuto il tasto GO/STOP per 2s** al fine di attivare il test. In caso di assenza di condizioni di errore, lo strumento visualizza il messaggio "**Misura…**" come mostrato nella videata a lato. Nel campo "Vtest" è mostrata la reale tensione di prova generata dallo strumento. **La durata della prova può variare in funzione della presenza o meno di capacità parassite presenti**



8. Lo strumento esegue in sequenza le seguenti misure:
   - Isolamento tra polo positivo (+) della stringa e riferimento di terra
   - Isolamento tra polo negativo della stringa (-) e riferimento di terra
   - Calcolo del valore di resistenza **Rp** dato dal parallelo delle misure (+) e (-)

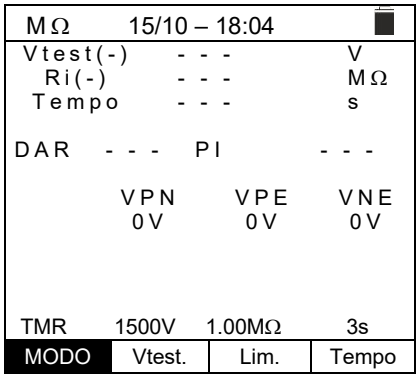
   Se "**Rp≥Lim**" lo strumento fornisce il messaggio "**OK**" ad indicare l'esito **positivo** della misura.

   Premere il tasto **SAVE** per salvare il risultato del test nella memoria dello strumento (vedere il § 7.1) o il tasto **ESC/MENU** per uscire dalla videata senza salvare e tornare alla videata principale di misura

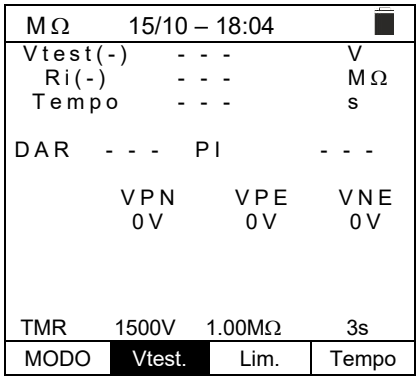


6.2.2. Esecuzione misura di isolamento – Modo TMR

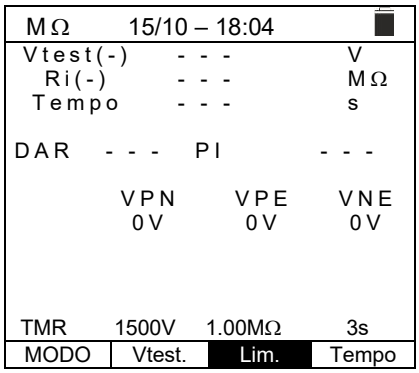
1. Posizionare il cursore sulla voce **MΩ** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata a lato. Utilizzando ancora i tasti freccia (▲,▼) selezionare il modo di misura "**TMR**" in corrispondenza della posizione "MODE"



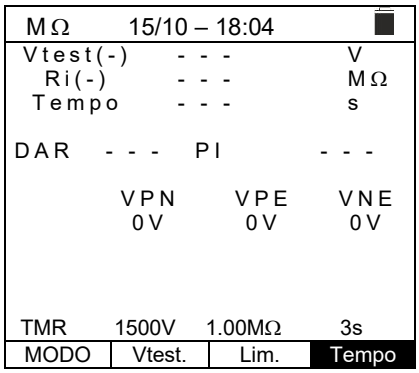
2. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Vtest**" per impostare la tensione di prova
3. Usare i tasti freccia (▲,▼) per selezionare una delle seguenti tensioni di prova (Vnom): **250, 500, 1000,1500VDC**. Si ricorda che in accordo alla IEC/EN 62446-1 la tensione di prova Vtest deve essere ≥ tensione nominale dell'impianto



4. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Lim.**".A display appare la videata a lato.
5. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare la soglia limite **minima** di riferimento per la misura di isolamento selezionabile tra i valori **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ**. Si ricorda che la normativa IEC/EN62446-1 fissa un valore limite minimo di resistenza di isolamento pari a 1MΩ per impianti con tensione nominale superiore a 120V



6. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Tempo.**".A display appare la videata a lato.
7. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare il tempo di misura nel campo: **3s ÷ 999s**



8. Collegare lo strumento al alla stringa FV in prova come mostrato in Fig. 7. **La prova può essere eseguita anche su più stringhe in parallelo fra loro. Si ricorda che occorre sezionare anche eventuali scaricatori connessi ai cavi della stringa/stringhe e che è consigliabile eseguire la misura a monte di eventuali diodi di blocco**

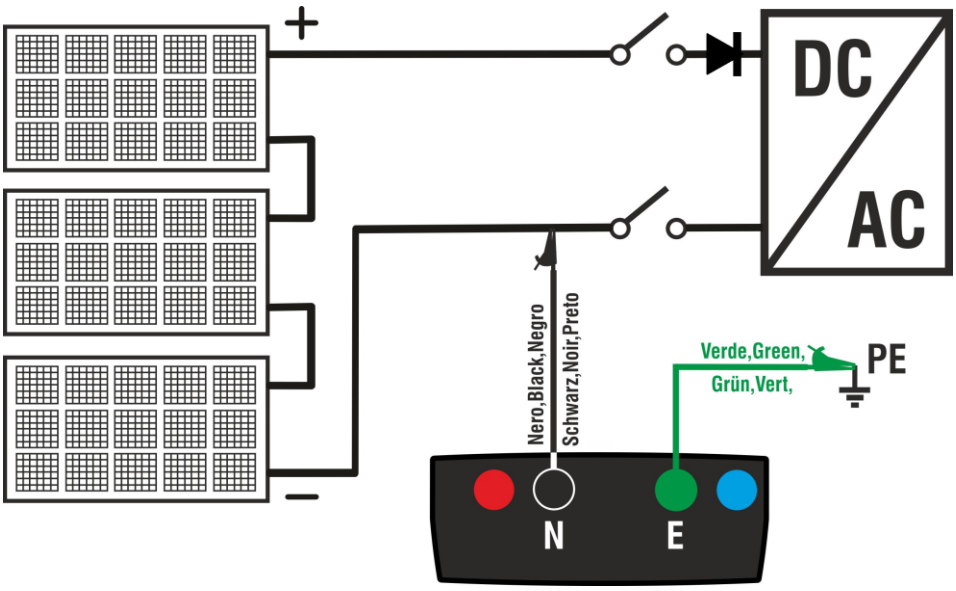
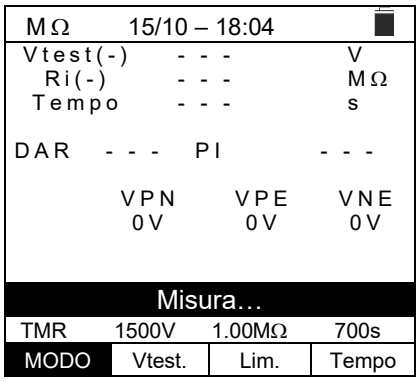


Fig. 7: Collegamento strumento per misura di isolamento in modo TMR

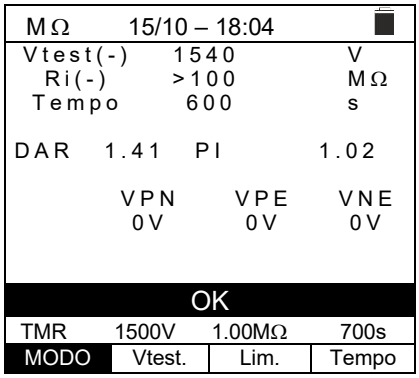
ATTENZIONE

Alla pressione del tasto **GO/STOP** lo strumento può fornire diversi messaggi di errore (vedere § 6.2.3) e, per effetto di essi, non eseguire il test. Controllare ed eliminare, se possibile, le cause dei problemi prima di proseguire con il test

9. **<u>Premere e tenere premuto il tasto GO/STOP per 2s</u>** al fine di attivare il test. In caso di assenza di condizioni di errore, lo strumento visualizza il messaggio "**Misura…**" come mostrato nella videata a lato. Nel campo "Vtest (-)" è mostrata la reale tensione di prova generata dallo strumento



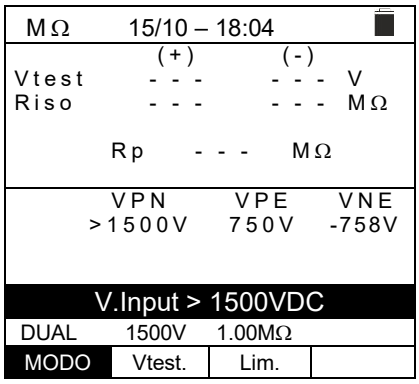
10. Se "**Ri(-)≥Lim**" lo strumento fornisce il messaggio "**OK**" ad indicare l'esito **positivo** della misura
<u>Se il tempo di misura è ≥60s</u> lo strumento mostra a display il valore del parametro **DAR** (Rapporto di Assorbimento Dielettrico) (vedere § 11.2)
<u>Se il tempo di misura è ≥600s</u> lo strumento mostra a display sia il valore del parametro **DAR** (Rapporto di Assorbimento Dielettrico) sia il valore del parametro **PI** (Indice di Polarizzazione) (vedere § 11.1)



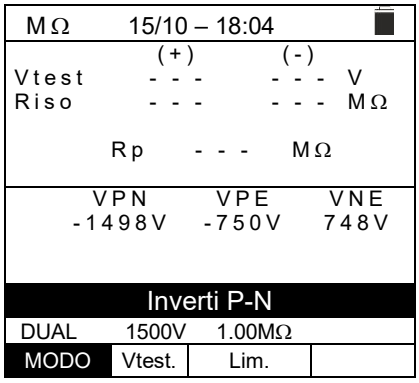
Premere il tasto **SAVE** per salvare il risultato del test nella memoria dello strumento (vedere il § 7.1) o il tasto **ESC/MENU** per uscire dalla videata senza salvare e tornare alla videata principale di misura

6.2.3. Situazioni anomale

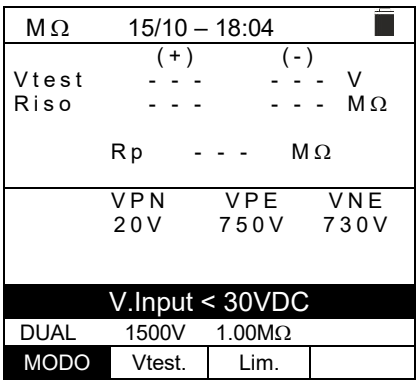
1. Qualora lo strumento rilevi una delle seguenti condizioni: “|VPN| > 1500V”, “|VPE| > 1500V” oppure “|VNE| > 1500V” interrompe la misura, emette un suono prolungato e il messaggio “**V.Input > 1500VDC**” è mostrato a display. Controllare la tensione in uscita dalla stringa FV



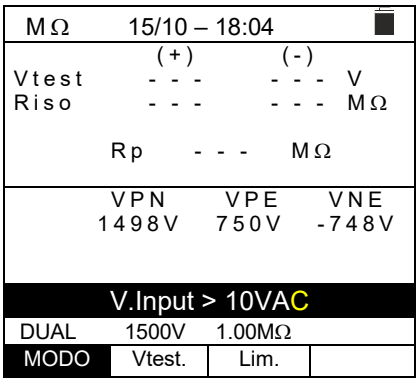
2. <u>In modo DUAL</u> qualora lo strumento alla pressione del tasto **GO/STOP** rilevi una tensione **VPN <0V** interrompe la misura, emette un suono prolungato e il messaggio “**Inverti P-N**” è mostrato a display. Controllare la polarità e i collegamenti dello strumento alla stringa FV



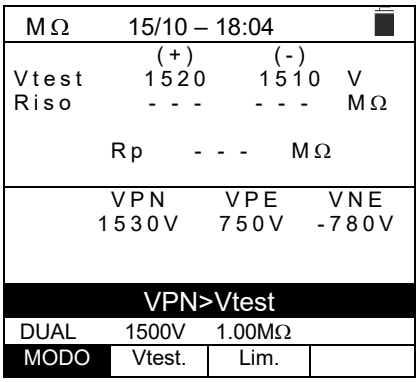
3. <u>In modo DUAL</u> qualora lo strumento alla pressione del tasto **GO/STOP** rilevi una tensione **0<VPN<30V** interrompe la misura, emette un suono prolungato e il messaggio “**V.Input <30VDC**” è mostrato a display. Controllare la tensione in uscita dalla stringa FV che deve essere ≥30V



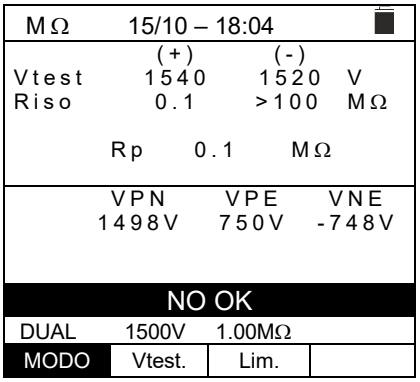
4. <u>In modo DUAL</u> qualora lo strumento alla pressione del tasto **GO/STOP** rilevi che una delle seguenti condizioni sulle tensioni misurate:
   RMS(VPN) - |(VPN) DC| <10
   RMS(VPE) - |(VPE) DC| <10
   RMS(VNE) - |(VNE) DC| <10
   non è soddisfatta (**presenza di componenti AC sulle tensioni di ingresso**) interrompe la misura, emette un suono prolungato e il messaggio “**V.Input > 10VAC**” è mostrato a display. Controllare che la stringa sia scollegata dall’inverter e che i rispettivi cavi siano separati da altri di eventuali sorgenti di tensione AC ausiliarie



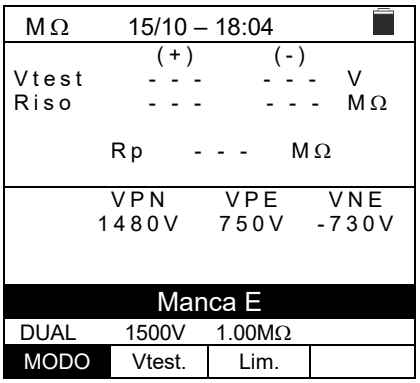
5. Qualora lo strumento rilevi che la tensione tra polo positivo e polo negativo sia maggiore della tensione di prova impostata il messaggio "**VPN>Vtest**" è mostrato a display e lo strumento blocca la prova in quanto non conforme alla normativa IEC/EN62446-1. Controllare la tensione nominale dell'impianto, eventualmente modificare il parametro e Vtest e ripetere il test.



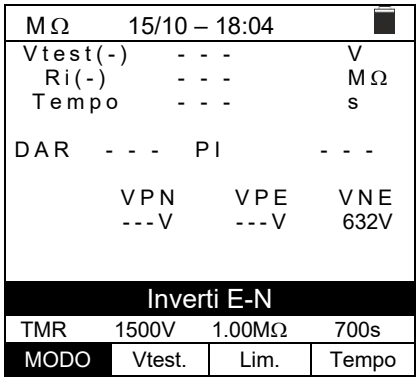
6. Qualora lo strumento rilevi che **Rp<Lim**, il messaggio "**NO OK**" è mostrato a display



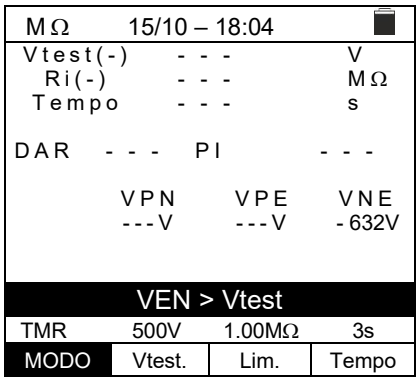
7. <u>In modo DUAL</u> qualora lo strumento rilevi l'assenza del collegamento del terminale **E** al riferimento di terra, il messaggio "**Manca E**" è mostrato a display e il test non è eseguito.
   Collegare lo strumento ad un riferimento di terra valido prima di eseguire nuovamente il test



8. <u>In modo TMR</u> qualora lo strumento rilevi una tensione **positiva** tra i terminali **N** e **E**, il messaggio "**Inverti E-N**" è mostrato a display e il test non è eseguito.
   Invertire i collegamenti sugli ingressi dello strumento ricordando che sul terminale **N deve sempre essere presente** un potenziale negativo



9. <u>In modo TMR</u> se la tensione VNE misurata è maggiore della tensione di prova, lo strumento mostra il messaggio "**VEN > Vtest**" all'attivazione della prova.
   Selezionare una tensione di prova **maggiore** della tensione misurata al fine di eseguire correttamente il test



6.3. GFL – RICERCA CONDIZIONI DI BASSO ISOLAMENTO SU STRINGHE FV

Nella funzione GFL (Ground Fault Locator) lo strumento è in grado di fornire una indicazione sulla posizione di un eventuale **singolo guasto** di basso isolamento presente in una stringa dell'impianto dovuto ad esempio ad infiltrazioni d'acqua o umidità all'interno delle scatole di giunzione dei moduli FV. Lo strumento misura le tensioni in ingresso e sulla base dello sbilanciamento fra V(+) e V(-) rispetto a terra individua la presunta posizione del guasto sulla stringa. Per maggiori dettagli vedere § 11.3

ATTENZIONE

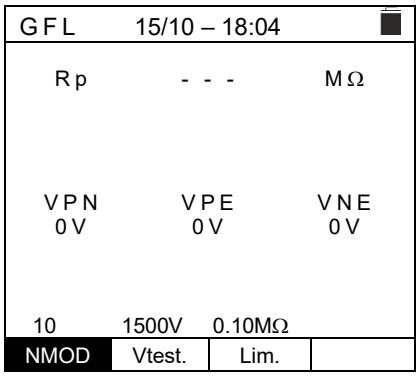
- **NON usare questa funzione per eseguire misure di isolamento su stringhe o moduli fotovoltaici che integrano dispositivi MLPE** (microinverter, ottimizzatori di potenza o dispositivi di spegnimento rapido – RSD). L'esecuzione di prove di isolamento su tali configurazioni può comportare il **danneggiamento sia dei dispositivi MLPE sia dello strumento**
- Non toccare le masse dei moduli durante la misura in quanto potrebbero trovarsi a potenziale pericoloso anche ad impianto sezionato per effetto della tensione generata dallo strumento
- La misura potrebbe dare risultati non corretti se il riferimento di terra non è collegato correttamente all'ingresso **E**
- Si raccomanda una verifica preliminare di corretto funzionamento dello strumento prima di eseguire una misura, impostando la funzione **TMR** mettendo i terminali **N** ed **E** in cortocircuito verificando un valore di isolamento pressoché nullo e un valore fuori scala con terminali **N** ed **E** aperti

ATTENZIONE

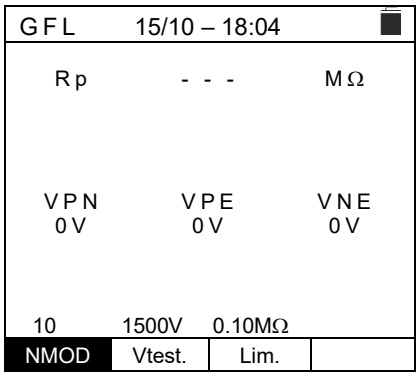
La funzione GFL consente di ottenere risultati corretti **SOLO** nelle seguenti condizioni:

- Test eseguito su una **singola stringa** disconnessa dall'inverter, da eventuali scaricatori e da connessioni funzionali a terra.
- **Singolo guasto** di basso isolamento avvenuto in un qualunque punto della stringa
- Resistenza di isolamento del singolo guasto **<1.00MΩ (solo per strumenti con HW 02)**
- Per effetto della natura aleatoria di questi guasti **si raccomanda** di eseguire le misure in condizioni ambientali simili a quelle in cui è stato segnalato il guasto

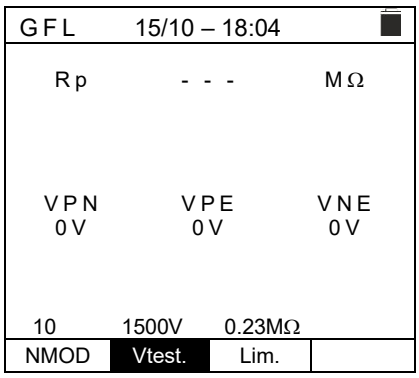
1. Posizionare il cursore sulla voce **GFL** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata a lato. L'indicazione "Rp" indica il parallelo delle resistenze di isolamento dei poli positivo (+) e negativo (-) della stringa in prova



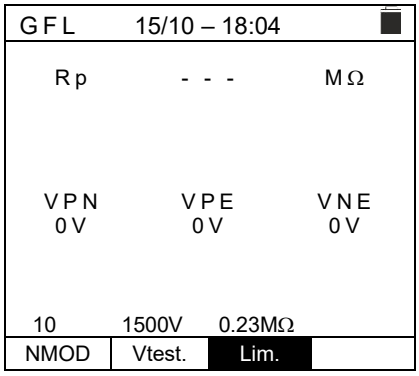
2. Usare i tasti feccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**NMOD**" per impostare il numero di moduli della stringa in prova
3. Usare i tasti freccia (▲,▼) per selezionare un numero di moduli compreso tra: **4 ÷ 60**



4. Usare i tasti feccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Vtest**" per impostare la tensione di prova
5. Usare i tasti freccia (▲,▼) per selezionare una delle seguenti tensioni di prova (Vnom): **250, 500, 1000,1500VDC**. **In accordo a quanto previsto dalla IEC/EN62446-1 si consiglia di impostare la tensione di prova Vtest ≥ Vnom dell'impianto**



6. Usare i tasti feccia ◀ o ▶ selezionando la posizione "**Lim.**".A display appare la videata a lato.
7. Utilizzando i tasti freccia (▲,▼) impostare la soglia limite **minima** di riferimento per la misura di isolamento selezionabile tra i valori: **0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ., 1.00MΩ**



ATTENZIONE

I valori limite **0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ** sono disponibili **solo in strumenti con HW 02**

8. Collegare lo strumento alla stringa FV in prova come mostrato in Fig. 8. **Si ricorda che occorre sezionare anche eventuali scaricatori connessi ai cavi della stringa e che è consigliabile eseguire la misura a monte di eventuali diodi di blocco**

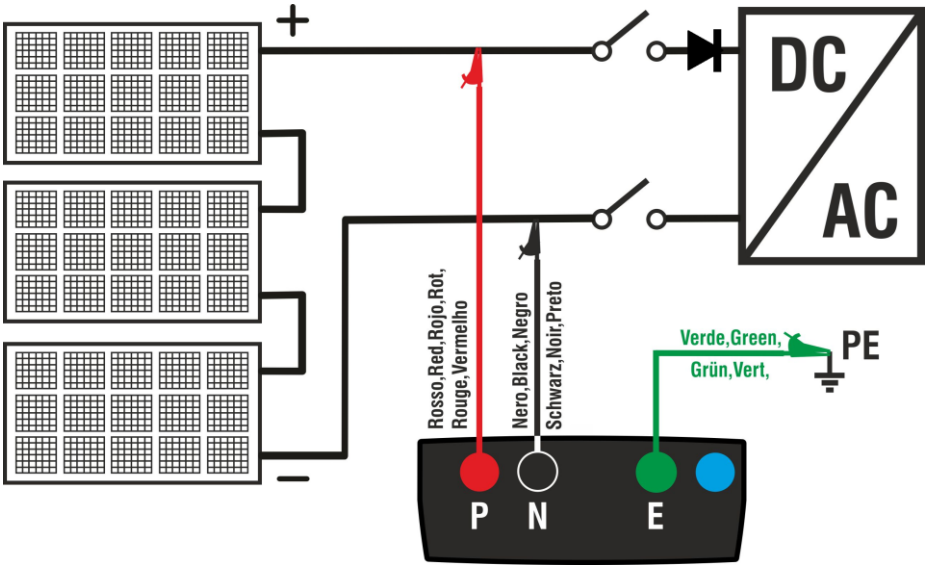
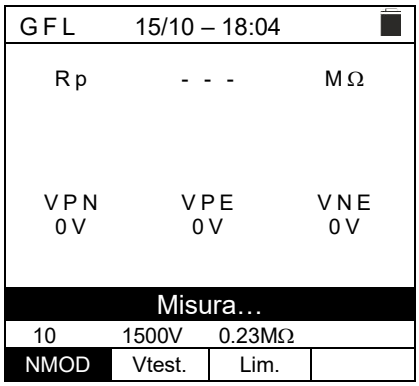


Fig. 8: Collegamento strumento per misura di isolamento in modo GFL

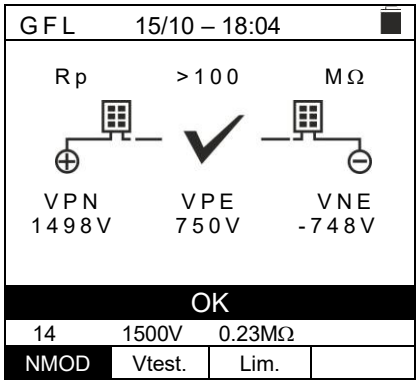
ATTENZIONE

- Alla pressione del tasto **GO/STOP** lo strumento può fornire diversi messaggi di errore (vedere § 6.2.3) e, per effetto di essi, non eseguire il test. Controllare ed eliminare, se possibile, le cause dei problemi prima di proseguire con il test
- La funzione GFL **deve essere usata** solo **dopo aver eseguito la misura di isolamento principale (test DUAL)** su moduli e/o stringhe con esito negativo

9. **Premere e tenere premuto il tasto GO/STOP per 2s** al fine di attivare il test. In caso di assenza di condizioni di errore, lo strumento visualizza il messaggio "**Misura…**" come mostrato nella videata a lato



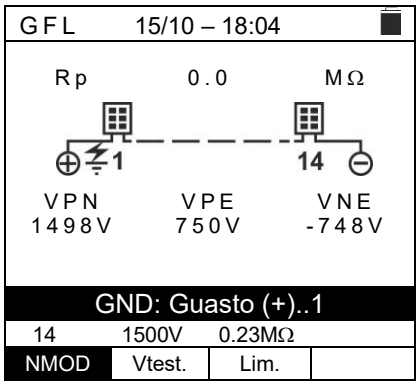
10. **In assenza di condizioni di guasto (Rp≥Lim)**, l'indicazione lo strumento mostra la videata a lato e il messaggio "**OK**" è mostrato a display
La condizione di "OK" si può verificare anche in presenza di **più di un guasto** presente sulla stringa (evidenziata da un test fallito precedentemente eseguito con funzione DUAL), condizione che rende **inefficace** la funzione GFL



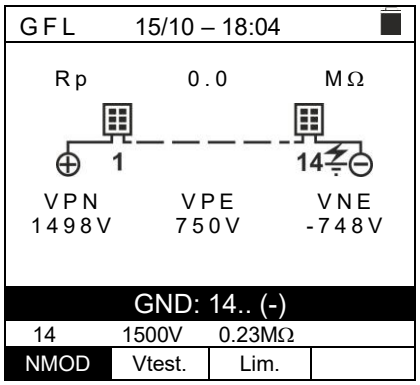
ATTENZIONE

In presenza di condizione di guasto verificata, la funzione GFL mostra:
- La posizione del modulo guasto con tolleranza **±1modulo** per **NMOD ≤ 35**
- La posizione del modulo guasto con tolleranza **±3moduli** per **NMOD > 35**
- E' **raccomandata** la suddivisione della stringa in sotto-stringhe **aventi un numero inferiore di moduli** al fine di ottenere migliori risultati del test

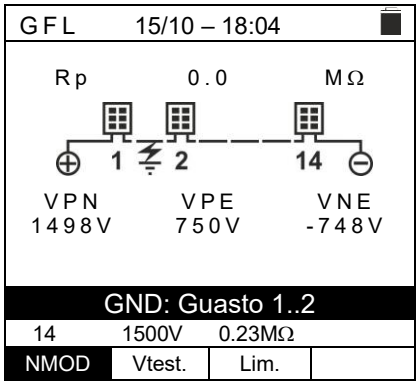
11. **In presenza di guasto (Rp<Lim) in posizione 0 (a monte del primo modulo)**, lo strumento mostra la videata a lato e il messaggio "**GND: Guasto (+)..1**" a display. Controllare lo stato dell'isolamento del conduttore (+) che proviene dalla stringa



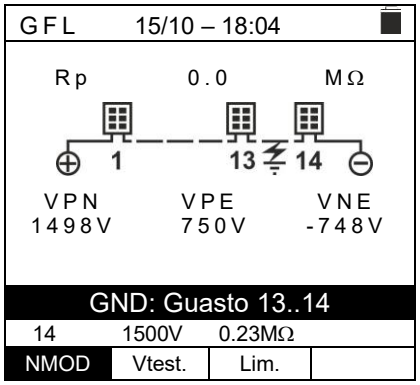
12. **<u>In presenza di guasto (Rp<Lim) in posizione NMOD+1 (a valle dell'ultimo modulo)</u>**, lo strumento mostra la videata a lato e il messaggio "**GND: Guasto NMOD..(-)**" a display. Controllare lo stato dell'isolamento del conduttore (-) che proviene dalla stringa



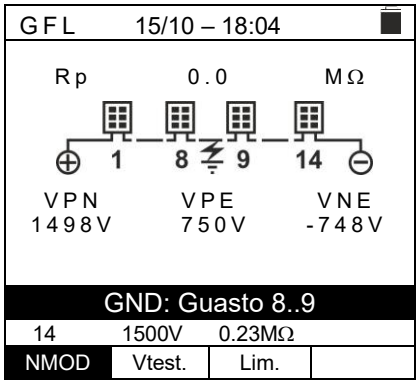
13. **<u>In presenza di guasto (Rp<Lim) in posizione 1 (tra il modulo 1 e il modulo 2)</u>**, lo strumento mostra la videata a lato e il messaggio "**GND: Guasto 1..2**" a display
Controllare lo stato di isolamento delle scatole di giunzione dei moduli indicati (1 e 2 nell'esempio) e relativi cavi di collegamento



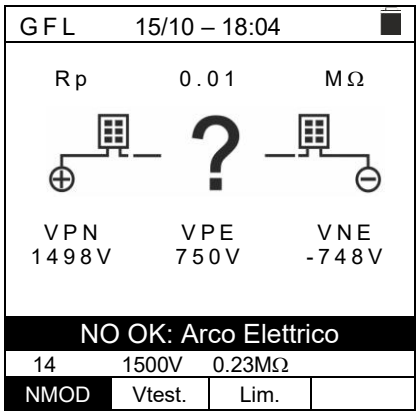
14. **<u>In presenza di guasto (Rp<Lim) in posizione NMOD (tra il penultimo e l'ultimo modulo)</u>**, lo strumento mostra la videata a lato e il messaggio "**GND: Guasto NMOD-1..NMOD**" a display
Controllare lo stato di isolamento delle scatole di giunzione dei moduli indicati e relativi cavi di collegamento



15. **<u>In presenza di guasto (Rp<Lim) all'interno della stringa</u>**, lo strumento mostra la videata a lato e il messaggio (relativo all'esempio con NMOD = 14) "**GND: Guasto 8..9**" a display. Controllare lo stato di isolamento delle scatole di giunzione dei moduli indicati e relativi cavi di collegamento



16. **<u>In presenza possibile arco elettrico su una stringa</u>**, lo strumento interrompe la prova e mostra la videata a lato in quanto non è possibile in tali condizioni individuare la posizione del guasto. Verificare l'isolamento dei singoli moduli e scollegare gli scaricatori



ATTENZIONE

I risultati della funzione GFL non sono salvabili nella memoria dello strumento

6.4. DMM – FUNZIONE MULTIMETRO

In questa funzione lo strumento mostra i valori delle tensioni RMS (efficaci) e DC tra il polo positivo (+) e il polo (-), tra il polo positivo (+) e il riferimento di terra e tra il polo negativo (-) e il riferimento di terra allo scopo di verificare la presenza di componenti AC sulle tensioni di ingresso.

1. Posizionare il cursore sulla voce **DMM** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. A display appare la videata a lato

DMM	15/10 – 18:04	
VPNrms	0	V
VPErms	0	V
VNErms	0	V
VPNdc	0	V
VPEdc	0	V
VNEdc	0	V

2. Collegare lo strumento alla stringa FV in prova come mostrato in Fig. 8

3. I valori delle tensioni sono mostrate a display come mostrato nella videata a lato

DMM	15/10 – 18:04	
VPNrms	1480	V
VPErms	750	V
VNErms	748	V
VPNdc	1420	V
VPEdc	720	V
VNEdc	-726	V

ATTENZIONE

I risultati della funzione DMM non sono salvabili nella memoria dello strumento

6.5. ELENCO DEI MESSAGGI DI ERRORE A DISPLAY

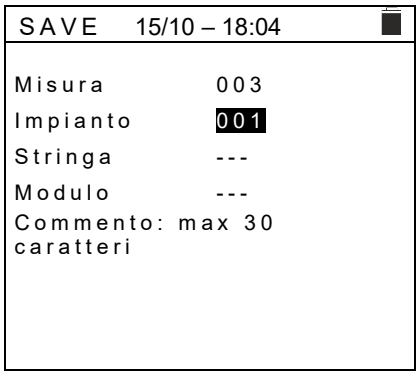
NUMERO	MESSAGGIO	DESCRIZIONE	AZIONI
1	Errore EEPROM	Errore interno	Inviare strumento in assistenza
2	Errore ADP5587		
3	Errore Init sistema		
4	Vtest non corretta	Vtest non corretta in MΩ	Controllo Riso maggiore del limite impostato e possibile livello basso delle batterie
5	Batteria bassa	Livello di batteria bassa	Sostituire le batterie
6	Uscita Forzata	Interruzione forzata del test con tasto **STOP**	Ripetere il test senza interrompere la misura
7	V.Input > 1500VDC	Tensione troppo elevata tra ingressi P e N in prova MΩ	Scollegare lo strumento e controllare la tensione tra i poli P e N della stringa
8	V.Input > 10VAC	Rilevata tensione AC oltre i limiti tra gli ingressi P e N	Controllare se la stringa è scollegata dall'inverter. Controllare se i cavi di collegamento della stringa sono vicini a cavi in tensione presenti. In tal caso de-energizzare questi cavi e/o quadri di campo
9	V.Input < 30VDC	Tensione minima per avvio test MΩ troppo bassa	Controllare se i moduli PV in prova soddisfano i requisiti minimi indicati nel manuale
10	V.Input > 3V	Rilevata tensione oltre limite tra gli ingressi della funzione RPE	Controllare le connessioni come indicato nel manuale d'uso, controllare tensione tra gli ingressi E e C, aggiornare FW all'ultima versione
11	Azzeramento NO OK	Strumento non esegue la calibrazione dei puntali nella misura RPE	Controllare la continuità dei cavi, controllare che siano regolarmente cortocircuitati e che siano originali HT
12	Riprova	Dati misurati non affidabili	Ripetere la misura considerando manuale d'uso
13	Att, Tensione residua	Presenza di tensione tra i puntali al temine della prova MΩ per effetto di capacità parassite elevate	Prestare attenzione durante lo scollegamento dei terminali di misura e seguire le avvertenze nel manuale d'uso
14	Rcal > Rmis	Procedura azzeramento resistenza cavi di prova in funzione RPE fallita	Controllare la continuità dei cavi, controllare che siano regolarmente cortocircuitati e che siano originali HT
15	Errore Flash	Errore interno	Inviare strumento in assistenza
16	Temp.Alta	Temperatura circuiti interni troppo alta	Attendere il raffreddamento dei circuiti prima di eseguire nuovi test
17	Ibatt troppo alta	Errore interno	Inviare strumento in assistenza
18	VPN > Vtest	Tensione di stringa maggiore della tensione di prova nel test MΩ	Selezionare una tensione di prova maggiore nel test ISO
19	Contr. collegamenti	Rilevazione tensione incorretta nei terminali P-N-E	Controllare i collegamenti indicati nel manuale d'uso
20	IGBT danneggiato	Errore interno	Inviare strumento in assistenza

7. MEMORIZZAZIONE RISULTATI

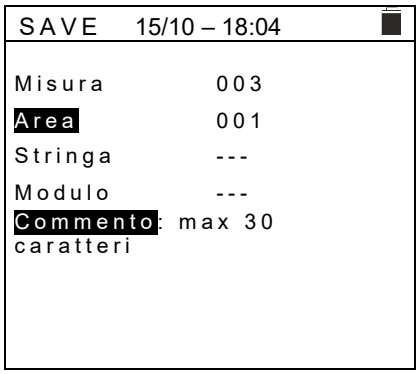
Lo strumento consente la memorizzazione di max 999 risultati di misura. I dati possono essere richiamati a display e cancellati in ogni momento ed è possibile associare in fase di salvataggio fino ad un massimo di 3 livelli di marcatori numerici di riferimento mnemonici relativi all'impianto, alla stringa e al modulo FV (con valore max 250). Per ogni livello sono disponibili 20 nomi di marcatori eventualmente personalizzabili dall'utente **tramite collegamento a PC con software di gestione in dotazione**. E' inoltre possibile inserire un commento associato ad ogni misura.

7.1. SALVATAGGIO DELLE MISURE

4. Premere il tasto **SAVE/ENTER** con risultato di misura presente a display. La videata a lato è mostrata. In essa sono presenti:
   - La voce "Misura" che identifica la prima locazione di memoria disponibile
   - Il primo marcatore (es: "Impianto") a cui è possibile associare un valore numerico compreso tra 1 ÷ 250
   - Il secondo marcatore (es: "Stringa") a cui è possibile associare un valore numerico compreso tra 0 (- - -) ÷ 250
   - Il terzo marcatore (es: "Modulo") a cui è possibile associare un valore numerico compreso tra 0 (- - -) ÷ 250
   - La voce "Commento" associato alla misura in cui è possibile inserire un testo di **max 30 caratteri**



5. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ per selezionare il marcatore e i tasti freccia (▲,▼) per modificare l'etichetta del valore numerico associato (ex: "Area") tra quelli disponibili o personalizzabili dall'utente (max 20 nomi)
6. Selezionare la voce "Commento" e premere il tasto **SAVE/ENTER** per inserire il testo desiderato. La seguente videata con tastiera virtuale è mostrata a display

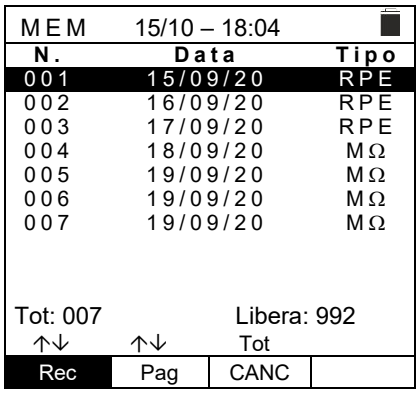


7. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ per spostare il cursore sul carattere selezionare e premere il tasto **SAVE/ENTER** per l'inserimento
8. Muovere il cursore nella posizione "CANC" e premere il tasto **SAVE/ENTER** per cancellare il carattere selezionato
9. Muovere il cursore nella posizione "FINE" e premere il tasto **SAVE/ENTER** per confermare il commento scritto e tornare alla videata precedente

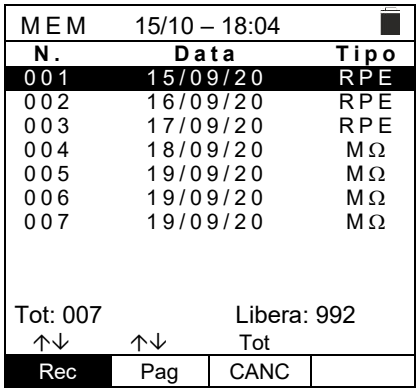
10. Premere il tasto **SAVE/ENTER** per confermare il salvataggio della misura o **ESC/MENU** per uscire senza salvare

7.2. RICHIAMO DEI DATI A DISPLAY E CANCELLAZIONE MEMORIA

1. Posizionare il cursore sulla voce **MEM** utilizzando i tasti freccia (▲,▼) e confermare con **ENTER**. La videata a lato è mostrata a display. Nella videata sono presenti:
   - Il numero della locazione di memoria in cui è salvata la misura
   - La data in cui è stata salvata la misura
   - Il tipo di misura salvata
   - Il totale delle misure salvate per ogni schermata e la memoria residua disponibile



2. Usare i tasti freccia (▲,▼) per selezionare la misura da richiamare a display
3. Premere il tasto **SAVE/ENTER** per visualizzare la misura salvata a display. Premere il tasto **ESC/MENU** per tornare alla videata precedente
4. Usare i tasti freccia ◀ o ▶ per selezionare l'opzione "Pag" e passare alla videata successiva
5. Selezionare l'opzione "CANC" per cancellare l'intero contenuto della memoria. La seguente videata è mostrata



6. Premere il tasto **SAVE/ENTER** per confermare la cancellazione dei dati. Il messaggio "**Memoria vuota**" è mostrato a display
7. Premere il tasto **MENU/ESC** per uscire e tornare al menu generale

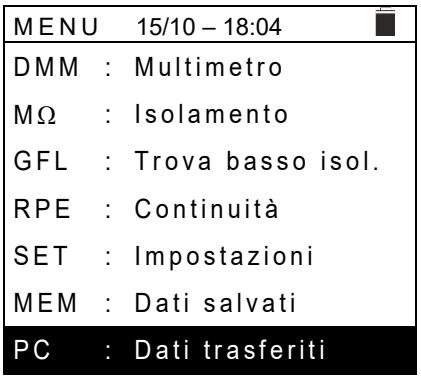
8. COLLEGAMENTO DELLO STRUMENTO A PC

ATTENZIONE

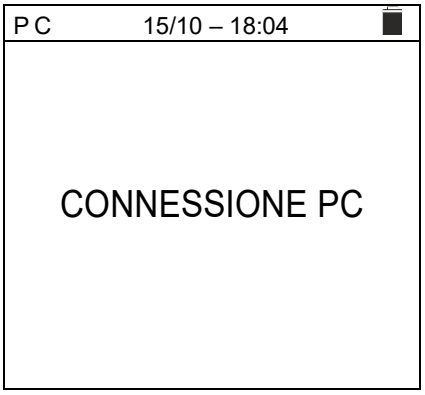
- La connessione tra PC e strumento avviene tramite il cavo C2006
- Per effettuare il trasferimento dati verso un PC è necessario avere preventivamente installato nel PC stesso sia il SW di gestione che i driver del cavo C2006
- Prima di effettuare il collegamento è necessario selezionare a PC la porta utilizzata e il baud rate corretto (57600 bps). Per impostare questi parametri avviare il software di gestione in dotazione e consultare l'help in linea del programma
- La porta selezionata non deve essere impegnata da altri dispositivi o applicazioni come mouse, modem, ecc. Chiudere eventualmente processi in esecuzione a partire dalla funzione Task Manager di Windows
- La porta ottica emette radiazione LED invisibile. Non osservare direttamente con strumenti ottici. Apparecchio LED di classe 1M secondo IEC/EN60825-1

Per trasferire i dati a PC attenersi alla seguente procedura:

1. Accendere lo strumento premendo il tasto **ON/OFF**
2. Collegare lo strumento a PC utilizzando il cavo ottico/USB **C2006** in dotazione
3. Premere il tasto **ESC/MENU** per aprire il menu principale
4. Selezionare con i tasti freccia (▲,▼) la voce "**PC**" per entrare in modalità trasferimento dati e confermare con **SAVE/ENTER**



5. Lo strumento fornisce la videata seguente:



6. Usare i comandi del software di gestione per attivare il trasferimento dati (consultare l'help in linea del programma)

9. MANUTENZIONE

9.1. GENERALITÀ

Lo strumento da Lei acquistato è uno strumento di precisione. Durante l'utilizzo e l'immagazzinamento rispettare le raccomandazioni elencate in questo manuale per evitare possibili danni o pericoli durante l'utilizzo. Non utilizzare lo strumento in ambienti caratterizzati da elevato tasso di umidità o temperatura elevata. Non esporre direttamente alla luce del sole. Spegnere sempre lo strumento dopo l'utilizzo. Se si prevede di non utilizzarlo per un lungo periodo di tempo, rimuovere le batterie per evitare da parte di queste ultime fuoruscite di liquidi che possono danneggiare i circuiti interni dello strumento

9.2. SOSTITUZIONE BATTERIE

Quando sul display LCD appare il simbolo di batteria scarica "▯" oppure quando durante una prova si ha il messaggio "batteria scarica" a display, sostituire le batterie interne

ATTENZIONE

Solo tecnici qualificati possono effettuare questa operazione. Prima di effettuare questa operazione assicurarsi di aver rimosso tutti i cavi dai terminali di ingresso.

1. Spegnere lo strumento premendo a lungo il pulsante di accensione
2. Rimuovere i cavi dai terminali di ingresso
3. Svitare la vite di fissaggio del coperchio dal vano batterie e rimuovere lo stesso
4. Rimuovere dal vano batterie tutte le batterie e sostituirle solo con batterie tutte nuove e tutte del tipo corretto (vedere § 10.2.3) rispettando le polarità indicate
5. Riposizionare il coperchio vano batterie e fissarlo con l'apposita vite
6. Non disperdere nell'ambiente le batterie utilizzate. Usare gli appositi contenitori per lo smaltimento

9.3. PULIZIA DELLO STRUMENTO

Per la pulizia dello strumento utilizzare un panno morbido e asciutto. Non usare mai panni umidi, solventi, acqua, ecc

9.4. FINE VITA

ATTENZIONE: il simbolo riportato indica che l'apparecchiatura, i suoi accessori e le batterie interne devono essere raccolti separatamente e trattati in modo corretto

10. SPECIFICHE TECNICHE

10.1. CARATTERISTICHE TECNICHE

L'incertezza è calcolata come ±[%lettura + (cifre * risoluzione)] a 23°C ± 5°C, <80%RH

Tensione DC

Campo [V]	Risoluzione [V]	Incertezza
3 ÷ 1500	1	±(1.0%lettura + 2cifre)

Tensione AC TRMS

Campo [V]	Risoluzione [V]	Incertezza
3 ÷ 1000	1	±(1.0%lettura + 3cifre)

Campo frequenza: 42.5 ÷ 69Hz ; Tensione azzerate per valore misurato <3V

MΩ - Resistenza di isolamento R(+), R(-), Rp– Modo DUAL

Tensione di prova DC [V]	Campo [MΩ]	Risoluzione [MΩ]	Incertezza (*)
250, 500, 1000, 1500	0.1 ÷ 0.99	0.01	±(5.0%lettura + 5cifre)
	1.0 ÷ 19.9	0.1	
	20 ÷ 100	1	

(*) Incertezza dichiarata per VPN≥240V, Rguasto≥10Ω;. Incertezza di Rp e R(+) non dichiarata se R(+)≥0.2MΩ e R(-)<0.2MΩ→, Incertezza di Rp e R(-) non dichiarata se R(+) < 0.2MΩ e R(-) ≥ 0.2MΩ

Tensione a vuoto <1.25 x tensione di prova nominale
Corrente di cortocircuito <15mA (picco) per ogni tensione di prova
Corrente di misura nominale >1mA su R = 1kΩ x Vnom (con VPN, VPE, VNE= 0)
Capacità gestita per polo: 1μF (**strumenti con HW 00, HW 01**); 2μF (**strumenti con HW 02**)

Resistenza di isolamento (MΩ) – Modo TMR

Tensione di prova DC [V]	Campo [MΩ]	Risoluzione [MΩ]	Incertezza
250, 500, 1000, 1500	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(5.0%lettura + 5cifre)
	10.0 ÷ 99.9	0.1	

Tensione a vuoto <1.25 x tensione di prova nominale
Corrente di cortocircuito < 15mA (picco) per ogni tensione di prova
Corrente di misura nominale > 1mA su R = 1kΩ x Vnom (con VPN, VPE, VNE= 0)
Timer impostabile: 3s ÷ 999s

Continuità conduttori di protezione (RPE)

Campo [Ω]	Risoluzione [Ω]	Incertezza
0.00 ÷ 9.99	0.01	±(2.0%lettura + 2cifre)
10.0 ÷ 99.9	0.1	
100 ÷ 1999	1	

Corrente di prova: >200mA DC fino a 5Ω (cavi inclusi), risoluzione 1mA, incertezza ±(5.0%lettura + 5cifre)
Tensione a vuoto $4 < V_0 < 10V$

GFL – Ground Fault Locator

Tensione di prova DC [V]	Campo [MΩ]	Risoluzione [MΩ]	Incertezza Rp(*)	Incertezza Posizione
250, 500, 1000, 1500	0.1 ÷ 0.99	0.01	±(5.0%lettura + 5cifre)	±1modulo (NMOD≤35) ±3moduli (NMOD>35)
	1.0 ÷ 19.9	0.1		
	20 ÷ 100	1		

(*) Incertezza dichiarata per VPN≥240V, Rguasto≥10Ω;. Incertezza di Rp e R(+) non dichiarata se R(+)≥0.2MΩ e R(-)<0.2MΩ→, Incertezza di Rp e R(-) non dichiarata se R(+) < 0.2MΩ e R(-) ≥ 0.2MΩ

Tensione a vuoto <1.25 x tensione di prova nominale
Corrente di cortocircuito <15mA (picco) per ogni tensione di prova
Corrente di misura nominale >1mA su R = 1kΩ x Vnom (con VPN, VPE, VNE= 0)
Limite di misura impostabile: 0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ (**strumenti con HW 00, HW 01)**
0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ (**strumenti con HW 02)**
Numero moduli impostabile: 4 ÷ 60

La funzione GFL fornisce risultati corretti sotto le seguenti ipotesi:

- Test eseguito con Vtest ≥ Vnom su una **singola stringa** disconnessa dall'inverter,da eventuali scaricatori e da connessioni a terra.
- Test eseguito a monte di eventuali diodi di blocco
- **Singolo guasto** di basso isolamento avvenuto in un qualunque punto della stringa
- Resistenza di isolamento del singolo guasto <**0.23MΩ** (**strumenti con HW 00, HW 01**); <**1.00MΩ** (**strumenti con HW 02**)
- Condizioni ambientali simili a quelle in cui è stato segnalato il guasto

10.2. CARATTERISTICHE GENERALI

10.2.1. Normative di riferimento

Sicurezza strumento:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030, IEC/EN61010-2-033, IEC/EN61010-2-034
EMC:	IEC/EN61326-1
Sicurezza accessori di misura:	IEC/EN61010-031
Generali:	IEC/EN62446-1
Ambiente EMC di utilizzo:	portatile, Classe A, Gruppo 1
Misura MΩ:	IEC/EN61557-2
Misura RPE:	IEC/EN61557-4
Isolamento:	doppio isolamento
Grado di inquinamento:	2
Categoria di misura:	CAT III 1500V DC, CAT III 1000V AC, Max 1500VDC, 1000V AC tra gli ingressi

10.2.2. Display e memoria

Tipo display:	grafico COG 128x128 pxl, retroilluminato
Dati memorizzabili:	max 999 test
Interfaccia PC:	ottica/USB

10.2.3. Alimentazione

Tipo batterie:	6x1.5V alcaline tipo AA LR06 oppure 6x1.2V ricaricabili NiMH tipo AA LR06
Indicazione batteria scarica:	simbolo “ ” mostrato a display
Durata batterie:	> 500 test (per ogni funzione)
Autospegnimento:	dopo 5 minuti di non utilizzo

10.2.4. Caratteristiche meccaniche

Dimensioni (L x La x H)	235 x 165 x 75mm
Peso (batterie incluse):	1.2kg
Protezione meccanica:	IP40

10.3. CONDIZIONI AMBIENTALI DI UTILIZZO

Temperatura di riferimento:	23°C ± 5°C
Temperatura di utilizzo:	0°C ÷ 40°C
Umidità relativa ammessa:	<80%RH
Temperatura di conservazione:	-10°C ÷ 60°C
Umidità di immagazzinamento:	<80%RH
Max altitudine di utilizzo:	2000m

Questo strumento è conforme ai requisiti della Direttiva Europea sulla bassa tensione 2014/35/EU (LVD) e della direttiva EMC 2014/30/EU
Questo strumento è conforme ai requisiti della direttiva europea 2011/65/EU (RoHS) e della direttiva europea 2012/19/EU (WEEE)

10.4. ACCESSORI

Vedere packing list allegata

ATTENZIONE

Solo gli accessori forniti a corredo dello strumento garantiscono gli standard di sicurezza. Essi devono essere in buone condizioni e sostituiti, se necessario, con modelli identici

11. APPENDICE – CENNI TEORICI

11.1. MISURA INDICE DI POLARIZZAZIONE (PI)

Lo scopo di questo test diagnostico è quello di valutare l'influenza degli effetti di polarizzazione. All'applicazione di una tensione elevata ad un isolante, i dipoli elettrici distribuiti nell'isolante si allineano nella direzione del campo elettrico applicato. Questo fenomeno è chiamato polarizzazione. Per effetto delle molecole polarizzate si genera una corrente di polarizzazione (assorbimento) che abbassa il valore complessivo della resistenza di isolamento.

Il parametro **PI** consiste nel rapporto tra il valore di resistenza di isolamento misurata dopo 1 minuto e quella dopo 10 minuti. La tensione di prova è mantenuta per tutta la durata del test e al termine lo strumento fornisce il valore del rapporto:

$$PI = \frac{R\ (10\,min)}{R\ (1\,min)}$$

Alcuni valori di riferimento:

Valore PI	Condizione dell'isolamento
<1.0	Non accettabile
da 1.0 a 2.0	Pericoloso
da 2.0 a 4.0	Buono
> 4.0	Eccellente

11.2. RAPPORTO DI ASSORBIMENTO DIELETTRICO (DAR)

Il parametro **DAR** consiste nel rapporto tra il valore di resistenza di isolamento misurata dopo 30s e quella dopo 1minuto. La tensione di prova è mantenuta per tutta la durata del test e al termine lo strumento fornisce il valore del rapporto:

$$DAR = \frac{R\ (1\,min)}{R\ (30s)}$$

Alcuni valori di riferimento:

Valore DAR	Condizione dell'isolamento
< 1.0	Non accettabile
da 1.0 a 1.25	Pericoloso
da 1.25 a 1.6	Buono
> 1.6	Eccellente

11.3. FUNZIONE GFL – ASPETTI TEORICI E RIFERIMENTI NORMATIVI

La funzione GFL eseguita dallo strumento su una stringa di moduli FV (vedere § 6.3) è in grado di:

- Individuare la presenza di **singolo guasto** sulla stringa disconnessa dall'inverter, da altre stringhe, da eventuali scaricatori e da connessioni funzionali a terra
- Identificare la posizione di questo **singolo guasto** all'interno della stringa impostando un limite **minimo** nel controllo della resistenza di isolamento tra le opzioni: **0.05MΩ, 0.1MΩ** o **0.23MΩ** (raccomandato)

ATTENZIONE

Il limite minimo nella misura di resistenza di isolamento comprende anche i valori **0.25MΩ**, **0.50MΩ** e **1.00MΩ solo** per strumenti con **versione HW 02**

La domanda che frequentemente si pongono i verificatori è la seguente: **perché lo strumento riconosce, nella funzione GFL, una condizione di guasto sulla stringa non oltre il valore di 0.23MΩ (230kΩ) mentre spesso le segnalazioni di allarme di basso isolamento degli inverter avvengono (in funzione del costruttore) anche per valori superiori?**

La risposta a questa domanda è: **dipende dal contesto normativo in cui si devono eseguire le misure di isolamento sulla stringa**. In particolare esiste il "contrasto" tra le normative di verifica delle installazioni fotovoltaiche (IEC/EN62446-1) e le normative di prodotto con cui sono costruiti i moduli FV (IEC 61646 e IEC 61215) che definiscono i seguenti limiti di verifica:

- IEC/EN62446-1 → limite minimo isolamento = **1MΩ**
- IEC 61646/IEC61215 → isolamento minimo di un singlo modulo pari a **40MΩ/m²** dunque per un tipico modulo di circa 2m² → isolamento minimo di circa **20MΩ**. Pertanto un singolo modulo FV con isolamento verso terra di **20MΩ** è da considerarsi come un modulo rispondente alle prove di tipo, ossia "non guasto".

Per fissare le idee sulla situazione presente in campo, si fa riferimento al seguente esempio: consideriamo una stringa composta da **31 moduli FV**, ciascuno con un isolamento verso terra di 20MΩ. L'isolamento "complessivo" della stringa è dato quindi dal parallelo delle 31 resistenze ossia 20MΩ/31 = **0.64MΩ**

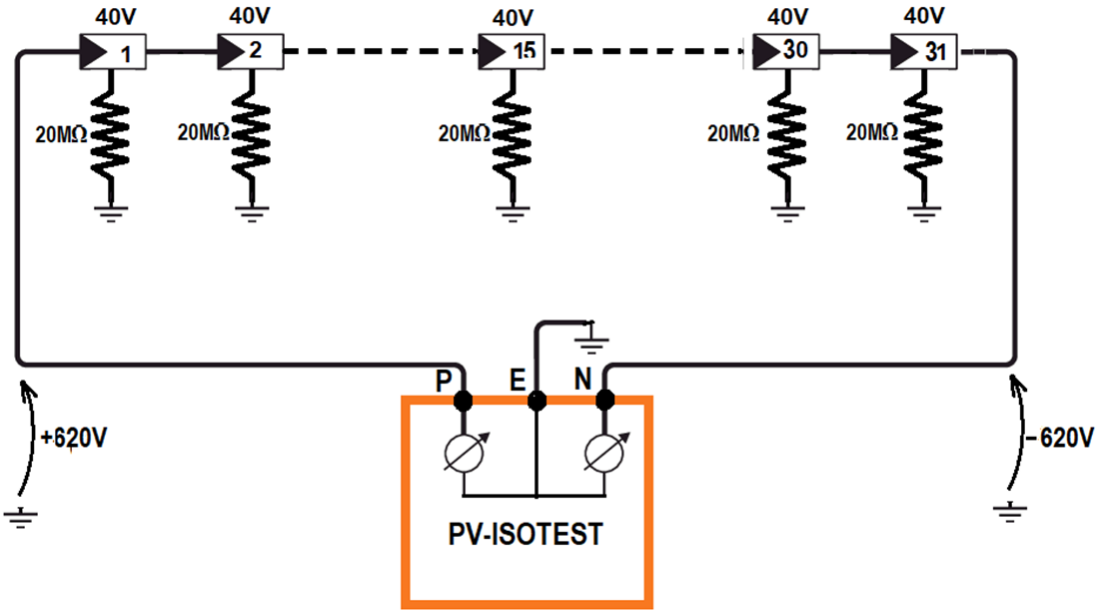


Fig. 9: Esempio di utilizzo della funzione GFL

Questo valore di isolamento, misurato dallo strumento PV-ISOTEST sarebbe accettabile secondo le norme di prodotto dei moduli FV, ma è però in contrasto con la normativa di verifica IEC/EN62446-1 che prevede come isolamento minimo **1MΩ**.

Questa "discordanza" normativa è nota ai costruttori di inverter che infatti rendono (normalmente) impostabile il valore minimo ammesso per l'isolamento e suggeriscono circa 100kΩ = 0.1MΩ come valore sotto al quale l'inverter va in blocco (questo valore dipende dai costruttori, ad esempio SMA "suggerisce" 200kΩ, Elettronica Santerno 150kΩ).

Se si decidesse di accettare un valore limite minimo di 1MΩ, questo **renderebbe critica la localizzazione del guasto**.

Infatti, nell'esempio precedentemente riportato, siccome nessuno dei moduli FV è realmente guasto, i potenziali del polo positivo e negativo sono sostanzialmente simmetrici rispetto a terra (+620V e -620V) quindi lo strumento rileverebbe erroneamente “guasto" un modulo con resistenza di isolamento pari a 0.64MΩ, la cui posizione è calcolata nel modo seguente (**in accordo alle prescrizioni della IEC/EN62446-1**):

Posizione guasto = VT / Vmod

In cui:
- VT = **minimo valore tra VPE e VEN**
- Vmod = tensione di un singolo modulo

Pertanto: Pos. Guasto = 620 / 40 = **15.5 (in prossimità del 15° modulo della stringa)**

Il suddetto modulo in realtà, per ipotesi non è affatto guasto e, testato singolarmente presenterebbe, come tutti gli altri moduli , un isolamento verso terra pari a 20MΩ

Il valore limite minimo più grande consentito dallo strumento, pari a 230kΩ = 0.23MΩ rappresenta quindi il **massimo valore ragionevole che consente di supporre la presenza di un effettivo SINGOLO guasto di isolamento verso terra** (che è l'ipotesi principale su cui si regge la procedura indicata dalla norma IEC/EN62446 a cui è conforme la funzione GFL dello strumento PV-ISOTEST)

11.4. FUNZIONI DUAL E TMR – APPROFONDIMENTI TECNICI

Le funzioni DUAL e TMR sono i due modi con cui lo strumento PV-ISOTEST realizza le misure di isolamento su installazioni FV. In particolare:

- **Modo DUAL** → permette di eseguire la misura di isolamento su singoli moduli, su singole stringhe, su stringhe in parallelo e su interi campi FV operando sui poli (+) e (-) degli stessi, **senza la necessità di collegarli in cortocircuito**. La funzione garantisce drastica riduzione dei tempi di prova, flessibilità, e immediato riscontro dello stato di isolamento di entrambe le polarità, ma per contro essa deve riconoscere **sempre la presenza di una tensione tra i poli positivo e negativo VPN > 30VDC** al fine di eseguire il test

- **Modo TMR** → permette di eseguire la "tipica" misura di isolamento tra il polo (-) e/o il polo (+) del modulo/stringa/campo FV verso terra, testare isolamento di cavi di collegamento, parti dell'inverter, sicurezza elettrica in **modo continuo impostando un timer di misura nell'intervallo 3s ÷ 999s** senza **alcun vincolo di tensione necessariamente presente tra i poli** (come avviene invece nel modo DUAL) → Il metodo richiede di eseguire necessariamente più di una misura sulle stringhe

11.4.1. Aspetti normativi e teorici della misura di isolamento

La normativa IEC/EN62446-1 indica che la misura di isolamento dei circuiti associati ad un impianto FV (singoli moduli, stringhe, campi FV, collegamenti, ecc...) debba essere eseguita, **valutando sempre il valore minimo della resistenza**, con uno dei seguenti metodi:

1. Misura resistenza di isolamento verso terra del polo positivo e del polo negativo di moduli/stringhe/campi FV (**metodo usato nel modo TMR e più accuratamente nel modo DUAL di PVCHECKs-PRO e PV-ISOTEST**)
2. Misura della resistenza di isolamento verso terra del polo positivo e negativo cortocircuitati preventivamente tra loro (**metodo usato dal modello PVCHECKs**)

Metodo 1

Anche se gli impianti FV nascono sostanzialmente come dei **sistemi IT** (quindi non aventi un sistema di terra fisicamente realizzato), tra i poli (+) / Terra e (-) / Terra sono sempre presenti tensioni aleatorie di disturbo dovute a parametri "parassiti" (tipicamente effetti ohmico capacitivi) indicate come **Vop** e **Von** nello schema di principio seguente (vedere Fig. 10 - parte sinistra):

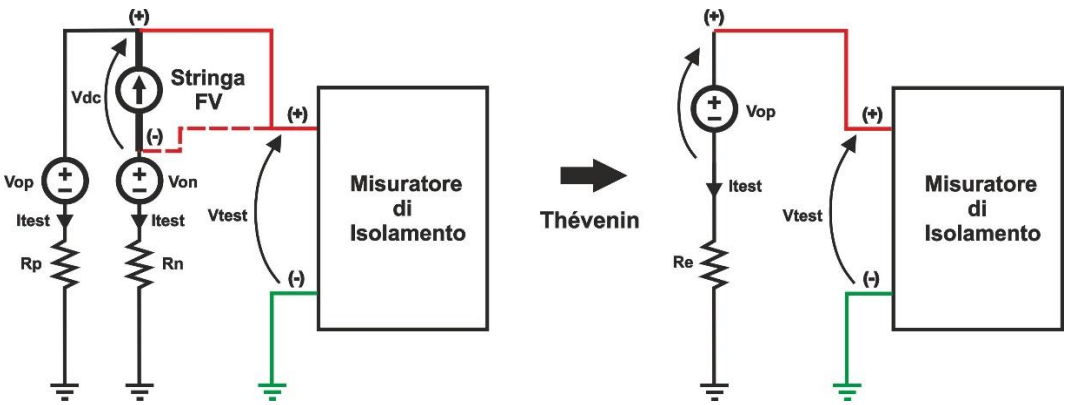


Fig. 10: Schema e circuito equivalente del Metodo 1

In cui:

- Vtest = tensione di prova del misuratore di isolamento
- Itest = corrente di prova erogata per effetto della tensione di prova applicata
- Vdc = tensione di stringa
- Rp = resistenza di isolamento del polo (+) verso terra
- Rn = resistenza di isolamento del polo (-) verso terra
- Vop = tensione aleatoria "parassita" del polo (+) verso terra
- Von = tensione aleatoria "parassita" del polo (-) verso terra

Le tensioni di disturbo Vop e Von sono dipendenti da diversi fattori tra cui la tensione di stringa, le condizioni ambientali e la presenza stessa dello strumento e possono significativamente influenzare la misura di isolamento.

Applicando la regola di semplificazione secondo Thévenin è possibile fare riferimento al circuito equivalente (vedere Fig. 10 - parte destra), riferito ad esempio al polo (+) della stringa:

In cui:

Re = Rp // Rn = $\frac{Rp * Rn}{Rp+Rn}$; Itest = $\frac{(Vtest-Vop)}{Re}$; Vop = Vdc $\frac{Rp}{Rp+Rn}$

Consideriamo il seguente esempio:

- Vtest = 500VDC
- Rp = 10MΩ → Isolamento supposto corretto (**>1MΩ**) sul polo (+)
- Rn = **0.1MΩ** → Isolamento supposto incorretto (**<1MΩ**) sul polo (-)
- Vdc = 490VDC
- Vop ≅ 490V
- Re ≅ **0.1MΩ**
- Itest ≅ **100µA**

Il misuratore di isolamento (modo TMR) misura Vtest e Itest e calcola invece la seguente resistenza di isolamento:

$Re_{EFF} = \frac{Vtest}{Itest} = \frac{500V}{100\mu A} =$ **5MΩ**

Pertanto, **per effetto della presenza di Vop**, pur avendo un basso isolamento sul polo (-) lo strumento fornisce un valore **NON corretto** di buon isolamento nella misura eseguita sul polo (+) → **la misura con Metodo 1 può essere affetta quindi da un errore che dipende dall'entità delle tensioni di disturbo**

Il modo DUAL (**allo stato attuale presente solo sugli strumenti HT**) ricade sempre nella tipologia del Metodo 1 ma usa equazioni di calcolo più complesse (non basate sulla semplice Legge di Ohm) che tengono conto degli effetti delle tensioni di disturbo, **NON è affetto da questi errori** e fornisce sempre correttamente con unica misura le seguenti informazioni:

- Resistenza di isolamento del polo R (+) verso terra
- Resistenza di isolamento del polo R (-) verso terra
- Resistenza **Rp = R (+) // R (-)** del parallelo tra le resistenze di isolamento dei due poli che è usata come valore di riferimento per il confronto con il valore limite minimo (tipicamente **1MΩ**)

Metodo 2

Questo metodo (vedere Fig. 11) prevede la chiusura in corto circuito (tramite apposito dispositivo di sicurezza) dei due poli (+) e (-) allo scopo di **azzerare la tensione di disturbo Vo** per poi eseguire una misura di resistenza di isolamento «classica» fra il punto comune dei poli in cortocircuito e terra

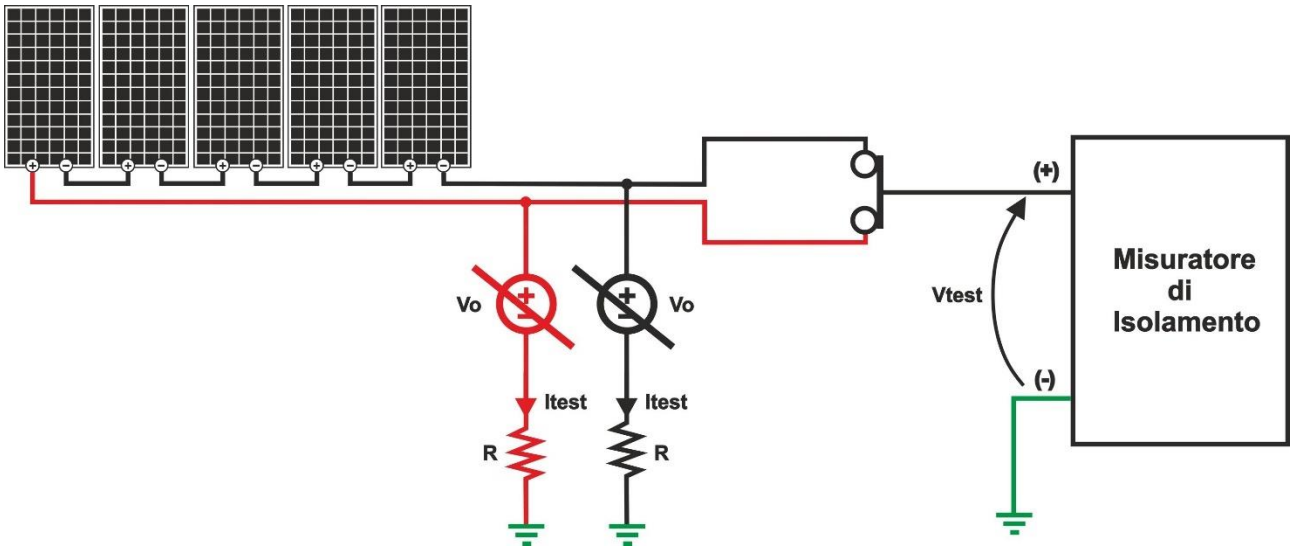


Fig. 11: Schema e circuito equivalente del Metodo 2

Gli svantaggi di questo metodo (usato dal modello PVCHECKs che esegue automaticamente il cortocircuito interno dei poli della stringa) sono i seguenti:

- Le resistenze di isolamento dei due poli sono in parallelo → lo strumento esegue sempre e fornisce solo la misura di tale Rp, dunque, **non è possibile** evidenziare il polo in cui sia presente un problema di basso isolamento
- E' possibile testare SOLO una stringa per volta al fine di non raggiungere valori di corrente di cortocircuito troppo elevati che potrebbero danneggiare lo strumento (max 15A per PVCHECKs)

12. ASSISTENZA

12.1. CONDIZIONI DI GARANZIA

Questo strumento è garantito contro ogni difetto di materiale e fabbricazione, in conformità con le condizioni generali di vendita. Durante il periodo di garanzia, le parti difettose possono essere sostituite, ma il costruttore si riserva il diritto di riparare ovvero sostituire il prodotto. Qualora lo strumento debba essere restituito al servizio post - vendita o ad un rivenditore, il trasporto è a carico del Cliente. La spedizione dovrà, in ogni caso, essere preventivamente concordata. Allegata alla spedizione deve essere sempre inserita una nota esplicativa circa le motivazioni dell'invio dello strumento. Per la spedizione utilizzare solo l'imballo originale; ogni danno causato dall'utilizzo di imballaggi non originali verrà addebitato al Cliente. Il costruttore declina ogni responsabilità per danni causati a persone o oggetti.

La garanzia non è applicata nei seguenti casi:

- Riparazione e/o sostituzione accessori e batteria (non coperti da garanzia).
- Riparazioni che si rendono necessarie a causa di un errato utilizzo dello strumento o del suo utilizzo con apparecchiature non compatibili.
- Riparazioni che si rendono necessarie a causa di un imballaggio non adeguato.
- Riparazioni che si rendono necessarie a causa di interventi eseguiti da personale non autorizzato.
- Modifiche apportate allo strumento senza esplicita autorizzazione del costruttore.
- Utilizzo non contemplato nelle specifiche dello strumento o nel manuale d'uso.

Il contenuto del presente manuale non può essere riprodotto in alcuna forma senza l'autorizzazione del costruttore.

I nostri prodotti sono brevettati e i marchi depositati. Il costruttore si riserva il diritto di apportare modifiche alle specifiche ed ai prezzi se ciò è dovuto a miglioramenti tecnologici

12.2. ASSISTENZA

Se lo strumento non funziona correttamente, prima di contattare il servizio di assistenza, controllare lo stato delle batterie e dei cavi e sostituirli se necessario. Se lo strumento continua a manifestare malfunzionamenti controllare se la procedura di utilizzo dello stesso è conforme a quanto indicato nel presente manuale. Qualora lo strumento debba essere restituito al servizio post-vendita o ad un rivenditore, il trasporto è a carico del Cliente. La spedizione dovrà, in ogni caso, essere preventivamente concordata. Allegata alla spedizione deve essere sempre inserita una nota esplicativa circa le motivazioni dell'invio dello strumento. Per la spedizione utilizzare solo l'imballaggio originale; ogni danno causato dall'utilizzo di imballaggi non originali verrà addebitato al Cliente

HT ITALIA SRL
Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – Italy
T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144
M ht@ht-instruments.com | **www.ht-instruments.it**

HT INSTRUMENTS SL
C/ Legalitat, 89
08024 Barcelona – Spain
T +34 934 081 777
M info@htinstruments.es | **www.ht-instruments.es**

HT INSTRUMENTS GmbH
Am Waldfriedhof 1b
D-41352 Korschenbroich – Germany
T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583
M info@ht-instruments.de | **www.ht-instruments.de**

WHERE WE ARE