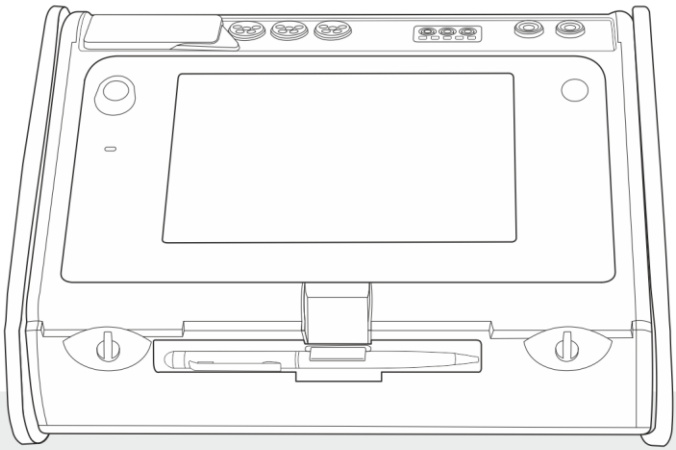
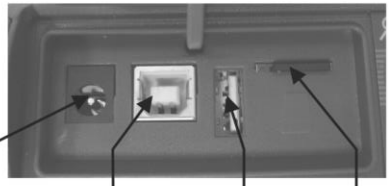


MANUALE D'USO RAPIDO

MULTI-MISURATORE DEI PARAMETRI DELLE INSTALLAZIONI ELETTRICHE

MPI-540 • MPI-540-PV

MPI-540 • MPI-540-PV



Ingressi per le pinze **I1, I2, I3** - registratore
R_E - misura della resistenza di terra

Terminali di misura

N (neutro) - per registratore

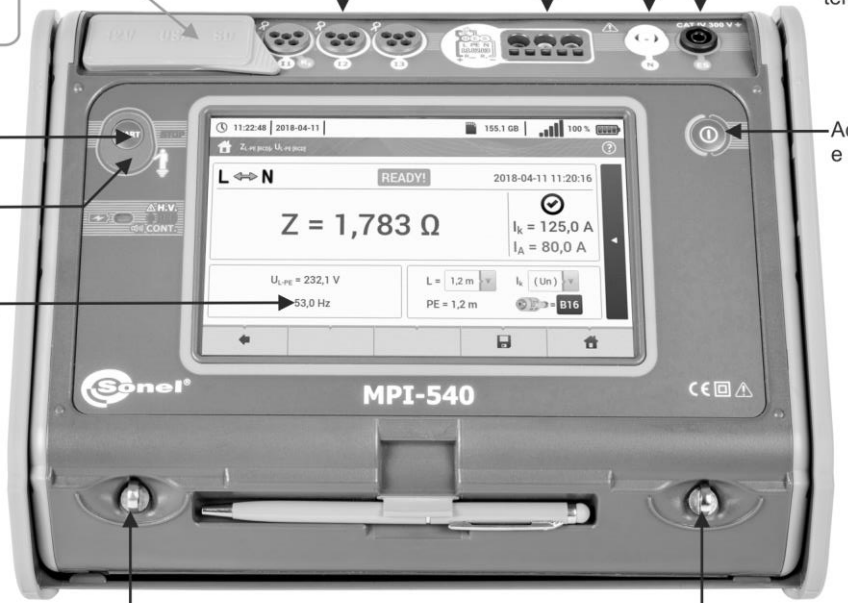
ES - misura di resistenza di terra e resistività del terreno

Avvio della procedura di misura

Elettrodo di contatto

Touchscreen

Accensione e spegnimento



Asole tracolla

- Indietro
- Salva
- Mostra ultima misura
- Torna al menu principale
- Seleziona articolo
- Mostra più icone
- Aggiungi articolo
- Modifica articolo
- Cerca
- Rimuovi articolo
- Chiudi menu

MANUALE D'USO RAPIDO

MULTI-MISURATORE DEI PARAMETRI DELLE INSTALLAZIONI ELETTRICHE

MPI-540 • MPI-540-PV

CE

SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia

La versione completa di questo manuale (in lingua Inglese) è scaricabile dal sito web www.sonel.com

Versione 2.06 20.07.2022

CONTENUTO

1 Sicurezza 5

2 Menu principale 6

2.1 Impostazioni strumento 7
2.2 Impostazioni di misura 7
2.2.1 Sotto-menu Measurements 7
2.2.2 MPI-540-PV Sotto-menu moduli PV 8
2.3 Comunicazione 9
2.3.1 Comunicazione USB 9
2.3.2 MPI-540-PV Collegamento con un misuratore di irraggiamento 9
2.4 Configurazione della lingua 9

3 Misure 10

3.1 Controllo della correttezza delle connessioni PE (terra di protezione) 11
3.2 Parametri dell'anello di guasto 12
3.2.1 Parametri dell'anello di guasto su circuiti L-N e L-L 12
3.2.2 Parametri dell'anello di guasto su circuiti L-PE 12
3.2.3 Parametri dell'anello di guasto su circuiti L-PE protetti tramite differenziale RCD 13
3.2.4 Misure dell'impedenza dell'anello di guasto su reti IT 14
3.3 Caduta di tensione 15
3.4 Resistenza di terra 16
3.4.1 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli (R_E3P) 16
3.4.2 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 4 fili (R_E4P) 17
3.4.3 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con la pinza (R_E3P+C) 18
3.4.4 Misurazione della resistenza di terra con il metodo di 2 pinze (2C) 19
3.5 Misura della resistività del suolo (ρ) 20
3.6 Test dei dispositivi di protezione RCD 21
3.6.1 Misure su reti IT 22
3.7 Prova in modalità automatica dei dispositivi RCD 23
3.7.1 Configurazione della prova in automatico dei dispositivi RCD 23
3.7.2 Prova in automatico dei dispositivi RCD 24
3.8 Resistenza di isolamento 26
3.9 Misura di resistenza con bassa corrente di prova 28
3.9.1 Misura di resistenza 28
3.9.2 Misura della resistenza dei conduttori di protezione ed equipotenziali con corrente di prova ±200 mA 28
3.10 Sequenza delle fasi 29
3.11 Direzione di rotazione dei motori 30
3.12 Illuminamento 31
3.13 MPI-540-PV Resistenza di terra (PV) 31
3.14 MPI-540-PV Resistenza di isolamento (PV) 32
3.15 MPI-540-PV Continuità delle connessioni (PV) 32
3.16 MPI-540-PV Tensione DC a circuito aperto U_{OC} 33
3.17 MPI-540-PV Corrente DC di corto-circuito I_{SC} 34
3.18 MPI-540-PV Test di efficienza dell'inverter η, P, I 35
3.18.1 Configurazione di misura 36
3.18.2 Modalità LIVE 37
3.19 MPI-540-PV Reset della pinza C-PV 38
3.20 MPI-540-PV Irraggiamento e temperatura 38

4 Misure automatiche 39
4.1 Avvio delle misure automatiche 39
4.2 Creazione di una procedura di misura 41
5 Registratore 43
5.1 Descrizione delle funzioni 43
5.2 Elementi principali della pagina 45
5.2.1 Menu principale 45
5.2.2 Barra delle informazioni sui parametri della linea in esame 46
5.2.3 Aiuto 46
5.3 Connessione alla linea in esame 46
5.3.1 Configurazioni di misura 46
5.3.2 Configurazioni di registrazione 49
5.4 Impostazione dell'analizzatore 50
5.5 Modalità LIVE 51
5.5.1 Forme d'onda dei transitori di tensione e corrente (waveforms) 51
5.5.2 Andamento nel tempo dei valori istantanei 51
5.5.3 Modalità LIVE – visualizzazione a tabella 51
5.5.4 Diagramma vettoriale delle componenti fondamentali (phasor) 52
5.5.5 Grafici/tabelle delle armoniche 53
5.6 Accendere e spegnere il registratore 53
5.7 Analisi della registrazione 53
5.8 Elaboratore delle perdite di energia 54
5.8.1 Descrizione delle funzioni 54
5.8.2 Configurazione del calcolatore delle perdite 55
5.9 Efficienza dell'inverter 55
6 Memoria dello strumento 56
6.1 Memoria dedicata alle misure 56
6.1.1 Configurazione della memoria 56
6.1.2 Struttura della memoria 57
6.1.3 Salvataggio dei dati 57
6.2 Memoria del registratore 58
6.2.1 MicroSD card 58
6.2.2 Memoria esterna USB (flash drive) 58
6.2.3 Compatibilità con il software Sonel Analysis 58
6.2.4 Connessione a PC e trasmissione dati 59
7 Alimentazione dello strumento 59
7.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione 59
7.2 Sostituzione delle batterie ricaricabili 59
7.3 Ricarica delle batterie ricaricabili 59
8 Specifiche tecniche 60
8.1 Dati generali 60
8.1.1 Misura di tensione alternata (True RMS) 60
8.1.2 Frequency measurement 60
8.1.3 Misura di impedenza dell'anello di guasto Z_{L-PE}, Z_{L-N}, Z_{L-L} 60
8.1.4 Misura di impedenza dell'anello di guasto $Z_{L-PE[RCD]}$ (senza scatto del RCD) 61
8.1.5 Misura dei parametri del differenziale RCD 61
8.1.6 Misura della resistenza di terra R_E 62
8.1.7 Misura di continuità con corrente ±200mA e misura di resistenza con bassa corrente 63
8.1.8 Misura della resistenza di isolamento 63

8.1.9 *Misura di illuminamento* 64
8.1.10 *Sequenza delle fasi* 65
8.1.11 *Rotazione motore* 65
8.1.12 MPI-540-PV *Misura della tensione DC a circuito aperto U_{OC}* 65
8.1.13 MPI-540-PV *Misura della Corrente DC di corto-circuito I_{SC}* 65
8.2 Dati della registrazione 65
8.2.1 *Ingressi* 65
8.2.2 *Campionamento e RTC* 66
8.2.3 *Misura di tensione* 66
8.2.4 *Misura di corrente (True RMS)* 67
8.2.5 *Misura di frequenza* 67
8.2.6 *Misura delle armoniche* 68
8.2.7 *Sbilanciamento* 68
8.2.8 *Misura di Potenza ed energia* 68
8.3 Altri dati tecnici 69
***9 Accessori* 70**
9.1 Accessori in dotazione 70

MPI-540-PV *L'icona con il nome dello strumento è posizionata accanto alle sezioni che fanno riferimento alle sue caratteristiche specifiche. Tutte le altre parti del testo si riferiscono a entrambi gli strumenti.*

1 Sicurezza

Lo strumento MPI-540 è progettato per eseguire verifiche sui dispositivi di protezione contro le scosse elettriche sulle reti di alimentazione e per registrare i parametri di consumo della linea in esame. Questo misuratore viene utilizzato per effettuare misurazioni i cui risultati determinano il livello di sicurezza delle installazioni elettriche. Pertanto, al fine di fornire le dovute informazioni di sicurezza per il corretto funzionamento e per ottenere risultati di misura corretti, è necessario seguire le seguenti raccomandazioni:

- Prima di procedere con l'utilizzo dello strumento, leggere e acquisire confidenza con il presente manuale e osservare le condizioni di sicurezza e le raccomandazioni espresse dal fabbricante.
- Qualsiasi applicazione estranea rispetto a quanto riportato nel presente manuale può provocare danni al dispositivo e nel peggiore dei casi all'operatore.
- MPI-540 deve essere utilizzato da personale competente, addestrato a eseguire lavori elettrici sotto tensione secondo le normative vigenti, conscio dei rischi propri dell'elettricità e a conoscenza delle norme di sicurezza relative. L'utilizzo dello strumento da parte di personale non abilitato può causare danni al dispositivo e nel peggiore dei casi all'operatore.
- L'utilizzo dello strumento nel rispetto del presente manuale non esclude la necessità di ottemperare alle norme sulla salute e sicurezza sul lavoro e ad altre normative antincendio pertinenti richieste durante l'esecuzione di un particolare tipo di lavoro. Prima di utilizzare lo strumento in ambienti particolari quali ad esempio quelli a rischio di esplosione, è opportuno consultare il responsabile del servizio prevenzione e protezione dell'azienda/luogo in cui si opera.
- Non utilizzare lo strumento se:
  - ⇒ lo strumento risulta completamente o parzialmente danneggiato o fuori servizio,
  - ⇒ lo strumento presenta parti della cassa e/o degli accessori con evidenti danni all'isolamento,
  - ⇒ lo strumento è rimasto inutilizzato per lungo tempo in condizioni ambientali non idonee (ad esempio con umidità eccessiva). Se lo strumento viene trasferito da un ambiente fresco a uno caldo con un alto livello di umidità relativa, attendere almeno 30 minuti prima di avviare le misurazioni così che lo strumento si porti in equilibrio termico con l'ambiente circostante.
- L'indicazione **di batterie scariche** sul display indica che la tensione di alimentazione è insufficiente e che le batterie devono essere sostituite o ricaricate.
- Non lasciare le batterie scariche all'interno strumento in quanto eventuali perdite di liquido/acido possono danneggiarlo in modo irreversibile.
- Prima di iniziare qualsiasi misurazione, assicurarsi che i cavi di prova siano in buono stato e che siano correttamente ai terminali di misura corretti.
- Non utilizzare mai lo strumento con il coperchio del vano batteria aperto o parzialmente chiuso e utilizzare solo i metodi di alimentazione descritti in questo manuale.
- Gli ingressi R_{ISO} dello strumento sono protetti elettronicamente dai sovraccarichi (causati ad esempio dal collegamento a un circuito sotto tensione) fino a 463 V RMS per 60 secondi.
- Qualsiasi attività di riparazione può essere eseguita unicamente da centri di assistenza autorizzati dal fabbricante.

ATTENZIONE!

Devono essere utilizzati solo accessori originali o comunque conformi a quanto previsto da questo manuale, come indicate alla **sezione 9**. L'uso di altri accessori può causare il danneggiamento dei terminali di misura, introdurre errori di misura aggiuntivi e sottoporre l'operatore a rischi.

In funzione dello sviluppo tecnologico continuo, l'aspetto reale del display potrebbe differire leggermente da quanto presentato in questo manuale d'uso.

2 Menu principale

Il menu principale viene visualizzato:

- dopo l'accensione dello strument,
- ogni volta che viene premuta l'icona sul display (tranne per la funzione registratore).

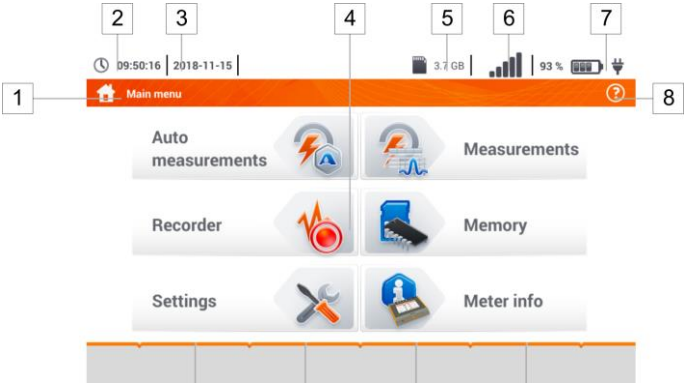


Fig. 2.1 Elementi della pagina principale

1 **Nome del menu attivo**
Una eventuale modifica non ancora salvata è indicata dal simbolo * in testa alla pagina.

2 **Ora**
3 **Data**
4 **Pagina principale**
5 **Spazio libero sulla memory card**
Se la card non è inserita nello slot, l'icona è barrata da una croce.
6 **Intensità del segnale wireless**
7 **Indicatore di carica della batteria**
8 **Menu di help attivo**

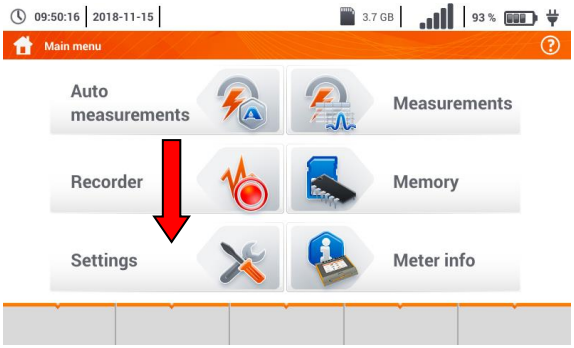
Toccando una voce del menu principale si accede al relativo sottomenu. Opzioni disponibili:

- **Recorder** – misura e registrazione dei parametri elettrici della rete (descritto alla **sezione 4.2**),
- **Settings** – accesso alle impostazioni delle principali funzioni e ai parametri dello strumento,
- **Measurements** – selezione della funzione di misura. (descrizione delle singole funzioni alla **sezione 3,**
- **Memory** – visualizzazione e gestione dei risultati di misura salvati (descritto alla **sezione 6),**
- **Meter information –** informazioni sullo strumento.

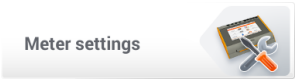
La descrizione dettagliata delle singole funzionalità è riportata nella versione completa del manuale sul sito web www.sonel.com.

2.1 Impostazioni strumento

La **data**, l'**ora** e la **luminosità** del display possono essere impostate dal menu **Meter Settings**.

1 

Seleziona **Settings**.

2 

Seleziona **Meter settings**.

2.2 Impostazioni di misura

Dal menu **Measurement settings** si possono configurare:

- impostazioni di misura – parametri principali,
- database dei fusibili,
- MPI-540-PV parametri dell'installazione fotovoltaica,
- MPI-540-PV database dei pannelli fotovoltaici.

2.2.1 Sotto-menu Measurements

T Il sotto-menu **Measurements** contiene i seguenti elementi:

- tensione nominale di rete,
- frequenza di rete,
- modalità di presentazione del risultato dell'anello di guasto,
- tipo di rete dell'oggetto testato,
- unità di misura,
- configurazione della memoria (numero auto-incrementale della cella di memoria),
- timer per la misura in automatico,
- MPI-540-PV valore minimo di irraggiamento per la conversione ai valori STC,
- MPI-540-PV fonte della misura di temperatura,
- MPI-540-PV quantità di moduli fotovoltaici in serie,
- MPI-540-PV quantità di moduli fotovoltaici in parallelo,
- norma di misura RCD EV.

Prima delle misure selezionare il **tipo di rete** con cui viene alimentato l'oggetto in esame. Quindi selezionare la **tensione nominale di rete Un** (110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V o240/415 V). Questo valore di tensione viene utilizzato per calcolare i valori della corrente presunta di cortocircuito.

La selezione della **frequenza di rete f_n**, che è l'origine di potenziali interferenze, è necessaria per

ottenere una corretta frequenza del segnale di misura nelle misure di resistenza a terra. Questa selezione garantisce un filtraggio ottimale delle interferenze. Lo strumento è progettato per filtrare le interferenze generate da reti a 50 Hz e 60 Hz.

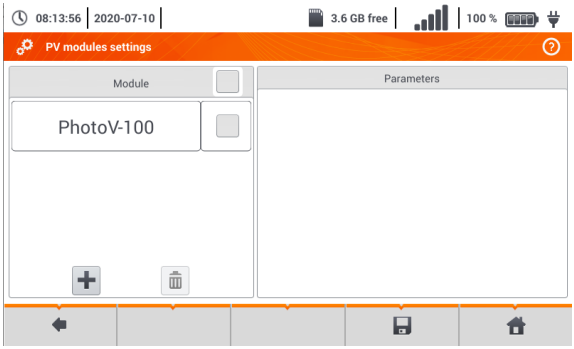
Norma di misura RCD EV specifica i parametri di misura per la protezione dei dispositivi RCD dedicati al settore dell'elettromobilità e del fotovoltaico.

L'impostazione attivo (→)della funzione **Auto-increment** determina che ogni nuova misura venga salvata in un nuovo punto di misura creato automaticamente.

Auto measurements timer (*timer per la misura in automatico*) determina l'intervallo di tempo per l'avvio delle fasi successive della procedura di misura.

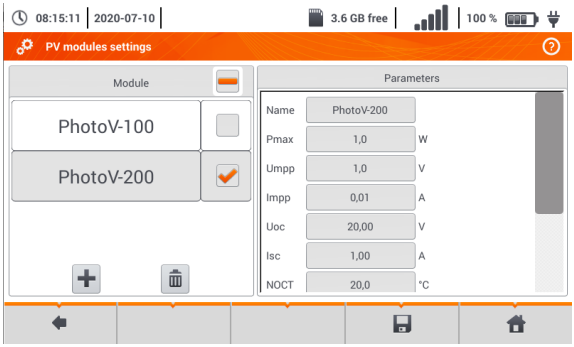
2.2.2 MPI-540-PV Sotto-menu moduli PV

1



- Nella colonna **Module**, usa ➕ per aggiungere un modulo PV.
- Nella colonna **Parameters**, completa i parametri del modulo aggiunto.

2



Descrizione delle icone delle funzioni

- registrazione non attiva
- registrazione attiva
- ➕ aggiungi nuova registrazione
- modifica il nome della registrazione attiva
- rimuovi la registrazione attiva
- ritorna alla pagina precedente
- ritorna al menu principale

Lista dei parametri

Name – nome del modulo
Pmax – potenza sul punto di MPP *
Umpp – tensione su punto di MPP *
Impp – corrente sul punto di MPP*
Uoc – tensione a circuito aperto
Isc – corrente di corto-circuito
NOCT – temperatura di funzionamento nominale delle celle
alpha – coefficiente di temperatura per la corrente - Isc
beta – coefficiente di temperatura per la tensione - Uoc
gamma – coefficiente di temperatura per la potenza - Pmax
R_S – resistenza serie del modulo PV

* MPP – punto di massima potenza

2.3 Comunicazione

2.3.1 Comunicazione USB

La porta USB di tipo B sullo strumento viene utilizzata per collegare lo strumento al computer per scaricare i dati archiviati nella sua memoria. I dati possono essere scaricati direttamente da Esplora Risorse di Windows oppure tramite uno dei software realizzati dal fabbricante.

Lo strumento è inoltre compatibile con il software per PC.

- **Sonel Analysis** – questo software fornisce supporto per la funzione registratore dello strumento e per tutti gli analizzatori Sonel della serie PQM. Consente la lettura dei dati registrati e l'analisi dei dati.
- **Sonel Reader** – questo software viene utilizzato per recuperare i dati salvati sulla memoria dello strumento. In aggiunta, consente il trasferimento dei dati al PC, e l'esportazione dei dati nei formati più diffusi in commercio e per la stampa.
- **Sonel Reports PLUS** – supporta la creazione di report di prova in seguito ai test sulle installazioni elettriche. Il software comunica con gli strumenti di prova Sonel, scarica i dati dalla memoria dello strumento e crea la documentazione necessaria.

Informazioni più dettagliate sono disponibili presso il produttore e i distributori.

1. Collega il cavo alla porta USB del computer e allo slot USB-B dello strumento.
2. Avvia il programma.

2.3.2 MPI-540-PV Collegamento con un misuratore di irraggiamento

1. Vai alla sezione**Impostazioni** ► **Impostazioni alla comunicazione** ► **LoRa**.
2. Collega l'adattatore LoRa alla presa USB del misuratore. Sulla barra in alto apparirà il simbolo **LoRa**.
3. Metti il misuratore di irraggiamento in modalità di accoppiamento. Inserisci il suo numero di serie nell'MPI-540-PV.
4. Seleziona **Pair**.

2.4 Configurazione della lingua

- Apri la lista delle lingue.
- Seleziona la lingua preferita.

Descrizione delle icone delle funzioni

- ritorna alla pagina precedente (potrebbe richiedere di salvare o rifiutare le modifiche)
- salva le modifiche
- ritorna al menu principale

3 Misure

AVVERTIMENTO
Durante le misure (anello di guasto e RCD), non toccare parti metalliche conduttive, accessibili o estranee rispetto all'installazione elettrica in esame.

Il menu **Measurements** mette a disposizione le seguenti funzioni.

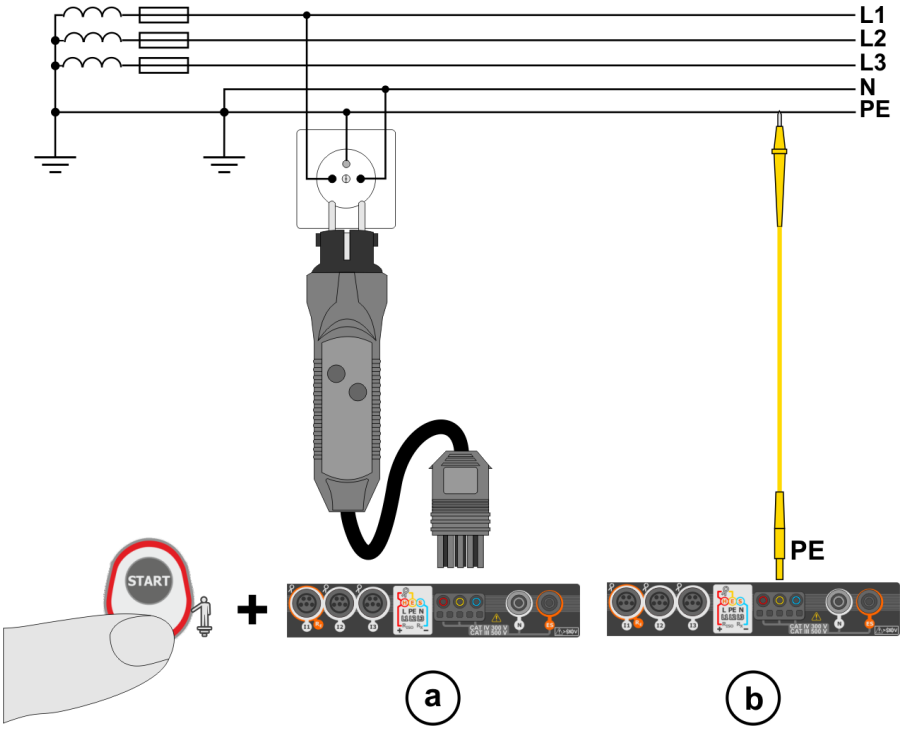
Misure su sistemi in Bassa Tensione - LV:

- impedenza dell'anello di guasto ($Z_{L-N, L-L}$, Z_{L-PE}, $Z_{L-PE[RCD]}$ per sistemi protetti da RCD),
- caduta di tensione **ΔU**,
- resistenza di isolamento **R_{ISO}**,
- test dei dispositivi di protezione RCD (corrente di intervento **RCD I_A**, tempo di intervento **RCD** t_A e misure automatiche),
- resistenza **R_X**,
- continuità delle connessioni **R_{CONT}**,
- sequenza delle fasi **1-2-3**,
- direzione della rotazione del motore **U-V-W**,
- resistenza di terra **R_E**,
- resistività del terreno **Ωm**,
- illuminamento **Lux**.

MPI-540-PV **Misure su dispositivi fotovoltaici - PV:**

- continuità del conduttore di protezione ed equipotenziale **R_{CONT}**,
- resistenza di terra **R_E**,
- resistenza di isolamento **R_{ISO} PV**,
- tensione a circuito aperto **U_{OC}**,
- corrente di corto-circuito **I_{SC}**,
- corrente e potenze sui lati AC e DC dell'inverter e relativa efficienza **η, P, I**,
- irraggiamento solare **Irr**.

3.1 Controllo della correttezza delle connessioni PE (terra di protezione)



Quando lo strumento è collegato come da disegno, tocca l'elettrodo di contatto e attendi **1 secondo** circa. Se viene rilevata tensione sul conduttore PE, lo strumento:

- visualizza **PE!** (errore di connessione, il conduttore PE è collegato al conduttore di fase) e
- genera un segnale sonoro continuo.

Questa opzione è disponibile per tutte le funzioni di misura che si applicano ai dispositivi differenziali (RCD) e all'anello di guasto **eccetto per la misura Z_{L-N}**.

AVVERTIMENTO

Quando viene rilevata la tensione di fase sul conduttore PE, le misure devono essere interrotte immediatamente e il guasto sul circuito deve essere rimosso.

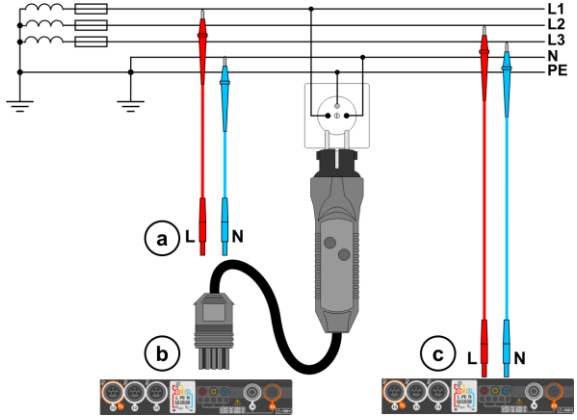
- Assicurarsi di essere su un pavimento non isolato durante la misura. Il terreno isolato può determinare un errore sulla misura.
- Se la tensione sul conduttore PE supera il valore limite accettabile (50 V circa), lo strumento ne fornisce segnalazione.

3.2 *Parametri dell'anello di guasto*

Seleziona $Z_{L-N,\ L-L}$ oppure Z_{L-PE} oppure $Z_{L-PE[RCD]}$.

3.2.1 Parametri dell'anello di guasto su circuiti L-N e L-L

1



Connetti i cavi di prova secondo questo schema:

⇒ (a) o (b) per la misura su circuiti L-N,

⇒ (c) per la misura su circuiti L-L.

2

Seleziona $Z_{L-N,\ L-L}$.

3 Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.2.2 Parametri dell'anello di guasto su circuiti L-PE

1 Connetti i cavi di prova secondo **Fig. 3.1** o **Fig. 3.2**.

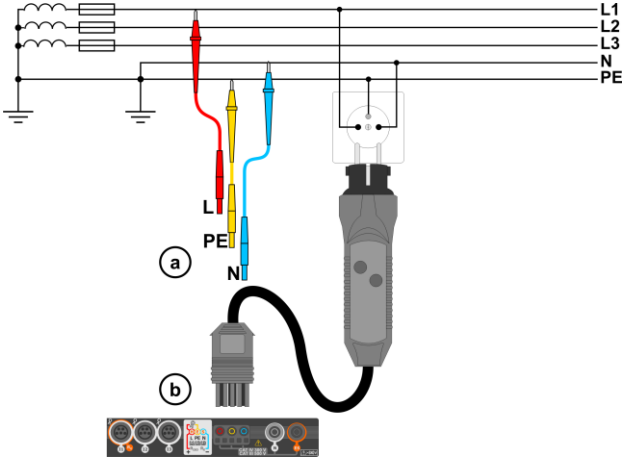


Fig. 3.1 Misura su circuito L-PE

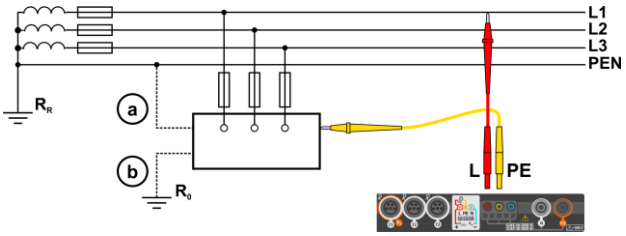


Fig. 3.2 Verifica dell'efficacia della protezione contro le scosse elettriche sull'involucro dell'apparecchiatura domestica in caso di: (a) rete TN o (b) rete TT

(2)

Seleziona **Z_{L-PE}**.

(3) Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.2.3 Parametri dell'anello di guasto su circuiti L-PE protetti tramite differenziale RCD

(1) Connetti i cavi di prova secondo **Fig. 3.3**, **Fig. 3.4** o **Fig. 3.5**.

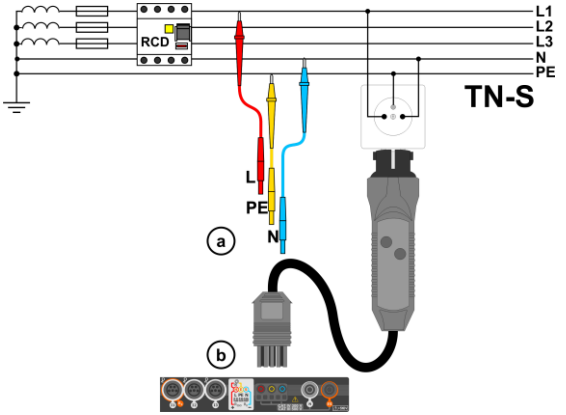


Fig. 3.3 Misura su sistemi TN-S

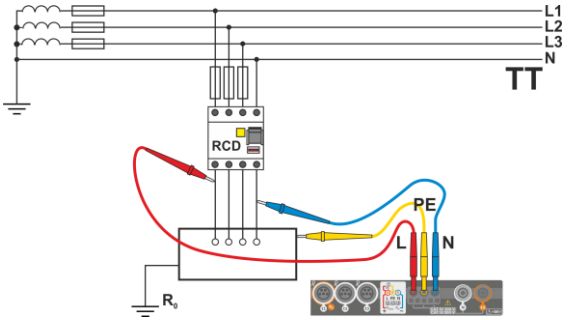


Fig. 3.4 Misura su sistemi TT

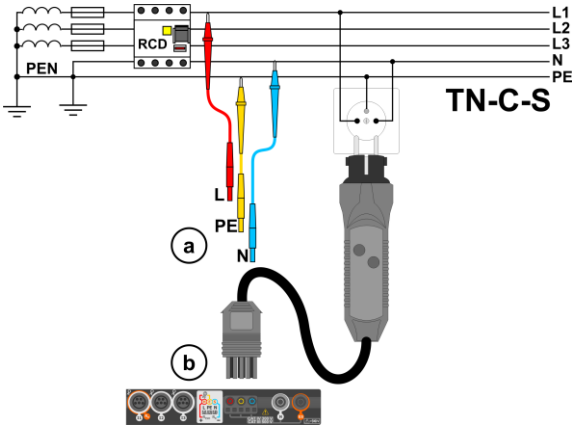


Fig. 3.5 Misura su sistemi TN-C-S

②

Seleziona $Z_{L\text{-}PE[RCD]}$.

③ Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.2.4 Misure dell'impedenza dell'anello di guasto su reti IT

Prima di eseguire le misure seleziona il tipo di rete appropriato nel menu **Measurement settings**.

ATTENZIONE!

- Selezionando una rete di tipo IT, la funzione dell'elettrodo di contatto è **inattiva**.
- Nel caso in cui si tenti di realizzare una misura di tipo $Z_{L\text{-}PE}$ e $Z_{L\text{-}PE[RCD]}$ lo strumento restituisce il messaggio informativo di impossibilità a proseguire.

Il metodo di connessione dello strumento all'impianto è rappresentato in **Fig. 3.6**.

La metodologia di realizzazione della misura dell'anello di guasto è descritta alla **sezione 3.2.1**.
Tensione nominale operativa: **95 V … 440 V**.

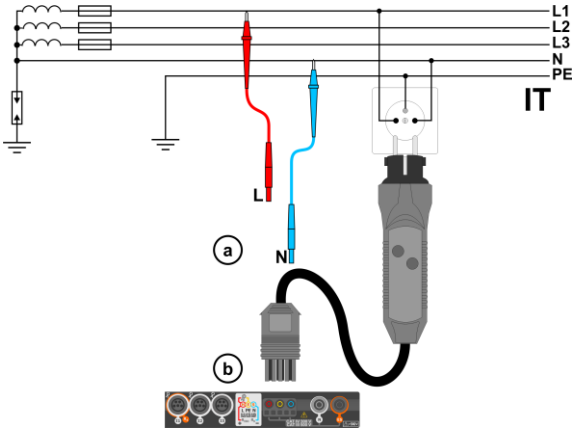
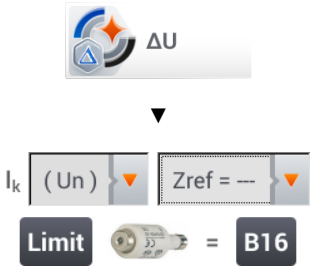


Fig. 3.6 Misura su sistemi IT

3.3 Caduta di tensione

Questa funzione permette di misurare la caduta di tensione tra due punti della rete in esame, selezionati dall'operatore. Il test si basa sulla misura dell'impedenza dell'anello di guasto L-N in questi punti. In una rete standard, generalmente la caduta di tensione viene testata tra la presa e il quadro (punto di riferimento).

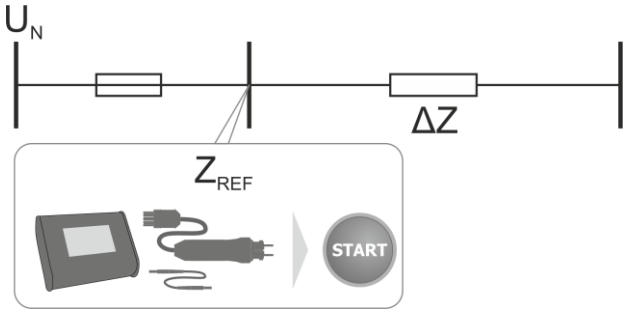
1



- Seleziona **ΔU**.
- Usa la configurazione **Zref= ---** per resettare la precedente misura.
- Inserisci il valore **limite** della caduta di tensione **ΔU_{MAX}**.
- Inserisci il **tipo di fusibile** che protegge il circuito sotto test.

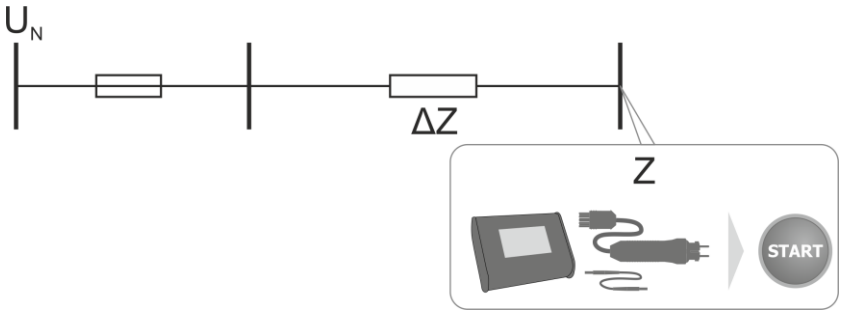
2

- Collega lo strumento al punto di riferimento della rete da testare, come previsto dalla misura.
- Premi **START**.



3

- Modifica la configurazione da **Zref** a **Z**.
- Collega lo strumento al punto di riferimento, come previsto dalla misura Z_{L-N}.
- Premi **START**.



3.4 Resistenza di terra

AVVERTIMENTO

- **La misura della resistenza di terra può essere eseguita se la tensione di disturbo non supera i 24 V. La tensione di interferenza viene misurata fino al valore massimo di 100 V.**
- **Una tensione superiore a 50 V viene segnalata come pericolosa. Lo strumento non deve essere collegato a tensioni superiori a 100 V.**

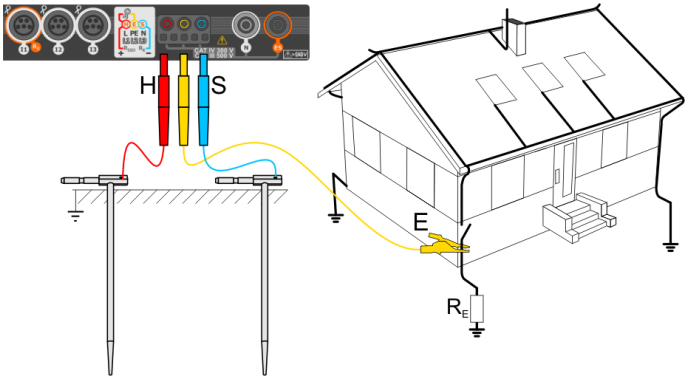
1

Seleziona **RE**.

3.4.1 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli (R_E3P)

Il metodo di misura a tre poli è il metodo più comune per la misura della resistenza di terra.

1 Scollega il picchetto di terra da testare dal circuito elettrico dell'edificio.

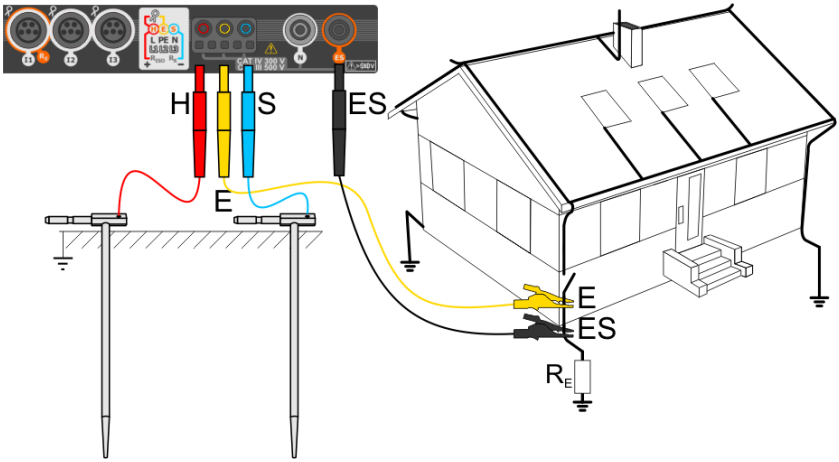
2 

- Infiggi nel terreno la sonda di **corrente** e collegala al terminale **H** dello strumento.
- Infiggi nel terreno la sonda di **tensione** e collegala al terminale **S** dello strumento.
- Il **picchetto di terra** da testare deve essere collegato al terminale E dello strumento.
- Si raccomanda di posizionare il **picchetto di terra** da testare e le sonde **H** e **S** lungo una linea diritta e a una distanza adeguata ed equivalente tra loro, in accordo con le regole normative di misura della resistenza di terra.

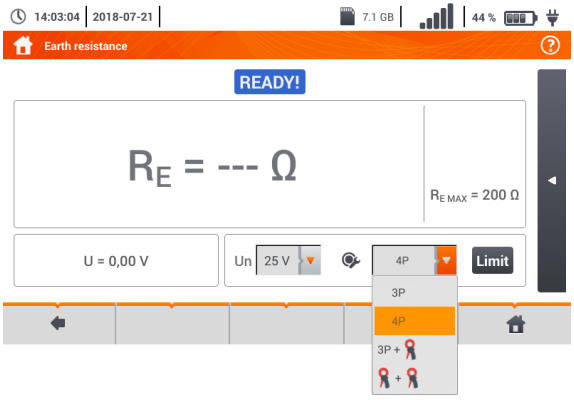
3

- Seleziona l'opzione **3P** dal menudelle misure.
- Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.4.2 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 4 fili (R_E4P)

1. Scollega il picchetto di terra da testare dal circuito elettrico dell'edificio.
2. 

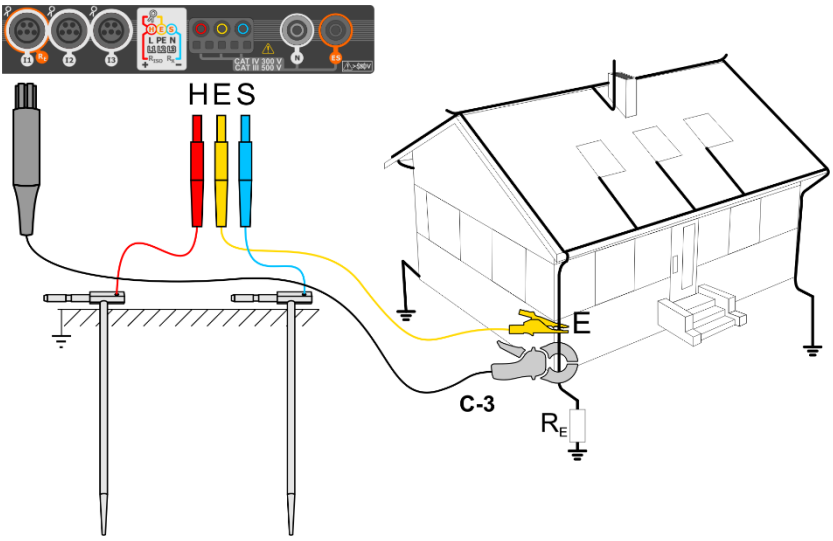
- Infiggi nel terreno la sonda di **corrente** e collegala al terminale **H** dello strumento.
- Infiggi nel terreno la sonda di **tensione** e collegala al terminale **S** dello strumento.
- Il **picchetto di terra** da testare deve essere collegato al terminale E dello strumento utilizzando i relativi cavi.
- Il terminale **ES** va collegato al picchetto di terra da testare, al di sotto del morsetto **E.**
- Si raccomanda di posizionare il **picchetto di terra** da testare e le sonde **H** e **S** lungo una linea diritta e a una distanza adeguata ed equivalente tra loro, in accordo con le regole normative di misura della resistenza di terra.

3. 

- Seleziona l'opzione **4P** dal menudelle misure.
- Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

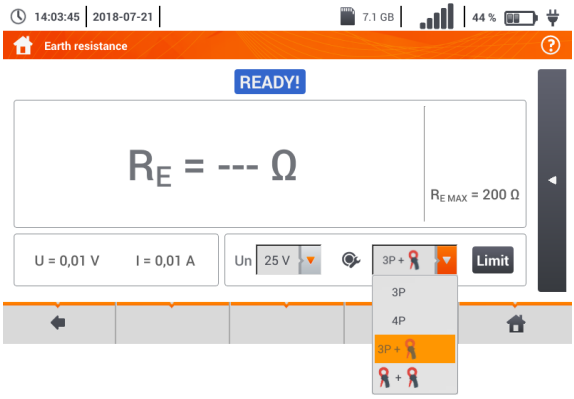
3.4.3 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con la pinza (R_E3P+C)

1



- Infiggi nel terreno la sonda di **corrente** e collegala al terminale **H** dello strumento.
- Infiggi nel terreno la sonda di **tensione** e collegala al terminale **S** dello strumento.
- Il **picchetto di terra** da testare deve essere collegato al terminale **E** dello strumento utilizzando i relativi cavi.
- Si raccomanda di posizionare il **picchetto di terra** da testare e le sonde **H** e **S** lungo una linea diritta e a una distanza adeguata ed equivalente tra loro, in accordo con le regole normative di misura della resistenza di terra.
- Il **sensore di corrente a pinza** deve essere posizionato sul picchetto di terra da testare abbracciando il cavo sotto il punto di connessione del cavo E.
- **La freccia sui sensori di corrente** può essere rivolta **in qualsiasi direzione**.

2

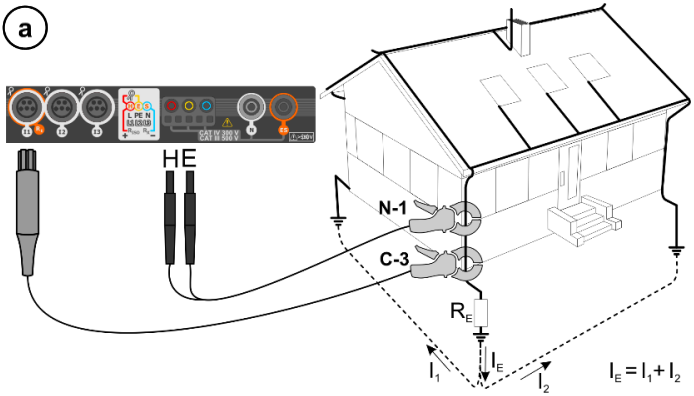


Seleziona l'opzione **3P + pinza** dal menu delle misure.

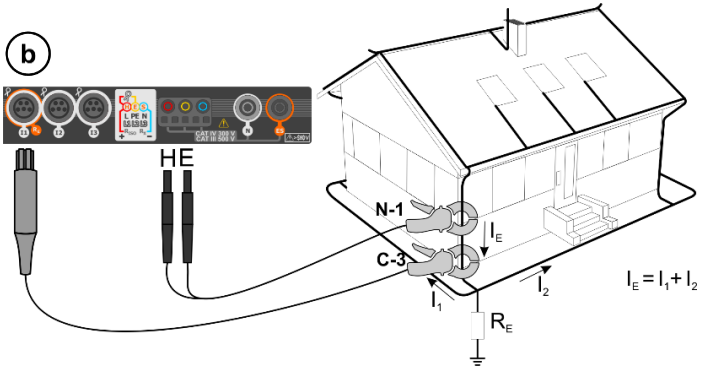
Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.4.4 Misurazione della resistenza di terra con il metodo di 2 pinze (2C)

1 a



b



- La pinza di riferimento e la pinza di misura devono essere posizionate sul picchetto di terrada testare **a una distanza minima di almeno 30 cm l'una dall'altra.**
- La freccia sui sensori di corrente può essere rivolta in qualsiasi direzione.
- Collega la **pinza di riferimento N-1** ai terminali **H** ed **E**.
- Collega la **pinza di misura C-3** al relativo terminale di connessione dedicato

2

- Seleziona l'opzione **pinza + pinza** dal menu delle misure.
- Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.5 Misura della resistività del suolo (ρ)

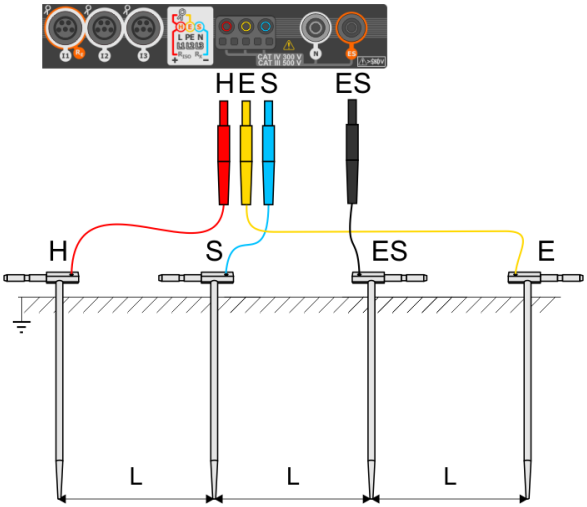
Per la misura della resistività del terreno - impiegata come fattore di preparazione per la progettazione del sistema di messa a terra o per rilevazioni geologiche – lo strumento prevede una funzione separata: la misura della resistività del terreno **ρ.** Questa funzione è identica alla misura della resistenza di terra a 4 poli, tuttavia contiene un passaggio addizionale di inserimento della distanza tra le sonde di misura. Il risultato della misura è il valore di resistività, calcolato automaticamente secondo la formula applicata nel metodo Wenner:

$$\rho = 2\pi L R_E$$

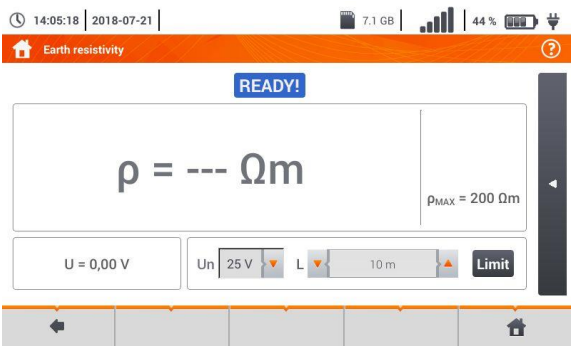
dove:
L – distanza tra le sonde di prova (tutte le distanze devono essere uguali),
R_E – resistenza misurata.

1.

Seleziona **Ωm**.

2. 

- Infiggi le 4 sonde nel terreno **in linea** tra loro e ad una distanza **equivalente** sempre uguale.
- Collega le sonde allo strumento come indicato dal disegno qui sopra.



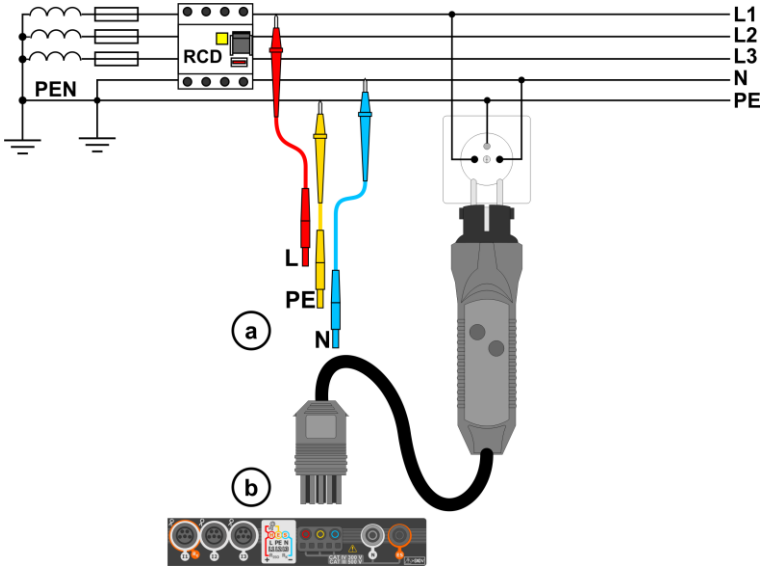
- Richiama il menu di misura.
- Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.6 *Test dei dispositivi di protezione RCD*

1

Seleziona **RCD I_A** o **RCD t_A**.

2 Collega lo strumento come indicato dalla figura qui sotto.



3 Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

3.6.1 Misure su reti IT

Prima di eseguire la misura, seleziona il tipo di rete appropriata dal menu principale (menu **Measurement settings**, **sezione 2.1**).

ATTENZIONE!

Dopo aver selezionato la rete IT, la funzionalità dell'elettrodo **di contatto è inattiva**.

Il metodo di connessione dello strumento all'impianto è rappresentato in **Fig. 3.7** e **Fig. 3.8**.

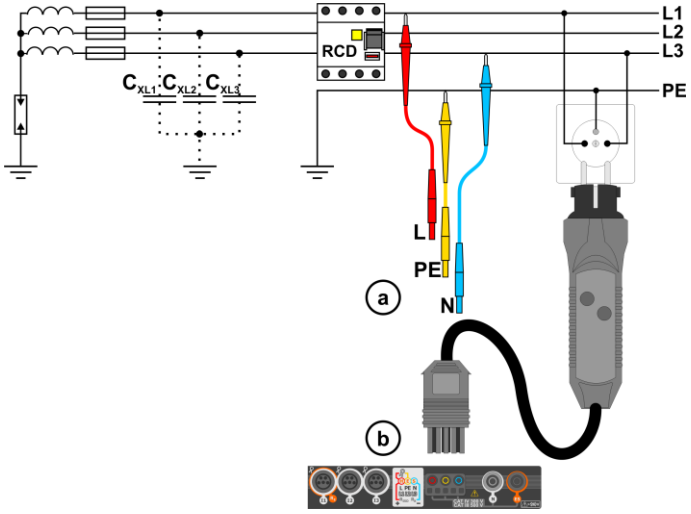


Fig. 3.7 RCD misura su reti IT. Il circuito si chiude dalla capacità parassita C_x

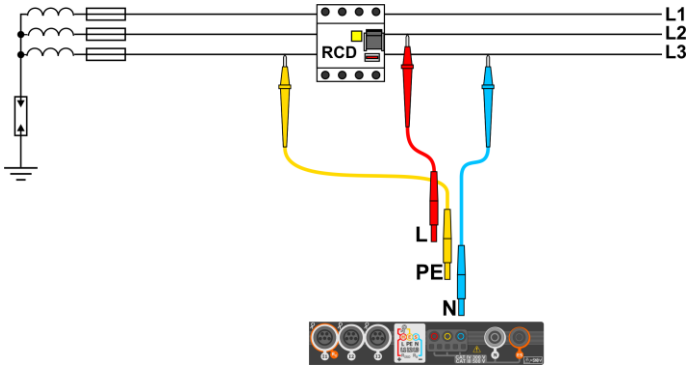


Fig. 3.8 Test su RCD senza la connessione al conduttore PE

Tensione nominale operativa: **95 V … 270 V.**

3.7 Prova in modalità automatica dei dispositivi RCD

Lo strumento consente all'operatore di misurare automaticamente il tempo di intervento del RCD (t_A), la corrente di intervento (I_A), la tensione di contatto (U_B) e la resistenza di terra (R_E). In questo modo, non è necessario attivare ciascuna misura premendo ogni volta il pulsante **START**. Il ruolo dell'operatore si riduce all'avvio della misura premendo una volta **START** e riarmando il dispositivo RCD ogni volta che interviene.

3.7.1 Configurazione della prova in automatico dei dispositivi RCD

1

Seleziona **RCD$_{AUTO}$**.

2

- Seleziona **U_L** poi definisci la tensione di misura dalla lista.

IΔn

- Seleziona la corrente differenziale nominale della protezione da testare.

- Seleziona il tipo di protezione da testare.

3

- Seleziona i parametri da misurare. Definizioni:

I_A corrente di intervento
t_A tempo di intervento
+ forzatura della semionda positiva di avvio
- forzatura della semionda negativa di avvio
x0.5 / 1 / 2 / 5 moltiplicatore della corrente nominale del RCD, in accordo con IEC 61557-6

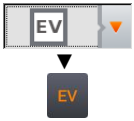
- Seleziona il modo di misura:

(a) completo,
(b) standard.

4a

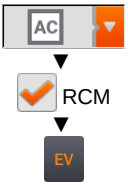
In modo **completo**, seleziona il tipo di protezione da testare.

L'RCD diverso da EV. In questo tipo di dispositivo non è presente alcuna componente da 6 mA DC.



L'RCD di tipo EV. In questo caso è presente una componente da 6 mA DC. In questa situazione, prima di eseguire il test, è necessario:

- determinare in base a quale norma deve essere eseguita la misurazione (**sez. 2.2.1**),
- determinare il fattore di moltiplicazione della corrente differenziale 6 mA DC (przycisk **EV**). Le impostazioni del test variano a seconda della norma selezionata.



L'RCD diverso dall'EV, dotato di RCM (dispositivo di monitoraggio della corrente residua 6 mA DC, in ing. *Residual Current Monitoring*). In questa situazione, prima di eseguire il test, è necessario:

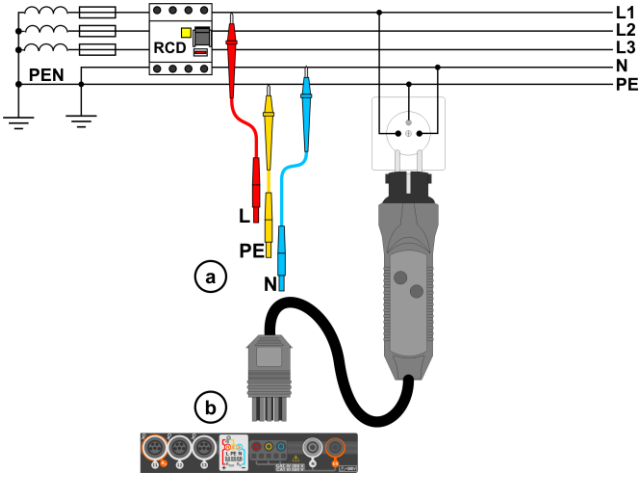
- determinare in base a quale norma deve essere eseguita la misurazione (**sez. 2.2.1**),
- selezionare **RCM**,
- determinare il fattore di moltiplicazione della corrente residua nominale 6 mA DC (pulsante **EV**). Le impostazioni del test variano a seconda della norma selezionata.

4b

In modo **standard**, seleziona il tipo di forma d'onda da applicare al dispositivo da testare. In questa modalità, i test di RCD EV e RCM non sono disponibili.

3.7.2 Prova in automatico dei dispositivi RCD

1 Collega lo strumento come indicato dalla figura qui sotto.



2

Seleziona **RCD$_{AUTO}$**.

3 Accedi alle configurazioni di misura come indicato dalla **sezione 3.7.1**.

4 Premi **START** per avviare la misura.

Criteri di valutazione della correttezza dei risultati

Parametro	Criterio di valutazione	Note
I_A	$0{,}5\ I_{\Delta n} \le I_A \le 1\ I_{\Delta n}$	-
I_A I_A	$0{,}35\ I_{\Delta n} \le I_A \le 2\ I_{\Delta n}$	per $I_{\Delta n}$ = 10 mA
I_A I_A	$0{,}35\ I_{\Delta n} \le I_A \le 1{,}4\ I_{\Delta n}$	per altre $I_{\Delta n}$
I_A	$0{,}5\ I_{\Delta n} \le I_A \le 2\ I_{\Delta n}$	-
I_A 6 mA	3 mA ≤ I_A ≤ 6 mA	per RCD EV 6 mA DC e RCM (secondo IEC 62955 e IEC 62752)
t_A a 0.5 $I_{\Delta n}$	t_A → rcd	▪ per tutti i tipi di RCD ▪ per RCD EV parte AC
t_A a 1 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 300 ms	▪ per RCD ad uso generale ▪ per RCD EV parte AC
t_A a 2 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 150 ms	▪ per RCD ad uso generale ▪ per RCD EV parte AC
t_A a 5 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 40 ms	▪ per RCD ad uso generale ▪ per RCD EV parte AC
t_A a 1 $I_{\Delta n}$	130 ms ≤ t_A ≤ 500 ms	per RCD selettivi S
t_A a 2 $I_{\Delta n}$	60 ms ≤ t_A ≤ 200 ms	per RCD selettivi S
t_A a 5 $I_{\Delta n}$	50 ms ≤ t_A ≤ 150 ms	per RCD selettivi S
t_A a 1 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 300 ms	per RCD ritardati G
t_A a 2 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 150 ms	per RCD ritardati G
t_A a 5 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 40 ms	per RCD ritardati G
t_A a 1 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 10 s	per RCD EV 6 mA e RCM (I_Δ = 6 mA secondo IEC 62955 e IEC 62752)
t_A a 10 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 300 ms	per RCD EV 6 mA e RCM (I_Δ = 60 mA secondo IEC 62955 e IEC 62752)
t_A a 33 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 100 ms	per RCD EV 6 mA e RCM (I_Δ = 200 mA secondo IEC 62955)
t_A a 50 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 40 ms	per RCD EV 6 mA e RCM (I_Δ = 300 mA secondo IEC 62752)

3.8 Resistenza di isolamento

AVVERTIMENTO

- **L'oggetto da testare deve trovarsi in assenza di tensione.**
- **Durante la misura della resistenza di isolamento, lo strumento eroga una tensione pericolosa fino a 1000 V (sulle estremità dei cavi di prova).**
- **È vietato scollegare i puntali prima del completamento della misura. Il mancato rispetto di queste precauzioni può provocare scosse elettriche ad alta tensione rendendo impossibile la scarica delle tensioni residue presenti sull'oggetto testato.**

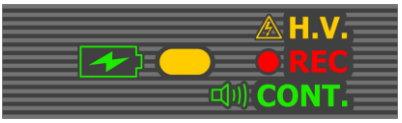
1

Seleziona **RISO**.

2

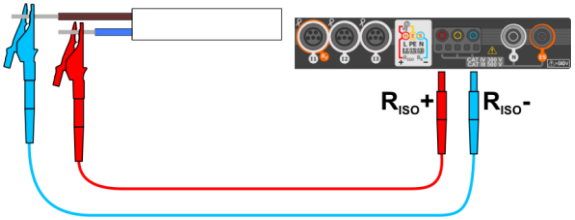
- Collega allo strumento la sonda di prova o l'adattatore con cui verranno eseguite le misure.
- Seleziona le altre impostazioni ed esegui la misura premendo **START** sullo strumento.

Utilizza i giusti cavi/sonde di misura in funzione della configurazione che hai selezionato:
(a) cavi e terminali a coccodrillo,
(b) adattatore UNI-Schuko,
(c) adattatore AutoISO-1000C.



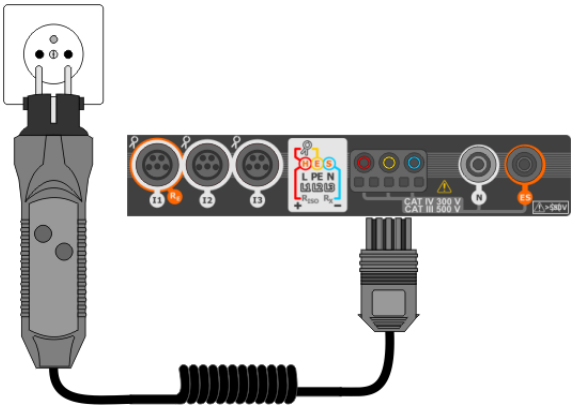
Durante la misura, il led **H.V./REC/CONT.** è acceso in colore **arancio**.

a



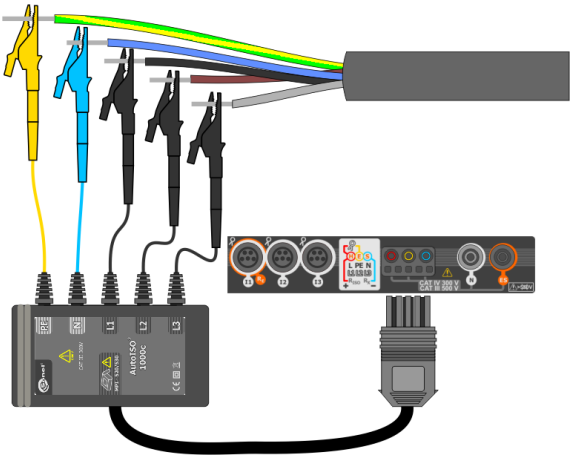
Misura tramite cavi e terminali a coccodrillo.

b



Misura tramite adattatore UNI-Schuko (WS-03 e WS-04).

c



Misura tramite adattatore AutoISO-1000C.

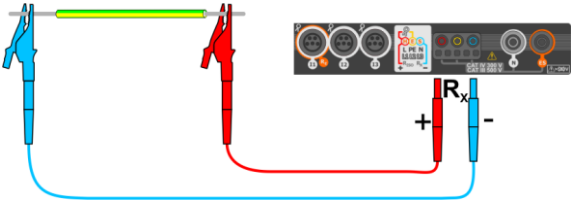
3.9 Misura di resistenza con bassa corrente di prova

3.9.1 Misura di resistenza

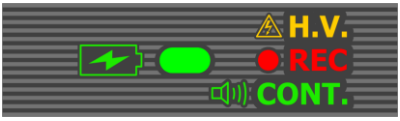
1

Seleziona **RX**, per richiamare il menu di misura.

2



- Collega lo strumento all'oggetto da testare.
- La misura si avvia in automatico.
- Durante la misura **il led H.V./REC/CONT.** è acceso in colore **verde** e lo strumento emette una segnalazione acustica continua.



ATTENZIONE!

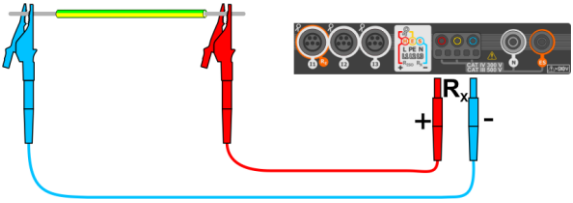
La visualizzazione del simbolo VOLTAGE! segnala che la struttura in esame è sotto tensione. La misura è bloccata. **Scollega al più presto lo strumento dall'oggetto (entrambi i cavi)!**

3.9.2 Misura della resistenza dei conduttori di protezione ed equipotenziali con corrente di prova ±200 mA

1

Seleziona **RCONT**, per richiamare il menu di misura.

2



- Collega lo strumento all'oggettoda testare.
- La misura si avvia in automatico.

ATTENZIONE!

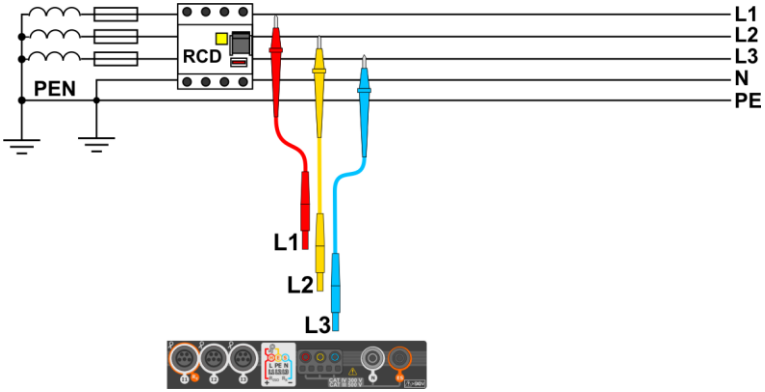
La visualizzazione del simbolo VOLTAGE! segnala che la struttura in esame è sotto tensione. La misura è bloccata. **Scollega al più presto lo strumento dall'oggetto (entrambi i cavi)!**

3.10 Sequenza delle fasi

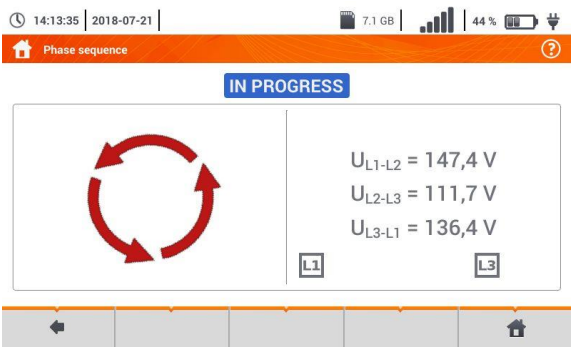
1

Seleziona **1-2-3**, per richiamare il menu di misura.

2 Collega lo strumento come indicato dalla figura qui sotto.



3



La sequenza delle fasi è **corretta** quando la sequenza delle frecce è in **senso orario**.

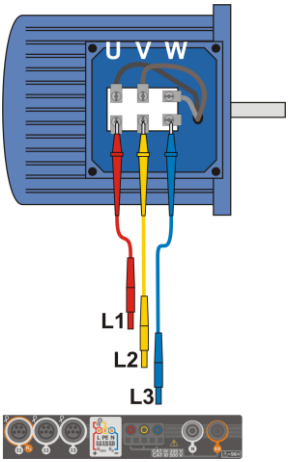
La sequenza delle fasi **non è corretta** quando la sequenza delle frecce è in **senso antiorario**.

3.11 Direzione di rotazione dei motori

1

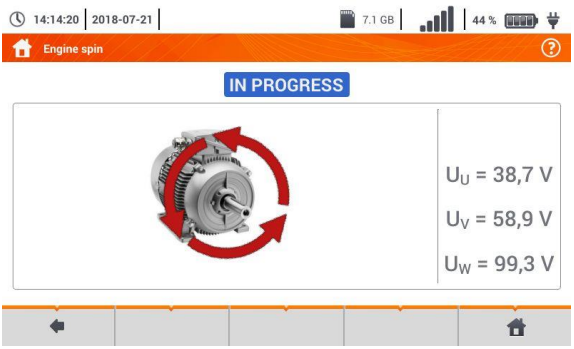
Seleziona **U-V-W**, per richiamare il menu di misura.

2



- Collega lo strumento al motore come indicato dalla figura, ad esempio il terminale U sull'ingresso L1, V su L2 e W su L3.
- Ruota energicamente l'albero motore verso destra.

3



Le frecce sul display **ruotano verso destra** ad indicare che il motore, quando collegato a una rete trifase, farà ruotare l'albero **verso destra**.

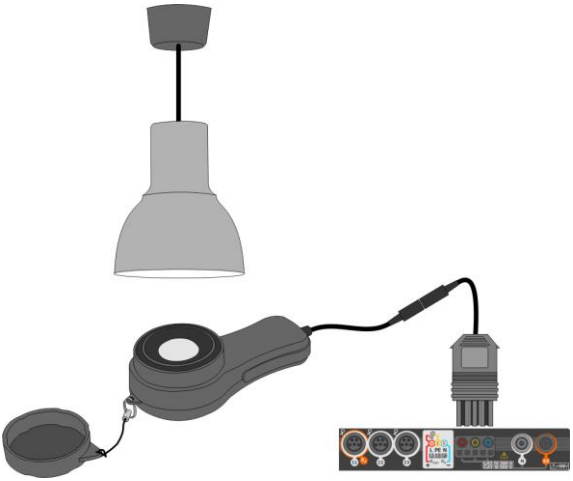
Le frecce sul display **ruotano verso sinistra** ad indicare che il motore, quando collegato a una rete trifase, farà ruotare l'albero **verso sinistra**.

3.12 *Illuminamento*

1

Seleziona **Lux meter** per richiamare il menu di misura.

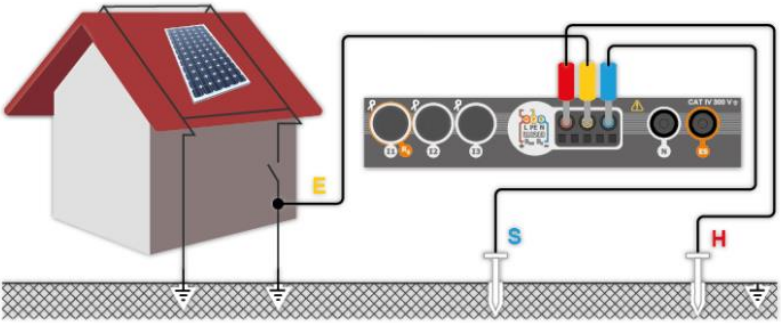
2



Collega il sensore di illuminamento allo strumento e posiziona il sensore sulla superficie da esaminare. Lo strumento visualizzerà il corrispondente livello di illuminamento.

3.13 MPI-540-PV *Resistenza di terra (PV)*

Collega lo strumento all'impianto da testare. La misura viene effettuata similarmente a quanto descritto alla **sezione 3.4**.



3.14 MPI-540-PV *Resistenza di isolamento (PV)*

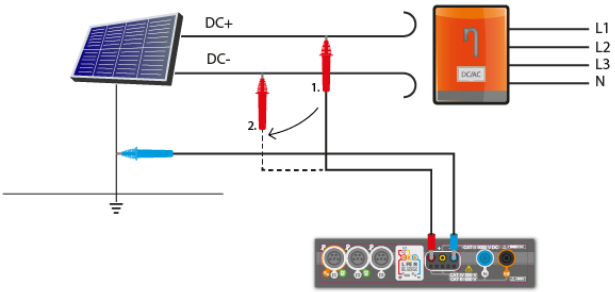
AVVERTIMENTO

- **Durante la misura della resistenza di isolamento, lo strumento eroga una tensione pericolosa fino a 1000 V (sulle estremità dei cavi di prova).**
- **È vietato scollegare i puntali prima del completamento della misura. Il mancato rispetto di queste precauzioni può provocare scosse elettriche ad alta tensione rendendo impossibile la scarica delle tensioni residue presenti sull'oggetto testato.**

R_{ISO} PV

La misura viene effettuata similarmente a quanto descritto alla **sezione 3.8**. Esegui la misura della resistenza di isolamento tra il polo positivo (DC +) e lamessa a terra, nonché tra il polo negativo (DC-) e la messa a terra. Quindi:

- collega il terminale R_{ISO-} dello strumento a un riferimento di terra, collega il terminale R_{ISO+} al polo caldo DC+ della stringa/pannello fotovoltaico, seleziona **R_{ISO+}** sullo strumento ed avvia la misura,
- successivamente college il terminale R_{ISO+} al polo freddo DC- della stringa/pannello fotovoltaico ed avvia la misura **R_{ISO-}**.



Tocca l'icona ◀ sulla destra per visualizzare il menu dei risultati supplementari dimisura.

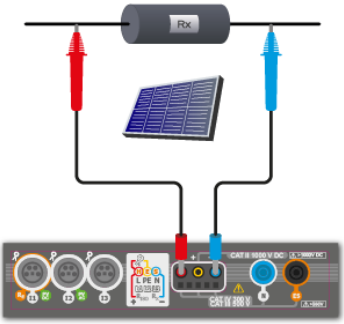
$U_{ISO\ L-N}$ – tensione di prova

Toccando l'icona ▶ il menu viene nuovamente nascosto.

3.15 MPI-540-PV *Continuità delle connessioni (PV)*

R_{CONT}

Collega lo strumento all'impianto da testare. La misura viene effettuata similarmente a quanto descritto alla **sezione 3.9.2**.

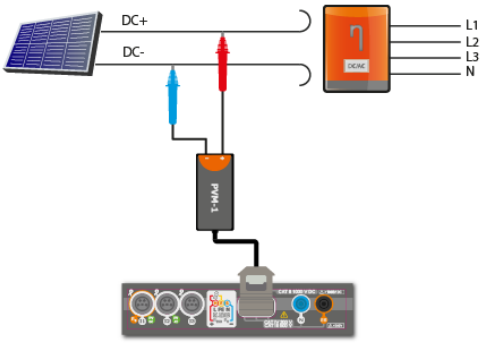


3.16 MPI-540-PV *Tensione DC a circuito aperto U_{OC}*

1

Seleziona **U_{OC}** per richiamare il menu di misura.

2



Spegni l'inverter oppure scollegalo dall'oggetto da testare. Collega lo strumento alla stringa dei moduli FV utilizzando l'adattatore PVM-1 e gli adattatori con connettori MC4. Lo strumento misurerà i seguenti parametri:

U_{OC} – tensione a circuito aperto,

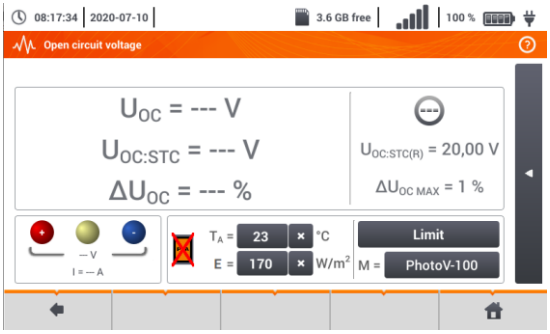
$U_{OC:STC}$ – tensione a circuito aperto rapportata alle condizioni STC*,

ΔU_{OC} – differenza di tensione a circuito aperto (misurata e convertita alle condizioni STC) nonché la tensione dichiarata dal fabbricante del pannello, anch'essa convertita alle condizioni STC.

*STC (Standard Test Conditions) – condizioni di riferimento, per le quali il fabbricante dichiara tutti i parametri dei moduli.

AVVERTIMENTO
Non disconnettere i connettori MC4 quando l'inverter è in funzione e circola corrente DC su di essi. Ciò può causare archi elettrici e pericolo per l'operatore!

3



Inserisci i parametri di prova:

T_A – temperatura ambientale, in relazione alla misura effettuata da un sensore in aria (**sez. 2.2.1**),

T_{PV} – temperatura del modulo PV, in relazione alla misura effettuata a contatto sul modulo PV (**sez. 2.2.1**),

E – irraggiamento solare,

Limit – valore limite di $\Delta U_{OC\ MAX}$,

M – modulo fotovoltaico selezionato dal database dello strumento (**sez. 2.2.2**).

In aggiunta, il display visualizza I seguenti valori:

$U_{OC:STC(R)}$ – tensione a circuito aperto alle condizioni STC, dichiarata dal fabbricante,

$\Delta U_{OC\ MAX}$ – valore limite ΔU_{OC}.

I parametri T_A, T_{PV}, E provengono dal misuratore di irraggiamento se collegato al misuratore. Vedi anche la **sezione 2.3.2**.

4

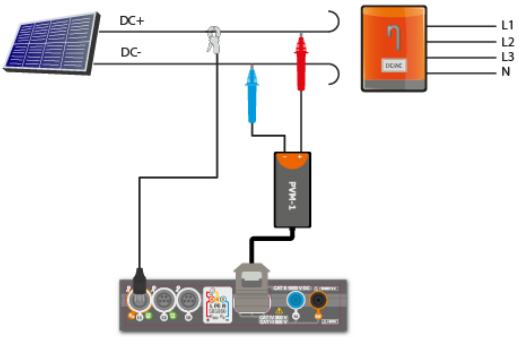
Premi **START** per avviare la misura.

3.17 MPI-540-PV *Corrente DC di corto-circuito I_{SC}*

1

Seleziona **I_{SC}**, per richiamare il menu di misura. Azzera la misura di corrente DC sulla pinza (**sez. 3.19**).

2



Spegni l'inverter oppure scollegalo dall'oggetto da testare. Collega lo strumento alla stringa dei moduli FV utilizzando l'adattatore PVM-1 e gli adattatori con connettori MC4. Lo strumento misurerà i seguenti parametri:

I_{SC} – corrente di corto-circuito

$I_{SC:STC}$ – corrente di corto-circuito rapportata alle condizioni STC*,

ΔI_{SC} – differenza di corrente di corto-circuito (misurata e convertita alle condizioni STC) nonché la corrente di corto-circuito dichiarata dal fabbricante del pannello, anch'essa convertita alle condizioni STC.

*STC (Standard Test Conditions) – condizioni di riferimento, per le quali il fabbricante dichiara tutti i parametri dei moduli.

AVVERTIMENTO
Non disconnettere i connettori MC4 quando l'inverter è in funzione e circola corrente DC su di essi. Ciò può causare archi elettrici e pericolo per l'operatore!

3

Inserisci i parametri di prova:

T_A – temperatura ambientale, in relazione alla misura effettuata da un sensore in aria (**sez. 2.2.1**),

T_{PV} – temperatura del modulo PV, in relazione alla misura effettuata a contatto sul modulo PV (**sez. 2.2.1**),

E – irraggiamento solare,

Limit – valore limite di $\Delta I_{SC\ MAX}$,

M – modulo fotovoltaico selezionato dal database dello strumento (**sez. 2.2.2**).

In aggiunta, il display visualizza I seguenti valori:

$I_{SC:STC(R)}$ – corrente di corto-circuito alle condizioni STC, dichiarata dal fabbricante,

$\Delta I_{SC\ MAX}$ – valore limite ΔI_{SC}.

parametri T_A, T_{PV}, E provengono dal misuratore di irraggiamento se collegato al misuratore. Vedi anche la **sezione 2.3.2**.

4

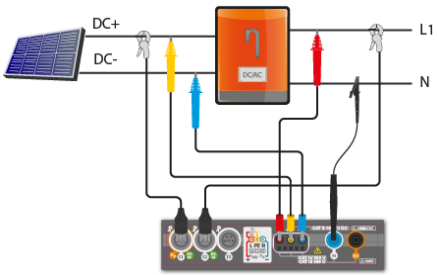
Se necessario, azzera nuovamente la misura di corrente DC sulla pinza. Premi **START** per avviare la misura.

3.18 MPI-540-PV *Test di efficienza dell'inverter η, P, I*

1

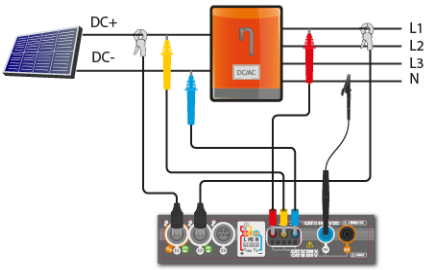
Seleziona **η, P, I**, per richiamare il menu di misura. Azzera la misura di corrente DC sulla pinza (**sez. 3.19**).

2



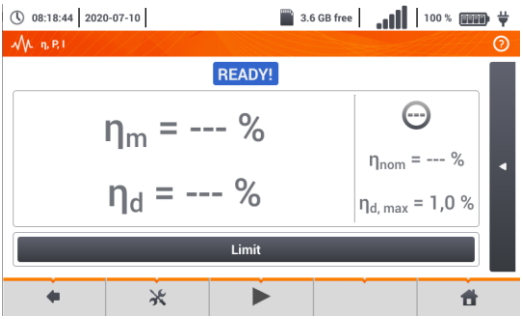
Collega lo strumento al sistema PV da testare. Lo strumento misura i seguenti parametri:

- sull'ingresso DC dell'inverter,
- sull'uscita AC dell'inverter.



◄ Nel caso di inverter trifase, la misura viene effettuata tenendo conto della simmetria delle correnti e delle tensioni in uscita sul lato AC.

3



Utilizza l'icona per selezionare I dati visualizzati dal display.

⇒ corrente in ingresso (I_{DC}) e corrente in uscita (I_{AC}),

⇒ potenza in ingresso (P_{DC}) e potenza in uscita (P_{AC}),

⇒ efficienza dell'inverter (η_m) e differenza di efficienza tra quella misurata e quella dichiarata dal fabbricante dell'inverter (η_d).

Seleziona **Limit**, per definire il criterio di massima differenza accettabile tra i rendimenti dell'inverter: misurato e dichiarato dal fabbricante.

Se necessario, azzera nuovamente la misura di corrente DC sulla pinza.

Usa l'icona ► per accedere alle configurazioni di misura – **sez. 3.18.1**, **3.18.2**.

4

Premi **START**. I valori di misura istantanei (modo LIVE) sono acquisiti e visualizzati nella pagina principale.

3.18.1 Configurazione di misura

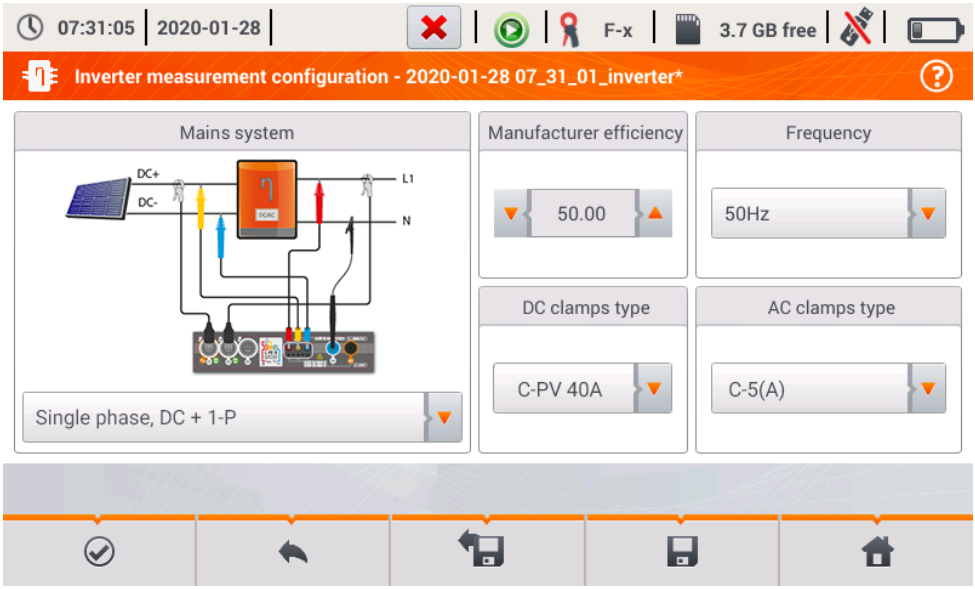


Fig. 3.9. Pagina di configurazione della misura di efficienza dell'inverter

Imposta i parametri dell'inverter da testare nella pagina di configurazione visualizzata qui sopra:

- **Mains system** – è possibile selezionare 2 tipi di sistema di misura, tra:
  - **Single phase, DC + 1-P**
    Seleziona questo sistema quando l'inverter è di tipo monofase.
  - **Three phase, DC + 4-P**
    Seleziona questo sistema quando l'inverter è di tipo trifase a 4 fili (configurazionea stella con il neutro).
- **Manufacturer efficiency** – efficienza dichiarata dal fabbricante. Questo valore viene utilizzato dallo strumento per calcolare il delta di efficienza rispetto ai valori misurati.
- **DC clamps type** – tipo di pinza DC utilizzata per le misure di corrente sul lato DC dell'inverter. L'operatore deve selezionare il modello realmente utilizzato.
- **AC clamps type** – tipo di pinza AC utilizzata per le misure di corrente sul lato AC dell'inverter. L'operatore deve selezionare il modello realmente utilizzato.
- **Frequency** – frequenza nominale AC in uscita dall'inverter.

Dopo aver impostato i parametri richiesti, è possibile passare direttamente alle misurazioni effettive.

Dopo aver impostato i parametri richiesti, è possibile passare direttamente alle misurazioni effettive.

Funzionalità della barra del menu

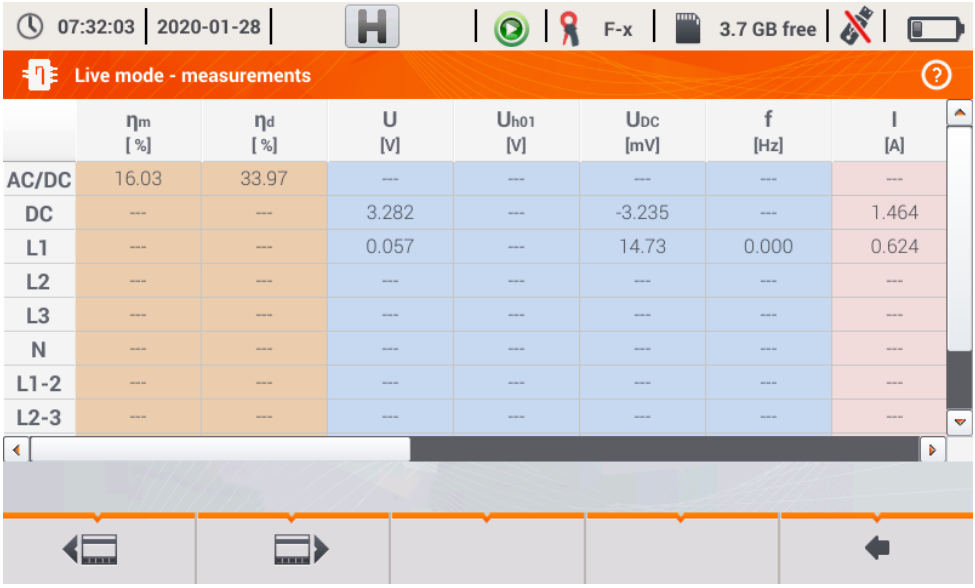
accedi alla pagina delle misure (visualizzazione tabulare in tempo reale dei valori istantanei) conle impostazioni definite (senza salvataggio la configurazione).

salvataggio su file della configurazione dell'efficienza dell'inverter con la possibilità di avviare la misura subito dopo il salvataggio (campo **Go to Live mode** nella finestra pop-up).

accesso alla lista delle configurazioni di efficienza dell'inverter salvate, creando una nuova configurazione. Le configurazioni sono presentate in modo simile alle configurazioni di misura, ed ognuna di esse dispone della propria icona . Il doppio tocco su una configurazione selezionata la apre in automatico e permette di accedere alla pagina delle impostazioni di efficienza dell'inverter. Il pulsante della barra dei menu può essere utilizzato per aggiungere una nuova configurazione partendo dalla corrente di spunto **inrush** (il display visualizza una pagina come quella di **Fig. 3.10** contenente le impostazioni predefinite). L'icona permette di modificare la configurazione selezionata.

3.18.2 Modalità LIVE

Dopo essere entrati nella pagina di visualizzazione in modalità LIVE, tutti i parametri dell'impianto dell'inverter vengono mostrati tramite una tabella di dati istantanei.

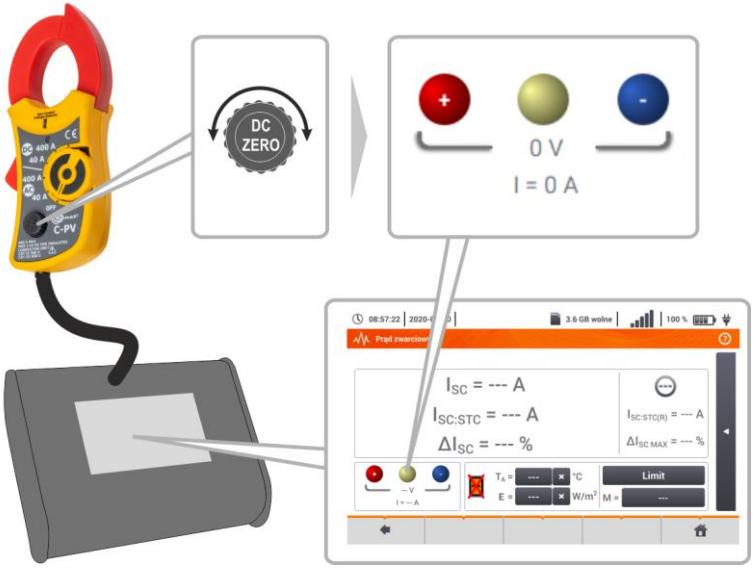


	ηm [%]	ηd [%]	U [V]	Uh01 [V]	UDC [mV]	f [Hz]	I [A]
AC/DC	16.03	33.97	---	---	---	---	---
DC	---	---	3.282	---	-3.235	---	1.464
L1	---	---	0.057	---	14.73	0.000	0.624
L2	---	---	---	---	---	---	---
L3	---	---	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---	---	---
L1-2	---	---	---	---	---	---	---
L2-3	---	---	---	---	---	---	---

Fig. 3.10. Modalità LIVE di visualizzazione tabellare delle misure di efficienza dell'inverter

3.19 MPI-540-PV *Reset della pinza C-PV*

Prima di effettuare una misura di corrente ISC e di test di efficienza dell'inverter (**sez. 3.17**, **3.18**) è necessario azzerare la misura di corrente DC sulla pinza C-PV. Collegare la pinza allo strumento. Ruotare la manopola **DC ZERO** della pinza fino a portare le letture istantanee di tensione e corrente il più vicino possibile allo zero. Solo ora posizionare la pinza C-PV sul conduttore DC da misurare.

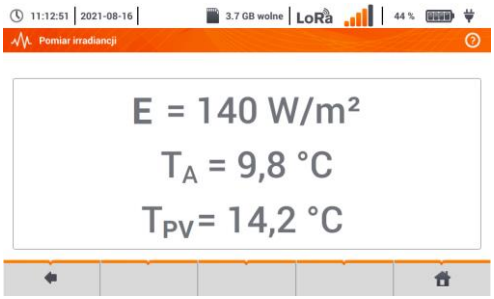


3.20 MPI-540-PV *Irraggiamento e temperatura*

1. Accoppia lo strumento e il misuratore di irraggiamento secondo il **cap. 2.3.2**.

2.

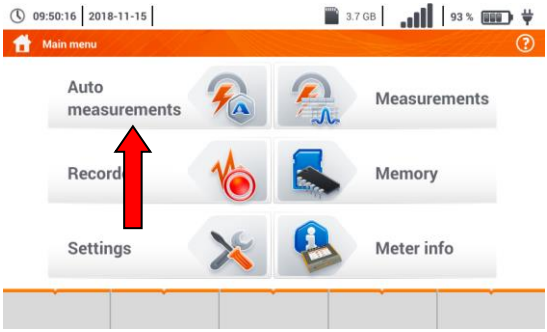
Seleziona l'opzione **Irr** per richiamare la schermata di misurazione.

3. 

Collega il misuratore all'oggetto testato. Lo schermo mostra le letture correnti:
E – irraggiamento solare,
T_A – temperatura ambiente,
T_{PV} – temperatura del modulo PV.

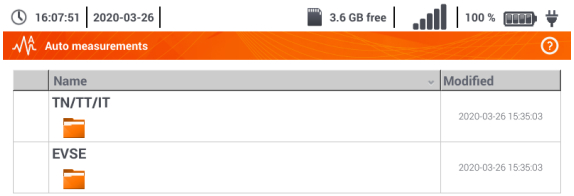
4 Misure automatiche

Lo strumento permette di effettuare le prove tramite una procedura di test automatizzata.



4.1 Avvio delle misure automatiche

1



Le sequenze automatiche di misura sono raggruppate in due cartelle:

⇒ misure su sistemi TN/TT/IT,

⇒ misure dedicate alle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici EVSE.

Seleziona la sequenza dalla lista.

2

Collega lo strumento al circuito/sistema da testare.

Per ogni passo del menu di impostazione, inserisci il tipo di accessorio di misura, i parametri del circuito e gli altri dati richiesti.

Descrizione delle icone delle funzioni

finestra di aiuto per una determinata misura

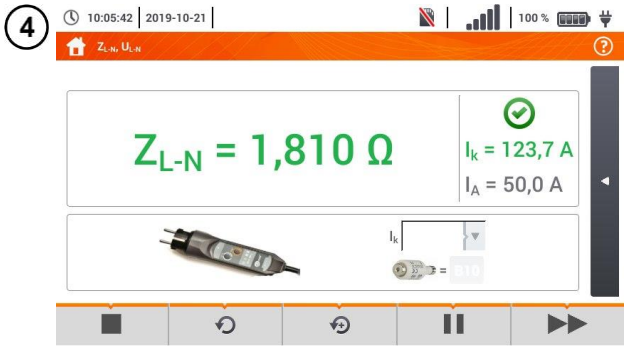
comprimi il campo

espandi il campo

salva i dati inseriti

3

Premi **START**. Si avvia la sequenza automatica di misura.



◄ Ritorna alla pagina precedente al termine di una sequenza di misura.

Descrizione delle icone delle funzioni

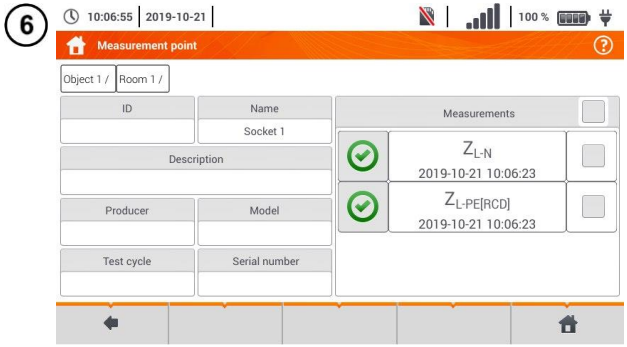
- arresta la sequenza e vai al sommario
- ripeti la misura senza sovrascrivere i risultati
- ripeti la misura mantenendo anche i risultati precedenti
- metti in pausa la procedura
- vai alla fase successiva della procedura o al riepilogo. Il tempo residuo per la fase successiva dipende da quanto impostato alla **sez. 2.1**.

◄ Pagina di sommario.

La procedura può essere riavviata toccando l'icona .

Ogni misura effettuata in sequenza nasconde risultati parziali. Per richiamarli, **tocca l'etichetta di quella misura**. Si apre una finestra come per una singola misura. Entraci toccando l'icona .

Salva la misura in memoria toccando l'icona . Per la descrizione dettagliata della gestione della memoria vai alla **sezione 6.1.3**.



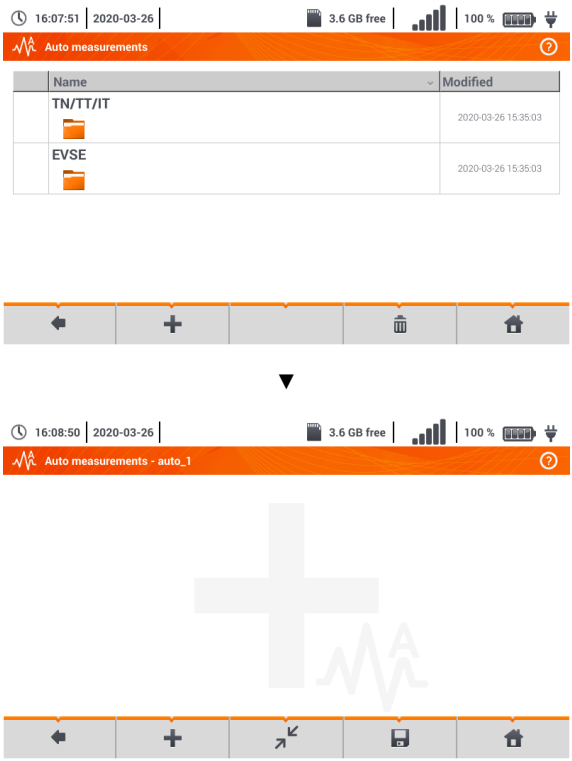
Tutte le misure della sequenza vengono salvate in un solo punto di misura.

Indicatori dei limiti di prova

- il risultato è entro i limiti configurati
- il risultato è al di fuori dei limiti configurati
- esito non fornibile
- non è stata fatta alcuna misura

4.2 Creazione di una procedura di misura

1



- Seleziona ✚ per avviare l'aiuto alla creazione della sequenza.
- Seleziona ✚ per aggiungere una procedura di misura.

2

Tra gli elementi disponibili, seleziona quello che deve far parte della procedura. Oltre alle misure standard, sono disponibili anche leseguenti:

⇒ messaggio di testo,

⇒ esame a vista.

3

Dopo ogni selezione viene visualizzato il menu con i parametri dei vari passi della sequenza.

Se le prove includono misure sulle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici, è necessario vistare il campo **EV**.

Descrizione delle icone delle funzioni

finestra di aiuto per una determinata misura

comprimi il campo

espandi il campo

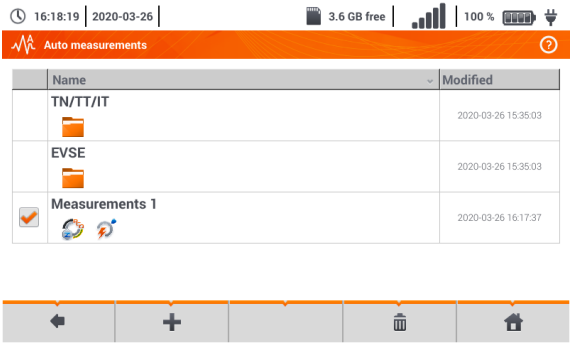
salva i dati inseriti

4

- La modifica dell'ordine dei passi della sequenza si effettua con i tasti . Rimuovi un passo toccando l'icona .

- Salva la procedura toccando su . Si apre una finestra di richiesta di inserimento del nome della procedura.

5



La procedura diventa quindi disponibile dalla pagina principale delle sequenze automatiche. Per rimuoverne una, selezionala con e tocca su .

5 Registratore

5.1 Descrizione delle funzioni

Lo strumento MPI-540 può essere utilizzato come registratore trifase dei parametri di rete. Consente la misura e la registrazione dei parametri delle reti di alimentazione a 50/60 Hz quali tensione, corrente, potenza, armoniche, ecc. Per attivare la modalità di analizzatore dei parametri rete ed armoniche, seleziona **Recorded** dalla pagina principale.

In questa modalità è possibile visualizzare i parametri di rete istantanei (es. forme d'onda, diagrammi vettoriali, tabelle dei parametri elettrici), registrare i valori medi dei parametri in base alle configurazioni definite e analizzare i dati registrati (grafici dei dati nel tempo, grafici delle armoniche, ecc.).

Il modulo analizzatore utilizza i seguenti terminali di ingresso dello strumento:

- 3 connettori per le **pinze amperometriche** I1, I2, I3
- tre boccole a banana Ø4mm per la misura di **tensione** L1, L2, L3 nel connettore multifunzionale, a cui sono collegate le singole fasi di tensione (max. 550 V rispetto a terra)
- boccola a banana Ø4mm separata contrassegnata con N, per il neutro.

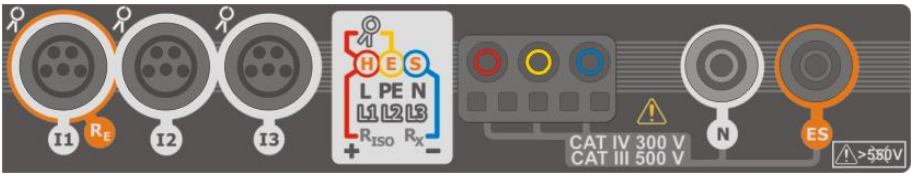


Fig. 5.1 Ingressi di misura

I tre connettori dedicati alle pinze amperometriche consentono all'operatore di collegare diversi tipi di pinze per le misura di corrente. Tra queste, è possibile utilizzare:

- sensori di corrente flessibili F-1A, F-2A, F-3A con portata nominale 3000 A AC (ogni modello dispone di una diversa lunghezza e quindi di una diversa sezione massima misurabile),
- sensori a pinza rigida: C-4A (portata 1000 A AC), C-5A (portata 1000 A AC/DC), C-6A (portata 10 A AC) e C-7A (portata 100 A AC).

Il campo di misura può essere esteso abbinando trasduttori amperometrici aggiuntivi: ad esempio, utilizzando un trasduttore di 10 000 A / 5 A insieme alle pinze C-6A è possibile misurare correnti fino a 10 000 A.

I dati registrati vengono memorizzati su una microSD card rimovibile. Lo strumento dispone anche di una memoria interna, che viene utilizzata per la conservazione di altre informazioni quali ad esempio i file di configurazione della misura.

Il menu di configurazione prevede per l'operatore l'impostazione dei parametri di base, quali: tipo di rete elettrica, frequenza di rete, modello di pinze/sensori di corrente, intervallo di registrazione dei valori medi. Tutti i dati che lo strumento è in grado di misurare vengono sempre registrati. L'elenco dei parametri elettrici misurabili e registrabili include:

- Tensione RMS,
- Componente DC delle tensioni,
- Corrente RMS,
- Componente DC delle Correnti (solo utilizzando le pinze C-5A),

- Frequenza di rete, nel campo 40…70 Hz,
- Armoniche di Tensione e Corrente (fino al 40° ordine),
- Distorsione Armonica Totale (THD) THD_F di Tensione e Corrente,
- Potenza attiva, reattiva, apparente e distorta,
- Energia attiva positiva e negativa (consumata e prodotta),
- Energia reattiva positiva e negativa (consumata e prodotta),
- Energia apparente,
- Fattori di potenza (PF),
- Fattori di sbilanciamento di tensione e corrente.

Alcuni parametri vengono aggregati (mediati) in base al periodo selezionato dall'operatore (le impostazioni disponibili sono: 1 s, 3 s, 10 s, 30 s, 1 min, 10 min, 15 min, 30 min) e sono memorizzati su microSDcard.

Lo strumento è compatibile con il software per PC *Sonel Analysis*; questo software fornisce supporto per la funzione registratore dello strumento e per tutti gli analizzatori Sonel della serie PQM.
Tramite il software Sonel Analysis è possibile analizzare i dati registrati.

La tabella Tab. 5.1 riepiloga i parametri misurati/registrati dallo strumento MPI-540, a seconda del tipo di rete configurata.

Tab. 5.1. Parametri misurati per le diverse configurazioni della rete in esame

Parametro \ Tipo di rete, canale		1-fase		2-fasi				3-fase 4-fili					3-fase 3-fili			
		L1	N	L1	L2	N	Σ	L1	L2	L3	N	Σ	L12	L23	L31	Σ
U	Tensione efficace RMS	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
U_{DC}	Componente DC di tensione	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
I	Corrente efficace RMS	●		●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
I_{DC}	Componente DC di corrente	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
F	Frequenza	●		●				●					●			
P	Potenza attiva	●		●	●		●	●	●	●		●				●
Q_1	Potenza reattiva	●		●	●		●	●	●	●		●				●(1)
D, S_N	Potenza distorta	●		●	●		●	●	●	●		●				
S	Potenza apparente	●		●	●		●	●	●	●		●				●
PF	Fattore di potenza	●		●	●		●	●	●	●		●				●
THD_F U	Distorsione Armonica Totale di tensione	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
THD_F I	Distorsione Armonica Totale di corrente	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
E_{P+}, E_{P-}	Energia attiva (consumata e prodotta)	●		●	●		●	●	●	●		●				●
E_{Q1+}, E_{Q1-}	Energia reattiva (consumata e prodotta)	●		●	●		●	●	●	●		●				●(1)
E_S	Energia apparente	●		●	●		●	●	●	●		●				●
U_{h1}…U_{h40}	Ampiezza delle Armoniche di tensione	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
I_{h1}…I_{h40}	Ampiezza delle Armoniche di corrente	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
Unbalance U, I	Componente simmetrica e fattoredi sbilanciamento											●				●

Legenda: **L1, L2, L3 (L12, L23, L31)** indica la tipologia di tensione fase-neutro (fase-fase),
N è la misura della corrente di neutro I_N a seconda del tipo di parametro,
Σ è il valore totale del sistema a più fasi.
(1) Per reti a 3-fili, la potenza reattiva totale è calcolata come potenza inattiva N.
(2) Solo Energia consumata E_{P+}

5.2 Elementi principali della pagina

Dopo l'accesso alla modalità **Registratore**, viene visualizzato il **menu principale** quando:

- dopo aver acceso lo strumento,
- in qualsiasi momento dopo aver selezionato sul display.

Fig. 5.2 Elementi principali della pagina del Registratore

1 **Barra superiore**

2 **Nome del menu attivo**
Una eventuale modifica non ancora salvata è indicata dal simbolo * in testa alla pagina.

3 **Finestra principale**

4 **Barra delle informazione circa l'attuale configurazione della rete**

5 **Barra delle icone di funzione**

6 **Menu di aiuto attivo**

- Visualizzazione dei sistemi di connessione
- Spiegazione delle icone

5.2.1 Menu principale

Nella parte centrale del display è visualizzata la finestra principale del registratore. La finestra predefinita (mostrata in Fig. 5.2) contiene i seguenti elementi:

- **Recording configuration** – questa parte della pagina principale viene utilizzata per configurare il sistema di misura e tutti gli aspetti relativi alla registrazione dei parametri di rete quali il tipo di rete (es. monofase, trifase), il tipo di sensori di corrente,
- **Recording analysis** – fornisce un'analisi dei dati registrati e una visualizzazione LIVE durante il processo di registrazione,
- **Analyzer settings** – questo menu contiene alcune opzioni di configurazione del registratore,

- **Energy losses calculator** – tramite questa modalità, l'operatore può stimare le perdite economiche dovute a una scarsa qualità dei parametri elettrici della rete,
- **EXIT** – ritorna al menu principale.

5.2.2 Barra delle informazioni sui parametri della linea in esame

Sotto la pagina principale è visualizzata una barra che mostra i principali parametri del sistema di misura attivo (Fig. 5.2, elemento 4):

- tensione nominale,
- frequenza della rete,
- tipo di circuito di misura,
- nome della registrazione in corso.

Le icone inerenti al tipo di circuito di misura possono essere:

sistema 1-fase,

sistema 2-fasi,

sistema 3-fase a 4-fili,

sistema 3-fase a 3-fili,

sistema 3-fase a 3-fili con misura delle correnti tramite metodo Aron.

5.2.3 Aiuto

A destra della barra superiore è visibile l'icona della guida di aiuto (?) (Fig. 5.2, elemento 6). Dopo aver selezionato la guida di aiuto, il display visualizza una guida in linea, che descrive gli elementi presenti a display.

5.3 Connessione alla linea in esame

5.3.1 Configurazioni di misura

Il registratore può essere collegato direttamente ai seguenti tipi di reti AC:

- monofase (Fig. 5.3)
- bifase (split-phase) con avvolgimento separato del trasformatore (Fig. 5.4),
- trifase a 4-fili (Fig. 5.5),
- trifase a 3-fili (Fig. 5.6, Fig. 5.7).

Nei sistemi AC a tre fili (senza neutro), la corrente può essere misurata con il metodo Aron (Fig. 5.7), che utilizza 2 sole pinze per la misura delle correnti I_{L1} e I_{L3}. La corrente I_{L2} è quindi calcolata tramite la seguente formula matematica:

$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

Prestare attenzione alla direzione delle pinze amperometriche (sia flessibili sia a toroide rigido). I sensori di corrente devono essere inseriti rispettando la direzione del carico. La correttezza della connessione può essere verificata effettuando una misura di Potenza Attiva: nella maggior parte dei casi su impianti utilizzatori passivi, la Potenza Attiva è positiva. Quando i sensori di corrente sono collegati in senso inverso, è possibile invertire la polarità accedendo al menu (**Analyzer settings→ Clamps**)

Le seguenti figure mostrano schematicamente come collegare l'analizzatore alla rete da testare, a seconda del tipo di circuito di misura.

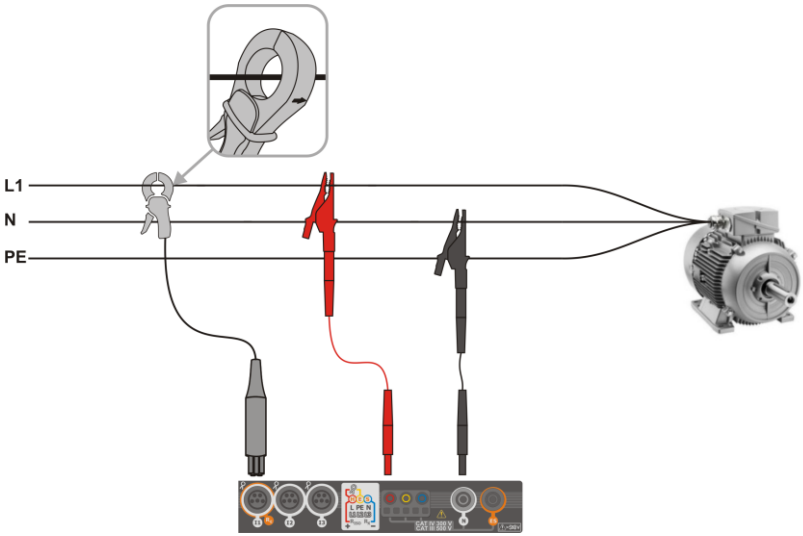


Fig. 5.3 Schema di collegamento – monofase

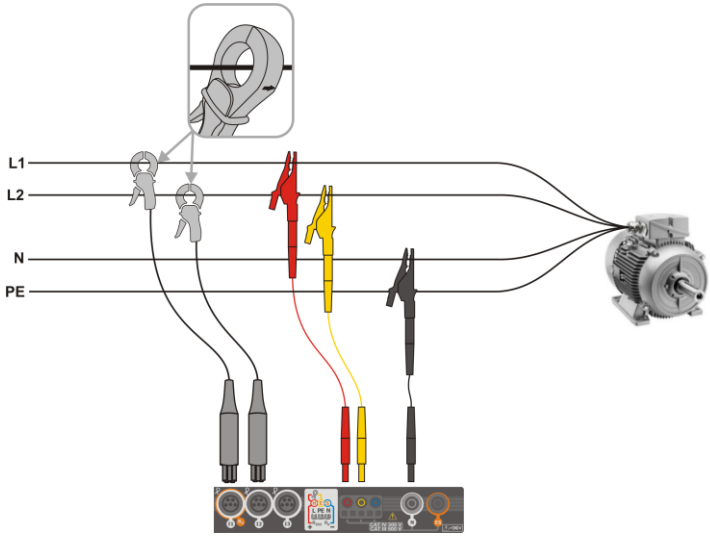


Fig. 5.4 Schema di collegamento – bifase

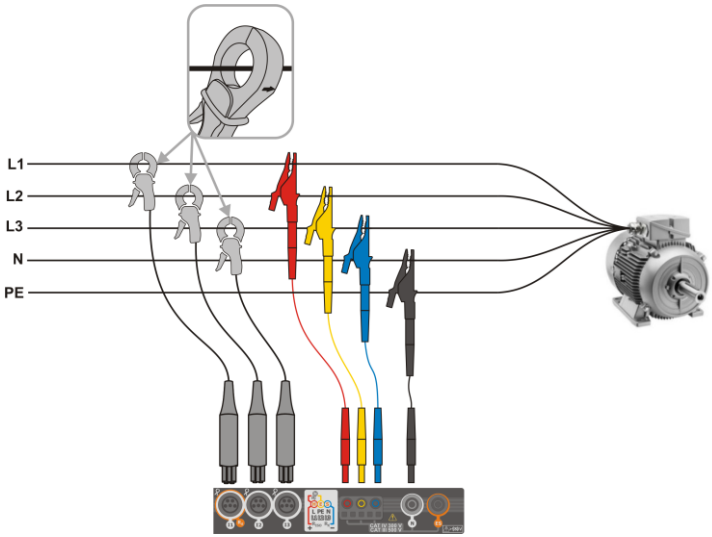


Fig. 5.5 Schema di collegamento – trifase a 4 fili

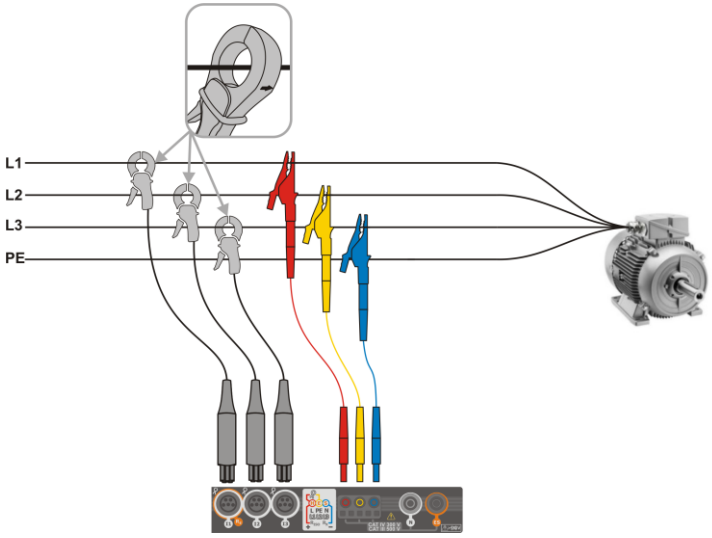


Fig. 5.6 Schema di collegamento – trifase a 3 fili

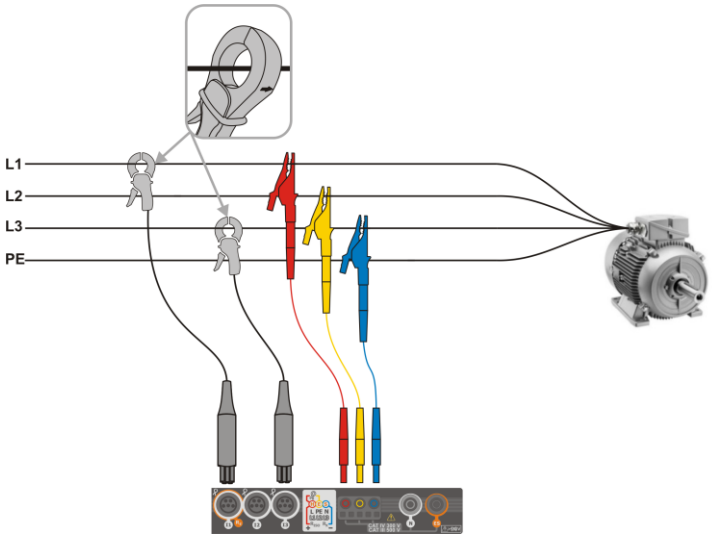


Fig. 5.7 Schema di collegamento – trifase a 3 fili (tramite metodo Aron)

5.3.2 Configurazioni di registrazione

Dopo aver premuto ✚ viene visualizzata una nuova pagina come mostrato in Fig. 5.8. Il nome predefinito della nuova configurazione viene visualizzato nella barra del titolo ed è costituito dalla data e dall'ora correnti, nel formato *"YYYY-MM-DD hh_mm_ss_settings" format*, eventualmente modificabile.

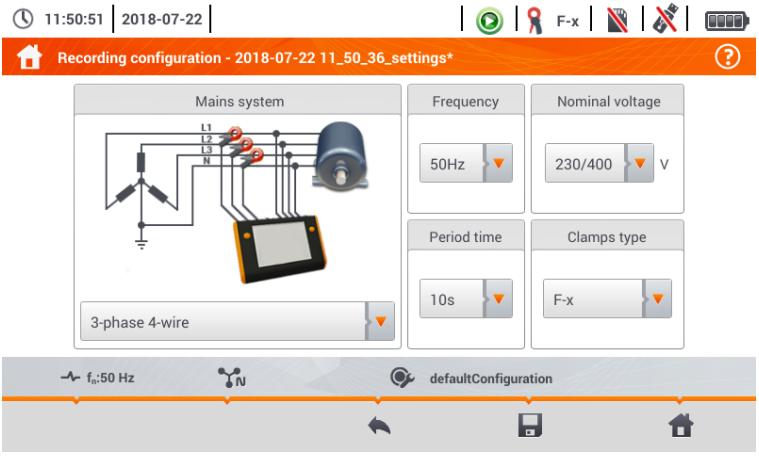


Fig. 5.8. Configurazione Recording – impostazioni generali

Ora si possono configurare:

- **Mains system**. Selezionando l'icona dall'elenco a tendina o dal nome del circuito, è possibile selezionare i seguenti tipi:
  - ⇒ **1-phase,**
  - ⇒ **Split-phase** (bifase),
  - ⇒ **3-phase 4-wire** – sistema a 4 fili con neutro, in configurazione a stella,
  - ⇒ **3-phase 3-wire** – sistema a 3 fili senza neutro, in configurazione a triangolo,
  - ⇒ **3-phase 3-wire Aron** – sistema a 3 fili senza neutro in configurazione a triangolo, ma utilizzando il metodo di misura della corrente a due sensori (I_1 i I_3). La terza corrente (I_2) è calcolata tramite la seguente formula matematica:

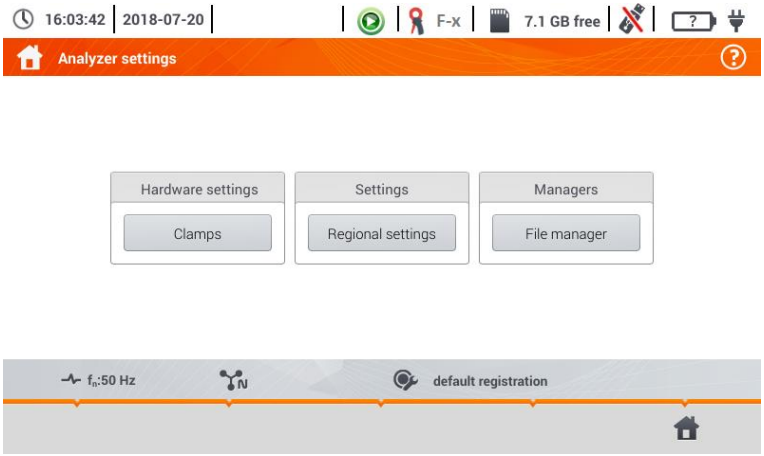
$$I_2 = - I_1 - I_3.$$

- **Frequency** – frequenza nominale della rete. È possibile selezionare: **50 Hz, 60 Hz**.
- **Nominal voltage**. tensione nominale, è possibile selezionare: 58/100, 64/110, 110/190, 115/200, 120/208, 127/220, 133/230, 220/380, 230/400, 240/415, 254/440, 290/500, 400/690 V
- **Period time** - periodo di registrazione, cioè tempo con cui viene registrata la media dei parametri e intervallo tra registrazioni successive di dati (su una scheda di memoria), eventi esclusi. Sono disponibili le seguenti impostazioni: 1 s, 3 s, 10 s, 30 s, 1 min, 10 min, 15 min, 30 min.
- **Clamps type** – attivazione della misura di corrente e selezione del tipo di sensori utilizzati:
  - ⇒ **No** – pinze/sensori non utilizzati,
  - ⇒ **F-x** – sensori flessibili (Rogowski) con portata nominale di 3000 A AC,
  - ⇒ **C-4** – sensori a pinza (toroide rigido) con portata nominale di 1000 A AC,
  - ⇒ **C-5** – sensori a pinza ad effetto di Hall con portata nominale di 1000 A AC/DC,
  - ⇒ **C-6** – sensori a pinza (toroide rigido) con portata nominale di 10 A AC,
  - ⇒ **C-7** – sensori a pinza (toroide rigido) con portata nominale di 100 A AC.

5.4 Impostazione dell'analizzatore

Tramite la pagina **Analyzer settings,** è possibile:

- modificare la direzione di misura della corrente,
- modificare l'identificazione delle fasi,
- visualizzare i file memorizzati in modalità registratore.



5.5 Modalità LIVE

Il registratore consente all'operatore di visualizzare i parametri di rete in tempo reale (modalità LIVE). Le icone delle tipologie di visualizzazioni disponibili sono elencate nella barra inferiore del menu principale del registratore:

- visualizzazione delle forme d'onda di tensione e corrente,
- visualizzazione del grafico di andamento nel tempo,
- visualizzazione tabellare delle misure istantanee,
- visualizzazione del diagramma vettoriale,
- visualizzazione del diagramma a barre delle armoniche.

L'aggiornamento del display in modalità LIVE può essere temporaneamente bloccato utilizzando la funzione **HOLD**.

- Per sospendere l'aggiornamento, toccare il pulsante sulla barra superiore (il colore dell'icona diventa **rosso**).
- Per riprendere l'aggiornamento dei valori, toccare nuovamente l'icona (il colore dell'icona ritorna **nero**).

5.5.1 Forme d'onda dei transitori di tensione e corrente (waveforms)

Dopo aver toccato l'icona lo strumento visualizza le forme d'onda di corrente e tensione. Il displaymostra due periodi delle forme d'onda dei parametri di rete, per i canali attivi (a seconda della configurazione di misura).
Utilizza le etichette sul lato destro della pagina per **attivare e disattivare** i singoli canali di misura (almeno una forma d'onda deve essere sempre visibile). Ogni etichetta include il **nome del canale** (adesempio "U L1") e il suo **valore efficace.**

5.5.2 Andamento nel tempo dei valori istantanei

Dopo aver toccato l'icona , lo strumento visualizza l'andamento nel tempo dei valori istantanei. Questa visualizzazione mostra un grafico nel tempo dei valori efficaci di tensione e corrente. L'intera finestra copre un tempo di circa 110 secondi. Dopo aver riempito l'intera finestra, il grafico scorre a sinistra ogni 30 secondi.

5.5.3 Modalità LIVE – visualizzazione a tabella

Dopo aver toccato l'icona , lo strumento visualizza una tabella riassuntiva con i valori dei parametri di rete. La tabella è aggiornata in tempo reale.

Le righe successive sono così determinate:
L1 ..... valori della fase L1,
L2 ..... valori della fase L2,
L3 ..... valori della fase L3,
N ..... valore della corrente di neutro $I_{N,}$
L1-2 ..... valori fase-fase L1-L2,
L2-3 ..... valori fase-fase L2-L3,
L3-1 ..... valori fase-fase L3-L1,
Σ ..... valori di sistema.

La colonna successiva mostra i valori dei singoli parametri:

U [V] ..... tensione RMS,
U_{h01} [V] ..... valore RMS della componente fondamentale di tensione,
U_{DC} [V] ..... componente DC di tensione,
f [Hz] ..... frequenza di rete,
I [A] ..... corrente RMS,
I_{h01} [A] ..... valore RMS della componente fondamentale di corrente,
I_{DC} [A] ..... componente DC di corrente,
P [W] ..... potenza attiva,
Q1 o **QB [var]**..... potenza reattiva della componente fondamentale o potenza reattiva calcolata mediante metodo Budeanu (a seconda del metodo di calcolo della potenza reattiva),
S [VA] ..... potenza apparente,
S_N [VA] o **D [var]** ..... potenza apparente della componente fondamentale o potenza apparente calcolata mediante metodo Budeanu (a seconda del metodo di calcolo della potenza reattiva),
E_{P+} [Wh] ..... energia attiva consumata,
E_{P-} [Wh] ..... energia attiva prodotta,
E_{Q1+} o **E_{QB+} [varh]** ..... energia reattiva consumata,
E_{Q1-} o **E_{QB-} [varh]** ..... energia reattiva prodotta,
E_S [VAh] ..... energia apparente,
PF ..... fattore di potenza,
cosφ ..... cosfì,
Pst ..... flicker a breve termine,
Plt ..... flicker a lungo termine,
U_0 [V] ..... componente di tensione di sequenza di fase zero,
U_1 [V] ..... componente di tensione simmetrica di sequenza diretta,
U_2 [V] ..... componente di tensione simmetrica di sequenza inversa,
U_2/U_1 [%] ..... fattore di sbilanciamento della tensione per sequenza inversa,
U_0/U_1 [%] ..... fattore di sbilanciamento della tensione per componente zero,
I_0 [A] ..... componente di corrente di sequenza di fase zero,
I_1 [A] ..... componente di corrente simmetrica di sequenza diretta,
I_2 [A] ..... componente di corrente simmetrica di sequenza inversa,
I_2/I_1 [%] ..... fattore di sbilanciamento della corrente per sequenza inversa,
I_0/I_1 [%] ..... fattore di sbilanciamento della corrente per componente zero.

5.5.4 Diagramma vettoriale delle componenti fondamentali (phasor)

Dopo aver toccato l'icona il display visualizza il diagramma dei vettori rappresentando la disposizione dei vettori delle componenti fondamentali di tensione e corrente. Può essere utilizzato per verificare rapidamente la correttezza del collegamento del registratore alla rete.
Accanto al diagramma sono disponibili le seguenti tabelle:

- la prima contiene informazioni circa l'ampiezza delle componenti fondamentali ed i loro angoli,
- la seconda contiene i coefficienti di squilibrio delle componenti negative (i coefficienti vengono visualizzati solo per reti trifase).

La natura del carico è identificata dalle seguenti icone:

bobina (carico induttivo) se l'angolo tra le componenti fondamentali della tensione e della corrente ($\varphi_{Uh1,Ih1}$) è maggiore di zero (la tensione è in anticipo rispetto alla corrente,

condensatore (carico capacitivo) se l'angolo $\varphi_{Uh1,Ih1}$ è negativo (la corrente è in anticipo rispetto alla tensione).

5.5.5 Grafici/tabelle delle armoniche

Dopo aver toccato l'icona il display visualizza il grafico a barre delle armoniche. Questa rappresentazione consente di visualizzare le armoniche di tensione e corrente, gli angoli tra le armoniche di corrente e di tensione, i cosφ e i valori di THD. Le armoniche sono visualizzate su grafico a barre (predefinito) o in tabella.

5.6 Accendere e spegnere il registratore

Dopo la corretta configurazione è possibile **avviare la registrazione** premendo il pulsante **START**. La registrazione in corso è segnalata dall'icona sulla barra superiore e dal led rosso lampeggiante.

Per **interrompere la registrazione**, premere il pulsante **START** e confermare sulla finestra di pop-up. L'arresto della registrazione è confermato da tre **segnali acustici** lunghi e tre **segnali acustici** brevi e il colore dell'icona di registrazione cambierà in , e il LED rosso smetterà di lampeggiare.

5.7 Analisi della registrazione

L'analisi dei dati registrati è possibile direttamente dallo strumento, senza software aggiuntivo. L'ambito di analisi include:

- anteprima generale della registrazione - ora di inizio e fine, valori medi di tensione e corrente,
- anteprima del valore medio della tensione sull'intero intervallo di registrazione,
- preparazione dell'andamento nel tempo di eventuali parametri registrati (limitati a 1100 punti e 4 parametri su un unico grafico) con opzione di zoom-in e marcatore del punto temporale,
- anteprima del grafico a barre delle armoniche (valore medio per l'intero periodo di registrazione).

È possibile analizzare le registrazioni completate e salvate sulla micro SD card anche mentre la registrazione è in corso.

L'elenco delle registrazioni (accessibile tramite l'icona) salvato nella memoria dello strumento può essere visualizzato seguendo il percorso **Recording analysis – recording list**. È possibile scorrere l'elenco muovendo il dito su e giù all'interno del sommario visualizzato. Per una migliore familiarizzazione con le descrizioni dettagliate inerenti alle modalità di registrazione, si consiglia di consultare il manuale completo dello strumento disponibile sul sito web: www.sonel.com.

5.8 Elaboratore delle perdite di energia

5.8.1 Descrizione delle funzioni

Con questa modalità di analisi, è possibile stimare la perdita di potenza attiva e i costi associati a causa della scarsa qualità dei parametri elettrici della rete. La schermata di analisi delle perdite è mostrata in **Fig. 5.9**. L'analisi può essere eseguita su intervalli di tempo definiti.

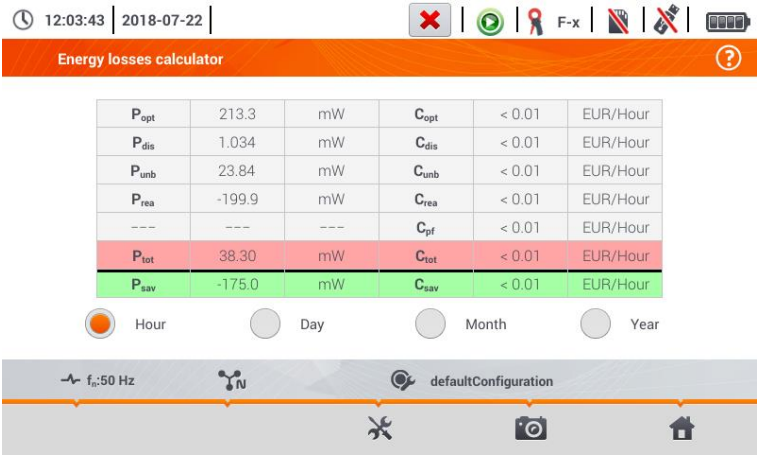


Fig. 5.9 Analisi delle perdite di energia

Parametri da analizzare

P_{opt}	perdite di potenza dovuta all'impedenza dei cavi (supponendo l'assenza di armoniche superiori, squilibrio e potenza reattiva)	**C_{opt}**	costo causato da P_{opt}
P_{dis}	perdite dovute ad armoniche elevate	**C_{dis}**	costo causato da P_{dis}
P_{unb}	perdite dovute ad asimmetria della rete	**C_{unb}**	costo causato da P_{unb}
P_{rea}	perdite dovute a basso fattore di potenza (causato dalle armoniche)	**C_{rea}**	costo causato da P_{rea}
		C_{pf}	costo dovuto a basso fattore di potenza (presenza di elevata potenza reattiva)
P_{tot}	perdite totali (somma di quelle qui sopra)	**C_{tot}**	costo causato da P_{rea}
P_{sav}	perdite che possono essere ridotte migliorando i parametri di rete (compensazione delle armoniche, eliminazione degli squilibri), derivanti dalla relazione: $P_{sav} = P_{tot} - P_{opt}$	**C_{sav}**	costo causato da P_{sav}

Le perdite economiche possono essere stimate sulla base delle letture in modalità LIVE in termini di:
⇒ un'ora,
⇒ un giorno,
⇒ un mese,
⇒ un anno.

Quando una delle opzioni qui sopra è attivata (→), la tabella mostrerà i dati relativi a tale selezione.

5.8.2 Configurazione del calcolatore delle perdite

Dopo aver toccato l'icona il display visualizza il pannello di configurazione del calcolatore. È possibile passare da una pagina all'altra utilizzando le icone .

Nella prima pagina, imposta i parametri dei conduttori su cui elaborare l'analisi, ovvero:

- per i conduttori delle fasi **L**:
  - **quantità di corde** per ogni fase,
  - **sezione** delle corde in mm^2,
- per i conduttori del neutro **N**:
  - **quantità di corde** sul neutro,
  - **sezione** delle corde in mm^2,
- **lunghezza** della linea in metri,
- **materiale delle corde** – rame o alluminio.

In base ai parametri di cui sopra, il calcolatore elabora la potenza dispersa riferita alla riga selezionata.

Nella seconda pagina, imposta i parametri che definiscono la perdita economica, ad esempio:

- costo per ogni 1 kWh di energia attiva,
- costo per ogni 1 kWh di energia reattiva con fattore di potenza PF ≥ 0,8,
- costo per ogni 1 kWh di energia reattiva con fattore di potenza PF < 0,8,
- valuta.

Per cambiare la valuta:

- tocca il campo con la valuta attuale,
- inserisci una nuova valuta utilizzando la tastiera sul display.

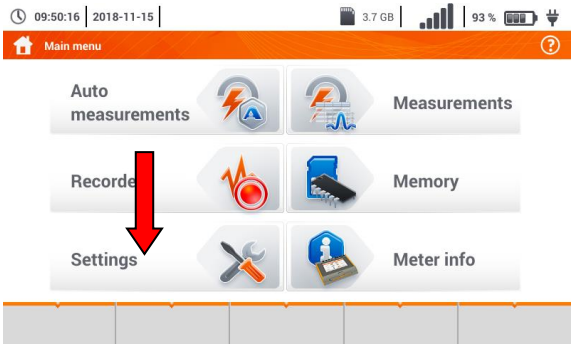
5.9 Efficienza dell'inverter

Vedi il **cap. 3.18.1, 3.18.2**.

6 Memoria dello strumento

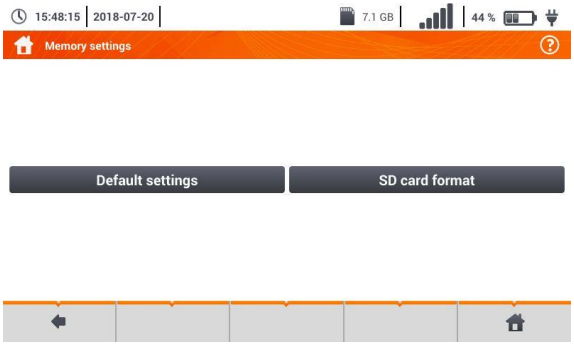
6.1 Memoria dedicata alle misure

6.1.1 Configurazione della memoria



Dalla pagina principale seleziona **Settings**.

Seleziona **Memory settings**.



Sono disponibili 2 opzioni.

- **Default settings** – ripristina la memoria dello strumento alle impostazioni predefinite. Quando viene selezionata questa opzione, il display visualizza un messaggio di conferma.
- **SD card format**. Quando viene selezionata questa opzione, il display visualizza un messaggio che chiede all'operatore di confermare la volontà di formattare la SD card.

Descrizione delle icone delle funzioni

ritorna alla pagina precedente

ritorna al menu principale

6.1.2 Struttura della memoria

La memoria dei risultati delle misure è costituita da una struttura ad albero (**Fig. 6.1**). L'operatore può registrare un numero illimitato di "client". Per ogni "client" può essere creato una quantità libera di oggetti con oggetti secondari.

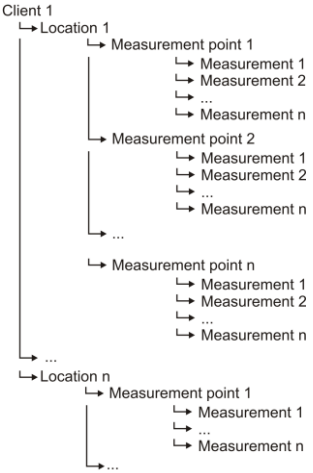
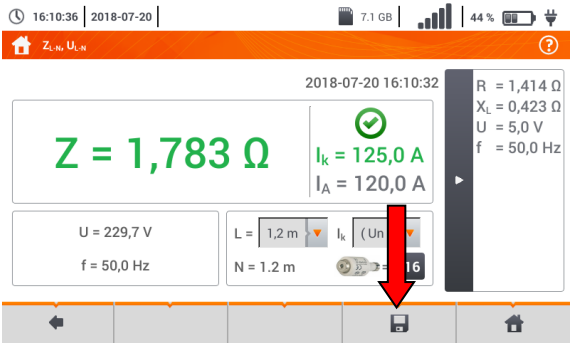


Fig. 6.1. Struttura della memoria per un singolo "client"

- I risultati delle misure eseguite per tutte le funzioni di misura possono essere memorizzati in una cella della colonna **Measurement point**.
- Solo i risultati delle misure attivate premendo il pulsante **START** possono essere memorizzati nella memoria (eccetto l'autozero nelle misure di resistenza con bassa corrente di prova).
- Viene memorizzata in memoria la serie completa di risultati (risultato principale e risultati supplementari) per una data funzione di misura, le impostazioni di misura preimpostate, la data e l'ora della misura.

6.1.3 Salvataggio dei dati

1



- Al termine di una misura, tocca su .
- Compare il menu di salvataggio del risultato di misura (il menu e la procedura sono gli stessi descritti alla **sezione 6.1.1**).

6.2 Memoria del registratore

6.2.1 MicroSD card

La microSD card HC rimovibile è il luogo principale di archiviazione dei dati. Su di esso vengono salvati:

- i dati di misura registrati,
- gli screenshot.

La barra in alto mostra lo stato della microSD card e lo spazio libero disponibile.

Per garantire il corretto funzionamento dello strumento e prevenire la perdita di dati, evitare di:

- rimuovere la scheda di memoria durante la registrazione. La rimozione della scheda può comportare **l'interruzione del processo di registrazione, danni ai dati registrati e, in alcuni casi, danni all'intera struttura dei file salvati** sulla scheda,
- modificare o eliminare i file memorizzati sulla scheda o memorizzare i propri file su di essa. Se dopo aver inserito la SD card, lo strumento rileva un errore nel file system, viene visualizzato il pannello di formattazione della memoria per eseguire la formattazione. Solo dopo la formattazione (che rimuove tutti i file) sarà possibile riutilizzare la scheda nello strumento

Inoltre, prima di rimuovere la scheda dallo strumento (ad es. per leggere i dati tramite software *Sonel Analysis*) si consiglia di spegnere lo strumento così da salvare tutti i dati memorizzati nella cache.

La scheda di memoria MicroSD può essere formattata tramite lo strumento. Vai alle impostazioni **Analyser settings**, quindi seleziona la sezione **Memory** (vedi anche la **sezione 6.1.1**).

6.2.2 Memoria esterna USB (flash drive)

L'inserimento di una chiave USB esterna permette di:

- copiare dalla microSD card alla chiave USB esterna, i file selezionati con screenshot,
- salvare il file di registro (log) dello strumento, utile al servizio assistenza del fabbricante in caso di errore sullo strumento,
- aggiornare il firmware dello strumento.

I file system supportati sono FAT32. Quando viene inserita una memoria formattata in un file system diverso, il dispositivo visualizzerà una finestra che informa che è stato rilevato un supporto multimediale non formattato. Da questa finestra, l'utente può accedere direttamente alla schermata di formattazione.

I dati sulla chiave USB esterna vengono memorizzati nella cartella denominata "MPI-540_DATA".

6.2.3 Compatibilità con il software *Sonel Analysis*

Sonel Analysis è un'applicazione software utilizzata per lavorare con strumenti MPI-540 e analizzatori di potenza della serie PQM. In combinazione con i suddetti dispositivi consente di:

- leggere i dati dal dispositivo,
- presentare i dati in forma tabellare,
- presentare i dati sotto forma di grafici,
- aggiornare il firmware dell'analizzatore e aggiornare l'applicazione stessa.

Il software funziona con Sistemi Operativi Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8 e Windows 10. Il manuale dettagliato del software *Sonel Analysis* è disponibile in un documento separato(scaricabile anche dal sito web www.sonel.com).

6.2.4 Connessione a PC e trasmissione dati

La connessione a computer (PC mode), permette:

- La trasmissione dei dati salvati nella memoria del registratore:
  - è possibile leggere i dati di tutte le registrazioni completate,
- Quando è collegato a un PC, il display mostra il messaggio "Connessione PC "
- Quando è collegato a un PC, tutti i pulsanti del display/tastiera sono bloccati tranne il pulsante , a meno che il registratore non operi con la modalità di blocco dei tasti (ad es. durante la registrazione); in tal caso tutti i pulsanti sono bloccati. Sul display nella barra inferiore viene visualizzata l'icona la cui selezione interrompe la connessione con il PC.
- Quando entro 10 secondi del collegamento strumento-PC non si verifica alcuno scambio di dati, lostrumento esce dalla modalità di scambio dati e termina la connessione.

Il software *Sonel Analysis* consente inoltre di leggere i dati direttamente da una microSD card utilizzando un lettore di schede esterno. Questo metodo consente una lettura più veloce dei dati registrati. Per utilizzare questa modalità, rimuovere la scheda di memoria dallo strumento e inserirla nel lettore collegato a un computer (quando si estrae la scheda, seguire le indicazioni riportate alla sezione 6.2.1. In ogni caso, spegnere sempre lo strumento prima di estrarre la SD card).

7 Alimentazione dello strumento

7.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione

Lo strumento è dotato di una batteria agli ioni di litio da 11,1 V 3,4 Ah. Il pacco batteria include un circuito che ne monitora lo stato di carica.

Il livello di carica della batteria è indicato dall'icona a destra nella barra superiore del display.

7.2 Sostituzione delle batterie ricaricabili

MPI-540 è alimentato da una batteria ricaricabile agli ioni di litio Li-Ion SONEL.

Il caricabatteria è installato all'interno dello strumento e funziona solo con il pacco batteria ricaricabile fornito dal fabbricante. Il caricabatterie è alimentato da un adattatore di alimentazione esterno. Può anche essere alimentato da una presa accendisigari delle automobili. Sia la batteria ricaricabile sia l'adattatore sono accessori in dotazione allo strumento.

AVVERTIMENTO

Se i puntali di prova vengono lasciati innestati nei terminali di ingresso durante la sostituzione delle batterie, c'è il rischio di scosse elettriche con tensione pericolosa.

7.3 Ricarica delle batterie ricaricabili

La carica della batteria si avvia automaticamente dopo il collegamento:

- del caricabatterie di alimentazione (2 V DC),
- collegando lo strumento all'accendisigari dell'auto.

L'attività di carica è indicata dall'icona accanto al simbolo della batteria sulla barra superiore e dal simbolo led **H.V./REC/CONT**. La temperatura della batteria e la temperatura ambiente influenzano il processo di ricarica. Se la temperatura della batteria è inferiore a 0°C o superiore a 45°C, il processodi carica viene automaticamente interrotto.

8 Specifiche tecniche

8.1 Dati generali

⇒ L'acronimo "v.m." significa "sul valore misurato di riferimento".

8.1.1 Misura di tensione alternata (True RMS)

Portata	Risoluzione	Precisione
0,0 V…299,9 V	0,1 V	±(2% v.m. + 4 cifre)
300 V…500 V	1 V	±(2% v.m. + 2 cifre)

- Portata di frequenza: 45…65 Hz

8.1.2 Frequency measurement

Portata	Risoluzione	Precisione
45,0 Hz…65,0 Hz	0,1 Hz	±(0,1% v.m. + 1 cifra)

- Portata di tensione: 50 … 500V

8.1.3 Misura di impedenza dell'anello di guasto Z_{L-PE}, Z_{L-N}, Z_{L-L}

Misura di impedenza dell'anello di guasto Z_S
Portate di misura in accordo con IEC 61557-3:

Lunghezza cavi di prova	Portata di Z_S
1,2 m	0,130 Ω…1999,9 Ω
5 m	0,170 Ω…1999,9 Ω
10 m	0,210 Ω…1999,9 Ω
20 m	0,290 Ω…1999,9 Ω
WS-03, WS-04	0,190 Ω…1999,9 Ω

Portata:

Portata	Risoluzione	Precisione
0,000…19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% v.m. + 0,03 Ω)
20,00…199,99 Ω	0,01 Ω	±(5% v.m. + 0,3 Ω)
200,0…1999,9 Ω	0,1 Ω	±(5% v.m. + 3 Ω)

- Tensione operativa nominale U_{nL-N}/ U_{nL-L}: 110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V
- Portata operativa di tensione: 95 V…270 V (per Z_{L-PE} e Z_{L-N}) e 95 V…440 V (per Z_{L-L})
- Frequenza nominale di rete f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Portata operativa di frequenza: 45 Hz…65 Hz
- Massima corrente di prova (per 415 V): 41,5 A (10 ms)
- Controllo di correttezza del collegamento del terminale PE con l'elettrodo di contatto

8.1.4 Misura di impedenza dell'anello di guasto $Z_{L-PE[RCD]}$ (senza scatto del RCD)

Misura di impedenza dell'anello di guasto Z_S
Portate di misura in accordo con IEC 61557-3:

- 0,50…1999 Ω per i cavi 1,2 m, WS-03 e WS-04
- 0,51…1999 Ω per i cavi 5 m, 10 m e 20 m

Portata	Risoluzione	Precisione
0…19,99 Ω	0,01 Ω	±(6% v.m. + 10 cifre)
20,0…199,9 Ω	0,1 Ω	±(6% v.m. + 5 cifre)
200…1999 Ω	1 Ω	

- Il dispositivo RCD non interviene con $I_{\Delta n} \geq 30$ mA
- Tensione operativa nominale U_n: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Portata operativa di tensione: 95 V…270 V
- Frequenza nominale di rete f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Portata operativa di frequenza: 45…65 Hz
- Controllo di correttezza del collegamento del terminale PE con l'elettrodo di contatto

8.1.5 Misura dei parametri del differenziale RCD

- Misura su RCD di tipo: AC, A, B, B+, F, EV
- Tensione operativa nominale U_n: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Portata operativa di tensione: 95 V…270 V
- Frequenza nominale di rete f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Portata operativa di frequenza: 45…65 Hz

Test di intervento del RCD e misura del tempo di intervento t_A (per la misura di t_A)
Portate di misura in accordo con IEC 61557-6: da 0 ms al limite superiore del valore visualizzato

Tipo di RCD	Fattore moltiplicativo	Portata	Risoluzione	Precisione
▪ Generale ▪ Ritardato ▪ EV – parte AC	0,5 $I_{\Delta n}$	0…300 ms (TN/TT) 0…400 ms (IT)	1 ms	±(2% v.m. + 2 cifre)[1)]
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0…150 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0…40 ms		
Selettivo	0,5 $I_{\Delta n}$	0…500 ms		
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0…200 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0…150 ms		
▪ EV 6 mA DC ▪ RCM	1 $I_{\Delta n}$	0,0..10,0 s	0,1 s	±(2% v.m. + 3 cifre)
	10 $I_{\Delta n}$	0..300 ms	1 ms	
	33 $I_{\Delta n}$[2)]	0..100 ms		
	50 $I_{\Delta n}$[3)]	0..40 ms		

[1)] per $I_{\Delta n}$ = 10 mA e 0,5 $I_{\Delta n}$ precisione è ±(2% v.m. + 3 cifre)
[2)] per misure secondo IEC 62955
[3)] per misure secondo IEC 62752

- Precisione sul segnale di corrente differenziale erogato:
  per $1*I_{\Delta n}$, $2*I_{\Delta n}$ e $5*I_{\Delta n}$ …… 0…8%
  per $0,5*I_{\Delta n}$ …… -8…0%

8.1.6 Misura della resistenza di terra R_E

Portate di misura in accordo con IEC 61557-5: 0,50 Ω…1,99 kΩ con tensione di prova 50 V e 0.56 Ω …1.99 kΩ con tensione di prova 25 V

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00…0,35 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 10 cifre)
0,35…9,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 4 cifre)
10,0…99,9 Ω	0,1 Ω	±(2% v.m. + 3 cifre)
100…999 Ω	1 Ω	
1,00…1,99 kΩ	0,01 kΩ	

- tensione di prova: 25 V o 50 V rms
- corrente di prova: 20 mA, sinusoidale RMS 125 Hz (per f_n=50 Hz) e 150 Hz (per f_n=60 Hz)
- arresto forzato della misura alla tensione di disturbo di U_N>24 V
- massima tensione di misura dei disturbi U_{Nmax}=100 V
- massima resistenza ausiliaria dei picchetti di terra 50 kΩ

Misura della resistenza di terra con il metodo a 3 poli + sensore a pinza

Portata	Risoluzione	Precisione*
0,00…0,35 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 10 cifre)
0,35…9,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 4 cifre)
10,0…99,9 Ω	0,1 Ω	
100…999 Ω	1 Ω	
1,00…,1,99 kΩ	0,01 kΩ	

* – alla massima corrente di disturbo di 1 A

- Misura con sensore di corrente addizionale C-3,
- La portata per la misura della corrente di disturbo è 9,99 A.

Misura della resistenza di terra con il metodo a due pinze

Portata	Risoluzione	Precisione*
0,00…0,35 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 10 cifre)
0,35…9,99 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 4 cifre)
10,0…19,9 Ω	0,1 Ω	
20,0…99,9 Ω		±(20% v.m. + 4 cifre)

* – alla massima corrente di disturbo di 1 A

- Misura con pinza di riferimento N-1 e pinza di misura C-3.
- La portata per la misura della corrente di disturbo è 9,99 A.

Misura della resistività del terreno (ρ)

Portata	Risoluzione	Precisione*
0,0…99,9 Ωm	0,1 Ωm	A seconda della precisione della misura R_E
100…999 Ωm	1 Ωm	
1,00…9,99 kΩm	0,01 kΩm	
10,0…99,9 kΩm	0,1 kΩm	

- Misura tramite il metodo Wenner (a 4 terminali,
- Opzione di selezione della distanza in metri o piedi,
- Distanza selezionabile: 1 m … 30 m (1 ft … 90 ft).

8.1.7 Misura di continuità con corrente ±200mA e misura di resistenza con bassa corrente

Misura della resistenza dei conduttori di protezione ed equipotenziali con corrente di prova ±200 mA
Portata di misura in accordo con 61557-4: 0,12…400 Ω

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00…19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 3 cifre)
20,0…199,9 Ω	0,1 Ω	
200…400 Ω	1 Ω	

- Tensione a terminali aperti: 4 V…9 V
- Corrente di uscita a R<2 Ω: min. 200 mA (I_{SC}: 200 mA…250 mA)
- Compensazione della resistenza dei cavi di prova
- Misura per entrambe le polarità di corrente (I positiva e I negativa)

Misura di resistenza con bassa corrente di prova

Portata	Risoluzione	Precisione
0,0…199,9 Ω	0,1 Ω	±(3% v.m. + 3 cifre)
200…1999 Ω	1 Ω	

- Tensione a terminali aperti: 4 V…9 V
- Corrente di uscita < 8 mA
- Segnalazione acustica per la misura di resistenza < 30 Ω ± 50%
- Compensazione della resistenza dei cavi di prova

8.1.8 Misura della resistenza di isolamento

Portata di misura in accordo con IEC 61557-2 per U_N = 50 V: 50 kΩ…250 MΩ

Portata per U_N = 50 V	Risoluzione	Precisione
0 kΩ…1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 cifre), [±(5% v.m. + 8 cifre)] *
2,00 MΩ…19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ…199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ…250 MΩ	1 MΩ	

* – con gli adattatori WS-03 e WS-04

Portate di misura in accordo con IEC 61557-2 per U_N = 100 V: 100 kΩ…500 MΩ

Portata per U_N = 100 V	Risoluzione	Precisione
0 kΩ…1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 cifre) [±(5% v.m. + 8 cifre)] *
2,00 MΩ…19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ…199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ…500 MΩ	1 MΩ	

* – con gli adattatori WS-03 e WS-04

Portate di misura in accordo con IEC 61557-2 per U_N = 250 V: 250 kΩ…999 MΩ

Portata per U_N = 250 V	Risoluzione	Precisione
0 kΩ…1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 cifre) [±(5% v.m. + 8 cifre)] *
2,00 MΩ…19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ…199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ…999 MΩ	1 MΩ	

* – con gli adattatori WS-03 e WS-04

Portate di misura in accordo con IEC 61557-2 per U_N = 500 V: 500 kΩ…2,00 GΩ

Portata per U_N = 500 V	Risoluzione	Precisione
0…1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 cifre) [±(5% v.m. + 8 cifre)] *
2,00…19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0…199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200…999 MΩ	1 MΩ	
1,00…2,00 GΩ	0,01 GΩ	±(4% v.m. + 6 cifre) [±(6% v.m. + 6 cifre)] *

* – con gli adattatori WS-03 e WS-04

Portate di misura in accordo con IEC 61557-2 per U_N = 1000 V: 1000 kΩ…4,99 GΩ

Portata per U_N = 1000 V	Risoluzione	Precisione
0…1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 cifre)
2,00…19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0…199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200…999 MΩ	1 MΩ	
1,00…4,99 GΩ	0,01 GΩ	±(4% v.m. + 6 cifre)
5,00…9,99 GΩ	0,01 GΩ	unspecified

- Tensione di prova: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V
- Precisione sulla tensione di prova (Robc [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): -0% +10% dal valore selezionato
- Rilevazione di una tensione pericolosa prima dell'avvio della misura
- Funzione di scarica dell'oggetto sottoposto a test
- Misura della resistenza di isolamento tramite adattatore UNI-Schuko (WS-03, WS-04) tra i 3 terminali (non disponibile per U_N=1000 V)
- Misura della resistenza di isolamento per cavi multipolari (max. 5) utilizzando l'adattatore opzionale esterno AutoISO-1000C
- Misura di tensione ai terminali di prova +R_{ISO}, -R_{ISO} entro il campo da: 0 V…440 V
- Corrente di prova < 2 mA

8.1.9 Misura di illuminamento

Portate di misura della sonda LP-1

Portata [lx]	Risoluzione [lx]	Incertezza dello spettro	Precisione
0…399,9	0,1	f1<6%	±(5% v.m. + 5 cifre)
400…3999	1		
4,00 k…19,99 k	0,01 k		

- Sonda in classe B

Portate di misura della sonda LP-10B

Portata [lx]	Risoluzione [lx]	Incertezza dello spettro	Precisione
0…39,99	0,01	f1<6%	±(5% v.m. + 5 cifre)
40,0…399,9	0,1		
400…3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		
40,0 k…399,9 k	0,1 k		

- Sonda in classe B

Portate di misura della sonda LP-10A

Portata [lx]	Risoluzione [lx]	Incertezza dello spettro	Precisione
0…3,999	0,001	f1<2%	±(2% v.m. + 5 cifre)
4,00…39,99	0,01		
40,0…399,9	0,1		
400…3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		
40,0 k…399,9 k	0,1 k		

- Probe class A

8.1.10 Sequenza delle fasi

- Indicazione della sequenza delle fasi: corretta (diretta) ed errata (inversa)
- Portata della tensione nominale U_{L-L}: 95 V…500 V (45 Hz…65 Hz)
- Visualizzazione della tensione fase-fase

8.1.11 Rotazione motore

- Portate di tensione del motore SEM: 1 V ÷ 500 V AC
- Corrente di prova (per fase): <3,5 mA

8.1.12 MPI-540-PV Misura della tensione DC a circuito aperto U_{OC}

Portata	Risoluzione	Precisione
0,0 V…299,9 V	0,1 V	±(3% v.m. + 5 cifre)
300 V…1000 V	1 V	±(3% v.m. + 2 cifre)

8.1.13 MPI-540-PV Misura della Corrente DC di corto-circuito I_{SC}

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00 A…20,00 A	0,01 A	±(3% v.m. + 0,10 A)

- Prima dell'azzeramento della misura DC della pinza

8.2 Dati della registrazione

Classe di precisione del registratore: conforme alla norma EN 61000-4-30:2015 classe S.

8.2.1 Ingressi

Terminali di ingresso di tensione

Quantità di ingressi	4 (canali di misura L1, L2, L3, N - 3) non galvanicamente isolati tra loro
Tensione massima ammessa	L1, L2, L3, N: 500 V_{RMS} riferita a terra
Tensione di picco in ingresso (senza attenuazione)	1150 V (L-N)
Banda della trasmissione analogica (-3 dB)	12 kHz
Trasformatori aggiuntivi	Definiti dall'operatore
Impedenza degli ingressi di misura	14 MΩ (L-L, L-N)
CMRR	>70 dB (50 Hz)

Terminali di ingresso di corrente

Quantità di ingressi	3 (L1, L2, L3) non galvanicamente isolati tra loro
Massima tensione di piccoammessa	5 V riferita a terra
Tensione nominale di ingresso (pinze a toroide rigido)	1 V_{RMS}
Tensione di picco in ingresso (senza attenuazione)	3,6 V
Banda della trasmissione analogica (-3dB)	12 kHz
Impedenza degli ingressi di misura	Per i sensori a pinza con toroide rigido: 100 kΩ Per i sensori flessibili: 12,4 kΩ
Portata di misura (senza trasformatori aggiuntivi)	Sensori flessibili F-1(A)/F-2(A)/F-3(A): 1…3000 A (10000 A di picco, 50 Hz) Pinze rigide C-4(A), C-5(A): 1…1000 A (3600 A di picco) Pinze rigide C-6(A): 0,01…10 A (36 A di picco) Pinze rigide C-7(A): 0…100 A (360 A di picco)
Trasformatori aggiuntivi	Definiti dall'operatore
CMRR	60 dB (50 Hz)

8.2.2 Campionamento e RTC

Convertitore A/C	16-bit
Frequenza di campi-onamento	5,12 kHz per 50 Hz e 60 Hz Campionamento simultaneo su tutti i canali
Campioni per periodo	102,4 per 50 Hz; 85,33 per 60 Hz
Sincronizzazione PLL	40…70 Hz
Canale di riferimentoper PLL	L1-N, L1-L2 (a seconda del tipo di rete elettrica)
Orologio interno	±30 ppm (approssimativamente ±2,6 secondi/giorno)

8.2.3 Misura di tensione

Voltage	Range and conditions	Resolution	Precisione
U_{RMS} (AC+DC)	20% U_{nom} ≤ U_{RMS} ≤ 120% U_{nom} per U_{nom} ≥ 100 V	0,1% U_{nom}	±0,5% U_{nom}
Fattore di cresta	1…10 (1…2,2 per tensione 500 V) per U_{RMS} ≥ 10% U_{nom}	0,01	±5%

8.2.4 Misura di corrente (True RMS)

Corrente	Portata e condizioni	Risoluzione	Precisione
I_{RMS} (AC+DC)	**Precisione dello strumento**		
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 100% I_{nom}	0,01% I_{nom}	±2%
	Sensori flessibili F-1A/F-2A/F-3A		
	0…3000 A (10 kA_{p-p} @ 50Hz)	0,01% I_{nom}	**Incertezza aggiuntiva** ±1% (±2% taking into account additional error due to the position)
	Pinze rigide C-4A		
	0…1000 A (3600 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Incertezza aggiuntiva** 0,1…10 A: ± (3% + 0,1 A) 10 A: ±3% 50 A: ±1,5% 200 A: ±0,75% 1000…1200 A: ±0.5%
	Pinze rigide C-5A		
	0…1000 A (3600 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Incertezza aggiuntiva** 0,5…100 A: ≤ (1,5% + 1 A) 100…800 A: ≤ 2,5% 800…1000 A AC: ≤ 4% 800…1400 A DC: ≤ 4%
	Pinze rigide C-6A		
	0…10 A (36 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Incertezza aggiuntiva** 0,01…0,1 A: ± (3% + 1 mA) 0,1…1 A: ±2,5% 1…12 A: ±1%
	Pinze rigide C-7A		
	0…100 A (360 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Incertezza aggiuntiva** 0…100 A: ± (0,5% + 0,02 A) (45…65 Hz) 0…100 A: ± (1,0% + 0,04 A) (40…1000 Hz)
Crest factor	1…10 (max. 3,6 per I_{nom}) per I_{RMS} ≥ 1% I_{nom}	0,01	±5%

8.2.5 Misura di frequenza

Frequenza	Portata e condizioni	Risoluzione	Precisione
f	40…70 Hz 15% U_{nom} ≤ U_{RMS} ≤ 120% U_{nom}	0,01 Hz	±0,05 Hz

8.2.6 Misura delle armoniche

Armoniche	Portata e condizioni	Risoluzione	Precisione
Armonica (n)	DC, 1…40, raggruppamento: sottogruppi di armoniche sec. secondo EN 61000-4-7		
U_{RMS} ampiezza	0…200% U_{nom}	0,01% U_{nom}	±0,15% U_{nom} se v.m.<3% U_{nom} ±(5% + 0,1% × n) v.m. se v.m.≥ 3% U_{nom}
I_{RMS} ampiezza	A seconda della pinza utilizzata (vedi specifiche per I_{RMS})	0,01% I_{nom}	±0,5% I_{nom} se v.m.<10% I_{nom} ±(5% + 0,1% × n) v.m. se v.m.≥ 10% I_{nom}
Tensione THD-F (n = 2…40)	0,0…100,0% per U_{RMS} ≥ 1% U_{nom}	0,1%	±5%
Corrente THD-F (n = 2…40)	0,0…100,0% per I_{RMS} ≥ 1% I_{nom}	0,1%	±5%

8.2.7 Sbilanciamento

Sbilanciamento (tensione e corrente)	Portata e condizioni	Risoluzione	Precisione
Fattore di sbilanciamento per sequenza positiva, negativa e zero	0,0% … 10,0% per 80% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 150% U_{nom}	0,1%	±0,15% (errore assoluto)

8.2.8 Misura di Potenza ed energia

Potenza ed energia	Condizioni (per potenza ed energia 80% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 120% U_{nom})		Risoluzione	Precisione
Potenza attiva Energia attiva	2% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 5% I_{nom}	cosφ = 1	A seconda di U_{nom} e I_{nom}	$\pm\sqrt{2{,}5^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} ≤ I_{nom}	cosφ = 1		$\pm\sqrt{2{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 10% I_{nom}	cosφ = 0,5		$\pm\sqrt{2{,}5^2+\delta_{ph}^2}$ %
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} ≤ I_{nom}	cosφ = 0,5		$\pm\sqrt{2{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
Potenza reattiva Energia reattiva	2% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 5% I_{nom}	sinφ = 1	A seconda di U_{nom} e I_{nom}	$\pm\sqrt{4{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}	sinφ = 1		$\pm\sqrt{3{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 10% I_{nom}	sinφ = 0,5		$\pm\sqrt{4{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}	sinφ = 0,5		$\pm\sqrt{3{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}	sinφ = 0,25		$\pm\sqrt{4{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
Potenza apparente Energia apparente	2% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 5% I_{nom}		A seconda di U_{nom} e I_{nom}	±2,5%
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} ≤ I_{nom}			±2,0%
Fattore di potenza (PF)	0…1 50% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 150% U_{nom} 10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}		0,01	±0,03
cosφ/ DPF	0…1 50% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 150% U_{nom} 10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}		0,01	±0,03

8.3 Altri dati tecnici

a) Tipo di isolamento in accordo con EN 61010-1 e IEC 61557 ..... double
b) Categoria di misura in accordo con EN 61010-2-030... IV 300 V, III 500 V, MPI-540-PV II 1000 V DC
c) Grado di protezione in accordo con EN 60529 ..... IP51 (terminals sealed with silicone stopper)
d) Alimentazione dello strumento..... Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah 37,7 Wh
e) Parametri dell'alimentatore AC per la carica delle batterie..... 12 V DC / 2,5 A
..... 100 V…240 V, 50 Hz…60 Hz (power grid)
f) Dimensioni .....288 mm x 223 mm x 75 mm
g) Peso dello strumento, batterie incluse ..... approx. 2,5 kg
h) Temperatura di conservazione ..... -20°C…+60°C
i) Temperatura operativa ..... 0°C…+45°C
j) Campo di temperatura idoneo alla carica iniziale delle batterie ..... +10°C…+40°C
k) Temperature fuori dalle quali la carica viene interrotta.....<+5 °C and ≥ +50°C
l) Umidità .....20%…90%
m) Temperatura di riferimento .....+23°C ± 2°C
n) Umidità di riferimento .....40%…60%
o) Altitudine (sul livello del mare).....<2000 m
p) Tempo per Auto-Spegnimento (Auto-OFF).....2 min, 5 min or disabled
q) Quantità di prove di Z o RCD (con batterie ricaricabili) .....>3000 (6 measurements per minute)
r) Quantità di prove di RISO o R (con batterie ricaricabili).....>1000
s) Durata della registrazione (con batterie ricaricabili) ..... 16 h
t) Display ..... color LCD TFT with polytouch,
..... 800 x 480 pixels,
..... diagonal 7"
u) Capacità della memoria..... unlimited
v) Memoria per la registrazione ..... unlimited
w) Metodo di trasmissione dati..... USB
x) Sistema qualità ..... sviluppo progettazione e produzione secondo ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
y) Strumento conforme a .....IEC 61557
z) Strumento conforme ai requisiti EMC (resistenza per ambienti industriali) in accordo con
.....EN 61326-1 e EN 61326-2-2

Dichiarazione di conformità EN 55022

MPI-540 / MPI-540-PV sono prodotti di classe A. In un ambiente domestico questo strumento può causare interferenze radio; in tal caso all'operatore potrebbe essere richiesto di prendere misure adeguate (ad es. aumentare la distanza tra i dispositivi coinvolti).

9 Accessori

Questa lista degli accessori è consultabile sul sito web del fabbricante.

9.1 Accessori in dotazione

La dotazione standard prevede:

Nome	MPI-540 Start	MPI-540	MPI-540-PV Start	MPI-540-PV
• strumento MPI-540 / 540-PV	√	√	√	√
• adattatore WS-03 con pulsante START e spina UNI-SCHUKO – **WAADAWS03**	√	√	√	√
• cavo da 1,2 m (CAT III 1000 V) con terminale a banana, giallo – **WAPRZ1X2YEBB**	√	√	√	√
• cavo da 1,2 m (CAT III 1000 V) con terminale a banana, rosso – **WAPRZ1X2REBB**	√	√	√	√
• cavo da 1,2 m (CAT III 1000 V) con terminale a banana, blu – **WAPRZ1X2BUBB**	√	√	√	√
• cavo da 1,2 m (CAT III 1000 V) con terminale a banana, nero con marcatore – **WAPRZ1X2BLBBN**	√	√	√	√
• cavo di prova su avvolgicavo (con terminale a banana), 15 m blu – **WAPRZ015BUBBSZ**	√	√	√	√
• cavo di prova su avvolgicavo (con terminale a banana), 30 m rosso – **WAPRZ030REBBSZ**	√	√	√	√
• cavo USB – **WAPRZUSB**	√	√	√	√
• terminale a coccodrillo con innesto a banana 1 kV 20 A (CAT III 1000 V) giallo K02 – **WAKROYE20K02**	√	√	√	√
• terminale a coccodrillo con innesto a banana 1 kV 20 A (CAT III 1000 V) rosso K02 – **WAKRORE20K02**	√	√	√	√
• terminale a coccodrillo con innesto a banana 1 kV 20 A (CAT III 1000 V) blu K02 – **WAKROBU20K02**	√	√	√	√
• terminale a coccodrillo con innesto a banana 1 kV 20 A (CAT III 1000 V) nero K01 – **WAKROBL20K01**	√	√	√	√
• terminale a puntale con innesto a banana (CAT III 1000 V) giallo – **WASONYEOGB1**	√	√	√	√
• terminale a puntale con innesto a banana (CAT III 1000 V) rosso – **WASONREOGB1**	√	√	√	√
• terminale a puntale con innesto a banana (CAT III 1000 V) blu – **WASONBUOGB1**	√	√	√	√
• 2x picchetti per la misura di terra, 30 cm – **WASONG30**	√	√	√	√
• adattatore con filettatura M4/M6 – set di 4 pezzi – **WAADAM4M64**	√	√	√	√

Nome	MPI-540 Start	MPI-540	MPI-540-PV Start	MPI-540-PV
• alimentatore Z7 – **WAZASZ7**	√	√	√	√
• cavo di rete (spina IEC C13, 230 V) – **WAPRZLAD230**	√	√	√	√
• cavo per ricarica batterie da accendisigari auto (12 V) – **WAPRZLAD12SAM**	√	√	√	√
• custodia L2 – **WAFUTL2**	√	√	√	√
• cinghia di supporto L2 (lunga 1,5 m e corta 30 cm) – **WAPOZSZEKPL**	√	√	√	√
• batteria Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah – **WAAKU15**	√	√	√	√
• microSD card 4 GB – **WAPOZMSD4**	√	√	√	√
• 3x sensori flessibili F-3A, corrente fino a 3kA AC (Ø 120 mm) – **WACEGF3AOKR**		√		√
• adattatore PVM-1 – **WAADAPVM1**			√	√
• pinza C-PV – **WACEGCPVOKR**			√	√
• set di adattatori con connettore MC4-banana – **WAADAMC4**			√	√
• adattatore per pinza C-PV – **WAADACPV**			√	√
• custodia per gli accessori per misure PV – **WAFUTM13**			√	√
• manual d'uso	√	√	√	√
• certificato di calibrazione di fabbrica	√	√	√	√

NOTE

MESSAGGI DURANTE LE MISURE

ATTENZIONE!

Lo strumento è progettato per operare a tensioni nominali fase-neutro di 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V e 240 V e tensioni fase-fase di 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V, 415 V.
La connessione a tensioni superiori rispetto a quelle consentite può danneggiare lo strumento e causare un pericolo per l'operatore.

Misura di Z_S	
L-N!	La tensione U_{L-N} non è corretta per effettuare una misura.
L-PE!	La tensione U_{L-PE} non è corretta per effettuare una misura.
N-PE!	La tensione U_{N-PE} oltrepassa il valore limite di 50 V.
L ⇔ N	Una fase è collegata al terminale N anziché al terminale L (ad esempio, scambio dei terminali L e N su una presa di rete).
TEMPERATURE!	È stata superata la temperatura massima ammessa dallo strumento.
f!	La frequenza di rete è fuori dal campo di misura 45…65 Hz.
ERROR!	Errore di misura. Impossibile visualizzare il risultato corretto.
Loop circuit malfunction!	Lo strumento deve essere sottoposto ad assistenza.
U>500V! e segnalazione acustica continua	Sui terminali di prova è presente una tensione superiore a 500 V, anche prima di avviare la misura.
VOLTAGE!	La tensione sull'oggetto da testare non rientra nei limiti specificati per la tensione nominale U_n della rete in esame.
LIMIT!	Valore della corrente di cortocircuito presunta Ik troppo basso rispetto al fusibile ed al tempo di intervento configurati.
Misura di R_E	
VOLTAGE!	Tensione troppo alta ai capi dei terminali di misura.
H!	Circuito della sonda di prova interrotto.
S!	Circuito della sonda di tensione interrotto.
R_E>1.99 kΩ	Portata di misura oltrepassata.
NOISE!	Il rapporto segnale/rumore è troppo basso (segnale di disturbo troppo elevato).
LIMIT!	L'incertezza di misura RE dovuta alla resistenza sui picchetti/elettrodi e superiore al 30%. (Per il calcolo dell'incertezza, vengono presi in considerazione i valori misurati).
	Circuito di misura interrotto oppure resistenza delle sonde di prova superiore a 60 kΩ.
Misura di RCD	
U_B>U_L!	La tensione di contatto U_L supera il valore limite di soglia.
!	Visualizzato sul lato destro del risultato indica un difetto funzionale del dispositivo RCD.
PE! e segnalazione acustica continua	La tensione tra l'elettrodo di contatto e il conduttore PE supera il valore limite consentito di U_L.
Misura di R_{ISO}	
e segnalazione acustica continua	Rilevata tensione sui terminali dello strumento. Non è possibile effettuare la misura.
NOISE!	È presente una tensione di disturbo sull'oggetto in esame. È possibile proseguire nella misura ma il risultato potrebbe essere includere errori di misura aggiuntivi.
LIMIT!	Il limite di corrente è intervenuto. Il simbolo visualizzato durante la misura è accompagnato da una segnalazione acustica continua. Se l'indicazione viene visualizzata dopo la misura, significa che il risultato è stato ottenuto durante il funzionamento con corrente limitata (ad esempio con l'oggetto in prova in corto-circuito).

SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia

+48 74 858 38 60
+48 74 858 38 00
fax +48 74 858 38 09

e-mail: export@sonel.pl
Sito web: www.sonel.pl