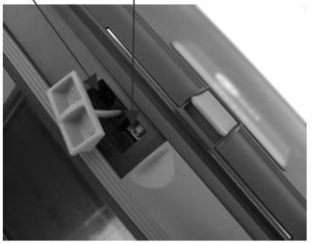
MANUALE D'USO

MISURATORE DELLA RESISTENZA DI TERRA

MRU-120

MRU-120



Presa del caricabatterie e USB sotto panello scorrevole

Presa della pinza di misura

Prese di misura

Accensione e spegnimento dell'alimentazione del misuratore

Attivazione della procedura di misurazione

Conferma della selezione

Ritorno alla schermata precedente, uscita dalla funzione

Spostamento/ selezione: destra/sinistra su/giù

Selezione di impostazioni aggiuntive del misuratore

Accensione e spegnimento della retroilluminazione del display

SELETTORE ROTATIVO DELLE FUNZIONI

Selezione della funzione di misura:

- **2P** - misura della resistenza dei conduttori di terra e conduttori equipotenziali
- **3P** - misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli
- **4P** - misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili
- **3P** - misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli con pinza supplementare
- **** - misura della resistenza di terra con metodo a due pinze
- **ρ** - misura della resistività del suolo
- **MEM** - visualizzazione e cancellazione della memoria e trasmissione dei dati

Pulsanti operativi del display - corrispondono ai singoli campi nella parte inferiore del display

Gancio per fissaggio delle cinghie

MANUALE D'USO

MISURATORE
DELLA RESISTENZA DI TERRA
MRU-120

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

Versione 2.10 28.03.2022

Il misuratore MRU-120 è un dispositivo di misurazione moderno e di alta qualità, facile e sicuro da usare. Tuttavia, la lettura di questo manuale aiuterà ad evitare errori di misurazione e a prevenire possibili problemi durante l'utilizzo dello strumento.

CONTENUTO

1 Sicurezza 5

2 Menu 6

2.1 Impostazioni delle misurazioni 6

2.1.1 Frequenza della rete 7

2.1.2 Taratura della pinza di misura C-3 7

2.1.3 Impostazioni della resistività del suolo 9

2.2 Impostazioni del misuratore 9

2.2.1 Contrasto LCD 9

2.2.2 Impostazioni di AUTO-OFF 10

2.2.3 Impostazioni della visualizzazione 10

2.2.4 Data e ora 10

2.2.5 Scarica delle batterie 11

2.2.6 Aggiornamento del SW 11

2.3 Selezione della lingua 11

2.4 Informazioni sul produttore 11

3 Misurazioni 12

3.1 Misurazione della resistenza dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali (2P) 12

3.2 Taratura dei cavi di misura 13

3.2.1 Attivazione dell'azzeramento automatico 13

3.2.2 Disattivazione dell'azzeramento automatico 14

3.3 Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli (R_E3P) 15

3.4 Misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili (R_E4P) 18

3.5 Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli e con pinza supplementare (R_E3P+C) 21

3.6 Misura della resistenza di terra con metodo a due pinze (2C) 24

3.7 Misura della resistività del suolo (ρ) 26

4 Memoria 29

4.1 Inserimento dei risultati nella memoria 29

4.2 Cancellazione della memoria 30

4.3 Visualizzazione dei dati in memoria 31

5 Trasmissione dati 32

5.1 Pacchetto di attrezzature informatiche 32

5.2 Trasmissione dei dati tramite connessione USB 32

6 Alimentazione dello strumento 32

6.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione 32

6.2 Sostituzione delle batterie ricaricabili 33

6.3 Sostituzione dei fusibili 34

6.4 Ricarica delle batterie 34

6.5 Scarica delle batterie 35

6.6 Regole generali sull'uso delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (Ni-MH). 36

7 Pulizia e manutenzione 37

8 Conservazione 37

9 Demolizione e smaltimento 37

10 Dati tecnici 38

10.1 Dati generali 38

10.2 Dati ulteriori 40

10.2.1 Effetto della tensione di interferenza seriale sulla misura della resistenza per la funzione R_E3P, R_E4P, R_E3P+C 40

10.2.2 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione ρ 40

10.2.3 Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura della resistenza di terra per la funzione R_E3P, R_E4P, R_E3P+C 40

10.2.4 Effetto degli elettrodi ausiliari sulle misure della resistenza di terra per funzioni ρ 40

10.2.5 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con metodo R_E3P+C 41

10.2.6 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con metodo a 2 pinze (2C) 41

10.2.7 Effetto del rapporto tra la resistenza misurata dalla pinza del ramo della terra multipla e la resistenza risultante (R_E3P+C) 41

10.2.8 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-4 (2P) 41

10.2.9 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-5 (R_E3P, R_E4P, R_E3P+C) 42

11 Accessori 42

11.1 Accessori standard 42

11.2 Accessori opzionali 43

12 Posizioni del coperchio del misuratore 44

13 Fabbricante 44

1 Sicurezza

Lo strumento MRU-120 è utilizzato per eseguire misure i cui risultati determinano lo stato di sicurezza dell'impianto. Pertanto, per garantire il buon funzionamento e la correttezza dei risultati ottenuti, si devono osservare le seguenti raccomandazioni:

- **Prima di procedere con l'utilizzo dello strumento, leggere attentamente il presente manuale e seguire le norme di sicurezza e le raccomandazioni del produttore, in particolare quelle relative agli accessori.**
- Il misuratore MRU-120 è progettato per misurare la resistenza di terra e i collegamenti di protezione ed equipotenziali, come anche la resistività del suolo. Qualsiasi uso diverso da quelli specificati in questo manuale può provocare danni allo strumento e costituire una fonte di grave pericolo per l'utente.
- L'apparecchio deve essere utilizzato solo da persone qualificate, in possesso delle autorizzazioni richieste per eseguire misurazioni su impianti elettrici. L'utilizzo dello strumento da parte di persone non autorizzate può provocare danni al dispositivo e costituire una fonte di grave pericolo per l'utente.
- L'uso di questo manuale non esclude la necessità di rispettare le norme di salute e sicurezza sul lavoro e le altre norme di protezione antincendio applicabili richieste per l'esecuzione di un particolare tipo di lavoro. Prima di procedere con i lavori utilizzando il dispositivo in condizioni speciali, ad esempio in atmosfera esplosiva o infiammabile, è necessario consultare il responsabile della sicurezza e dell'igiene sul lavoro.
- È vietato usare:
  - ⇒ il misuratore danneggiato, completamente o parzialmente fuori servizio,
  - ⇒ i cavi con isolamento danneggiato,
  - ⇒ il misuratore conservato per un periodo di tempo eccessivo in condizioni inadatte (per esempio, umido). **Dopo aver spostato lo strumento da un ambiente freddo a uno caldo con alta umidità, non eseguire misurazioni finché lo strumento non si riscalda alla temperatura ambiente (circa 30 minuti).**
- Prima di iniziare la misurazione, controllare che i cavi siano collegati alle prese di misurazione appropriate.
- Non utilizzare il dispositivo con il coperchio delle pile (batterie ricaricabili) non chiuso bene o aperto, o utilizzare le fonti di energia diverse da quelle specificate in questo manuale.
- Gli ingressi del misuratore sono protetti elettronicamente contro il sovraccarico, ad es. a causa di una connessione accidentale alla rete elettrica:
  - per tutte le combinazioni di ingressi - fino a 276 V per 30 secondi.
- Le riparazioni possono essere effettuate solo da un centro di assistenza autorizzato.
- Lo strumento è conforme alle norme EN 61010-1 e EN 61557-1, -4, -5.

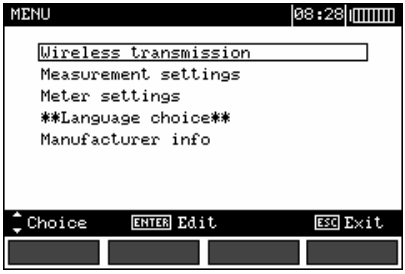
Nota:
Il produttore si riserva il diritto di apportare modifiche all'aspetto, alle attrezzature e ai dati tecnici del misuratore.

2 Menu

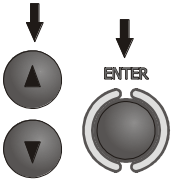
Il menu è disponibile in qualsiasi posizione dell'interruttore rotativo.

1

Premi il tasto **MENU**.



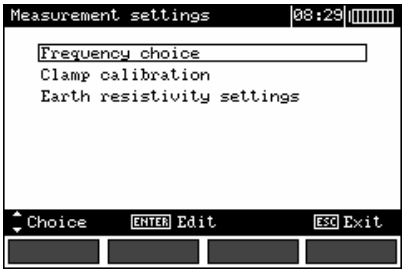
2



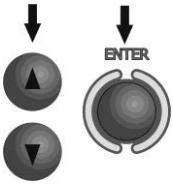
Con i tasti ▲, ▼ seleziona la posizione desiderata. Con il tasto **ENTER** accedi alla voce selezionata.

2.1 Impostazioni delle misurazioni

1



2

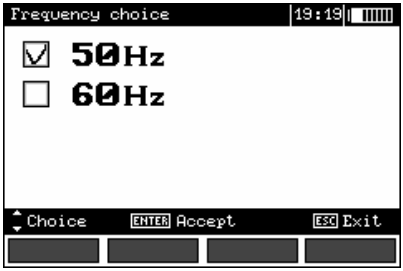


Con i tasti ▲, ▼ seleziona l'opzione desiderata. Con il tasto **ENTER** accedi alla posizione selezionata.

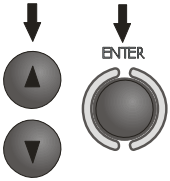
2.1.1 Frequenza della rete

Determinare la frequenza della rete che rappresenta la fonte di potenziali interferenze, è necessario per selezionare la frequenza appropriata del segnale di misura. Il misuratore è progettato per filtrare le interferenze provenienti da reti da 50 Hz e 60 Hz. Solo una misurazione con la frequenza opportunamente selezionata del segnale di misurazione può garantire un filtraggio ottimale delle interferenze.

1



2



Seleziona la frequenza con i tasti ▲, ▼. Conferma con il tasto **ENTER**.

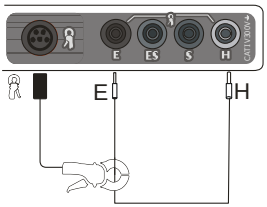
2.1.2 Taratura della pinza di misura C-3

La pinza acquistata per il misuratore in possesso deve essere calibrata prima del suo primo utilizzo. Può essere calibrata periodicamente per evitare gli effetti dell'invecchiamento che potrebbe incidere sulla precisione della misurazione. La procedura deve essere eseguita anche dopo la sostituzione della pinza.

1

Dopo aver letto l'informazione introduttiva.
premi il tasto **ENTER**.

2 Esegui le istruzioni visualizzate sulla schermata.



3 Dopo la calibrazione avvenuta con successo, apparirà la seguente schermata.

Il misuratore ha determinato il coefficiente di correzione per la pinza collegata. Il coefficiente viene salvato anche dopo lo spegnimento del misuratore fino alla prossima calibrazione riuscita delle pinze.

Nota:

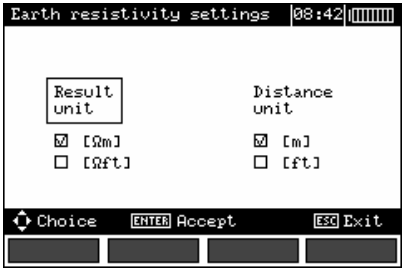
- Assicurarsi che il filo passi in posizione centrale attraverso la pinza.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

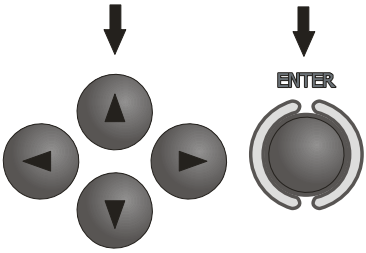
Messaggio	Causa	Modo di procedere
ERRORE: PINZA D MISURA NON COLLEGATA ALLO STRUMENTO O NON COLLEGATA AL CAVO TRA I TERMINALI H ED E. CALIBRAZIONE INTERROTTA. PREMI ENTER	Pinza non collegata	Controlla che la pinza sia collegata allo strumento o che sia agganciata al cavo dove lo strumento forza il flusso di corrente.
ERRORE: CAVO NON COLLEGATO AI TERMINALI H ED E. CALIBRAZIONE INTERROTTA. PREMI ENTER	Nessun cavo	Controlla i collegamenti.
ERRORE: COEFFICIENTE DI CALIBRAZIONE FUORI INTERVALLO. CALIBRAZIONE INTERROTTA. PREMI ENTER	Coefficiente di calibrazione errato	Controlla la qualità dei collegamenti e/o sostituisci la pinza

2.1.3 Impostazioni della resistività del suolo

1



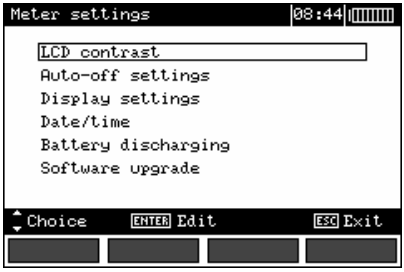
2



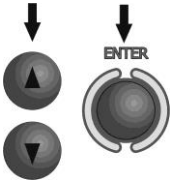
Usa i pulsanti ▲ ▼ ◀ ▶ per selezionare l'unità di risultato e di distanza. Conferma con il tasto **ENTER**.

2.2 Impostazioni del misuratore

1



2



Con i tasti ▲, ▼ seleziona la posizione desiderata. Conferma con il tasto **ENTER**.

2.2.1 Contrasto LCD

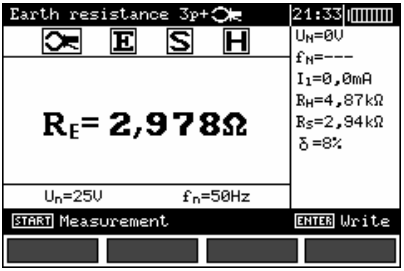
Imposta il valore del contrasto con i pulsanti ▲ e ▼; premi **ENTER** per confermare.

2.2.2 Impostazioni di AUTO-OFF

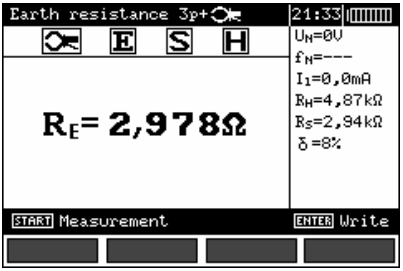
L'impostazione determina il tempo fino allo spegnimento automatico dello strumento quando non viene utilizzato. Usa i tasti ▲ e ▼ per impostare l'ora o l'assenza di AUTO-OFF, premi il tasto **ENTER**.

2.2.3 Impostazioni della visualizzazione

L'impostazione permette di attivare o disattivare la visualizzazione della barra delle impostazioni. Usa i tasti ▲ e ▼ per impostare la visibilità o l'assenza della barra di impostazione (parametri di misurazione), premi il tasto **ENTER**.



Barra visibile

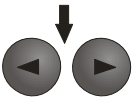


Barra nascosta

2.2.4 Data e ora

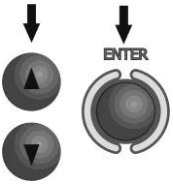
1

2



Usa i tasti ◀, ▶ per impostare il valore da modificare (giorno, mese, anno, ora, minuto).

3



Con i tasti ▲, ▼ seleziona la posizione desiderata. Conferma con il tasto **ENTER**.

2.2.5 Scarica delle batterie

Procedura descritta in dettaglio nella sezione 6.4

2.2.6 Aggiornamento del SW

ATTENZIONE!
Carica le batterie prima della programmazione.
Non spegnere lo strumento e non scollegare il cavo di trasmissione quando la programmazione è in corso.

Prima di procedere all'aggiornamento del software, scarica il software per programmare il misuratore dal sito web del produttore (www.sonel.pl) installarlo sul computer e collegare il misuratore al computer.

Dopo aver selezionato la voce **Aggiornamento del software** dal MENU, segui le istruzioni visualizzate dal software stesso.

2.3 Selezione della lingua

- Usando i tasti ▲ e ▼ imposta ****Selezione della lingua***, nel MENU principale, premi il tasto **ENTER**.
- Con i tasti ▲ e ▼ seleziona la lingua richiesta e premi **ENTER** per confermare.

2.4 Informazioni sul produttore

Usa i tasti ▲ e ▼ per impostare nel MENU principale **Informazioni sul produttore**, premi il tasto **ENTER**.

3 Misurazioni

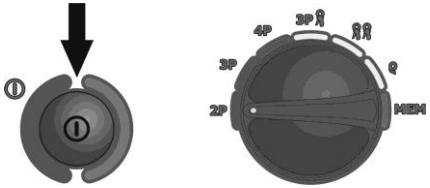
Attenzione:

Nel corso della misurazione viene visualizzata una barra di avanzamento.

3.1 Misurazione della resistenza dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali (2P)

Nota:
La misura soddisfa i requisiti della norma EN 61557-4 (U<24 V, I>200 mA per R≤10 Ω).

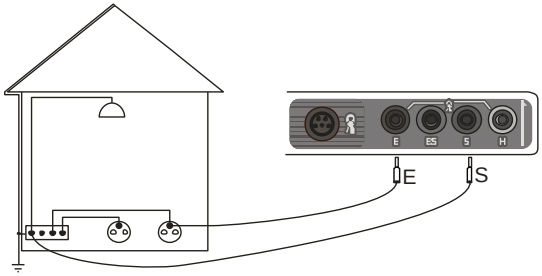
1

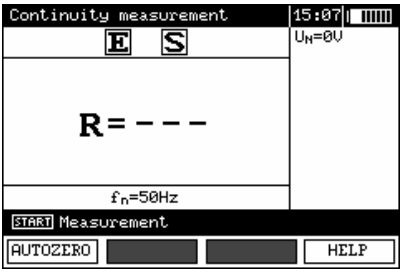


Accendi il misuratore.
Selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **2P**.

2

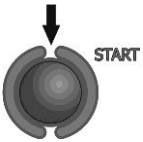
Collega i terminali **S** e **E** con cavi all'oggetto misurato.





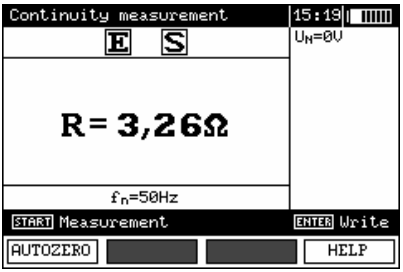
Lo strumento è pronto per la misura.
Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo.
La barra di impostazione mostra la frequenza di rete impostata nel MENU.

3



Premi il pulsante **START** per avviare la misurazione.

4



Leggi il risultato.

Il risultato rimane sullo schermo per 20 secondi. Può essere richiamato usando il comando **ENTER**.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

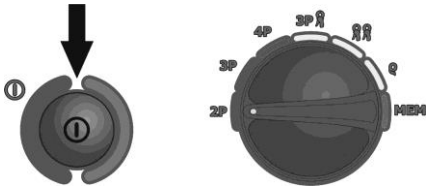
R>20,0kΩ	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

3.2 Taratura dei cavi di misura

Per eliminare l'influenza della resistenza dei cavi di misura sul risultato della misurazione, si può effettuare la sua compensazione (azzeramento automatico). A tal fine la funzione di misurazione **2P** ha una sottofunzione **AUTOZERO**.

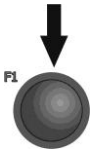
3.2.1 Attivazione dell'azzeramento automatico

1



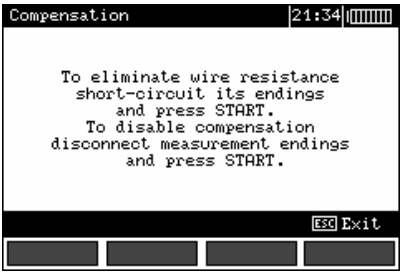
Accendi il misuratore.
Selettore rotativo per la selezione della funzione in posizione **2P**.

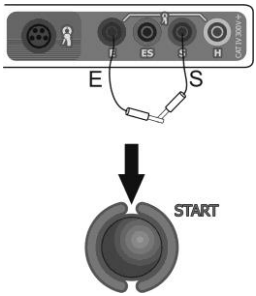
2



Premi il tasto **F1**.

3



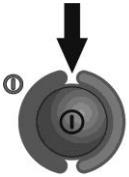


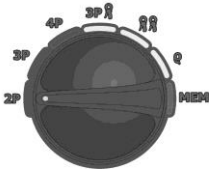
4 Dopo che l'azzeramento automatico è stato completato, appare la seguente schermata:

L'avvenuto azzeramento automatico è indicato dal messaggio **AUTOZERO** sul lato destro dello schermo.

3.2.2 Disattivazione dell'azzeramento automatico

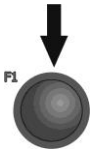
1





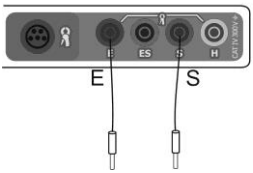
Accendi il misuratore.
Selettore rotativo per la selezione della funzione in posizione **2P**.

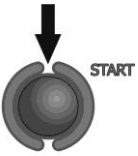
2



Premi il tasto **F1**.

3 Allarga i cavi di misura. Premi il tasto **START**.





Quando l'eliminazione dell'azzeramento automatico è completa, lo schermo non mostrerà il messaggio **AUTOZERO**.

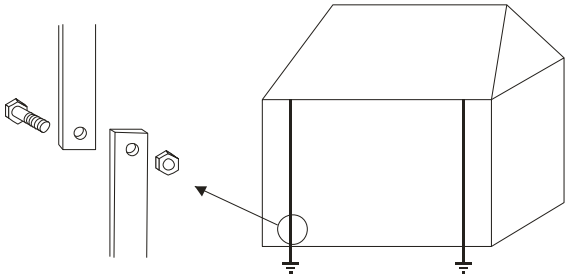
Nota:

- È sufficiente eseguire la compensazione una volta per i rispettivi cavi di misura. Viene memorizzata anche dopo lo spegnimento dello strumento.

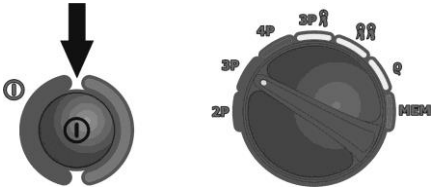
3.3 Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli (R_E3P)

Il tipo base per la misurazione della resistenza di terra è la misurazione con il metodo a tre poli.

1 Scollega il dispersore in esame dall'impianto dell'oggetto.

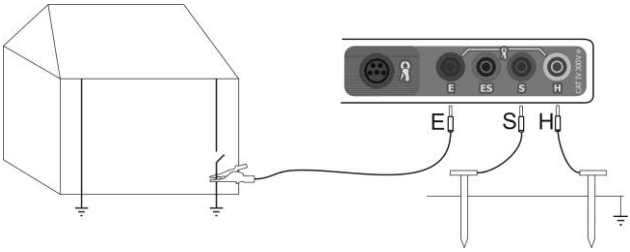


2



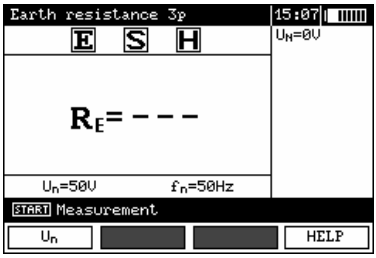
Accendi il misuratore.
Selettore rotativo per la selezione
della funzione in posizione **3P**.

3



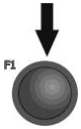
Collega l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa **H** del misuratore,
Collega l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa **S** del misuratore,
Collega il dispersore testato con un filo alla presa **E** del misuratore,
Il dispersore testato e gli elettrodi di corrente e di tensione devono essere collocati in una linea.

4

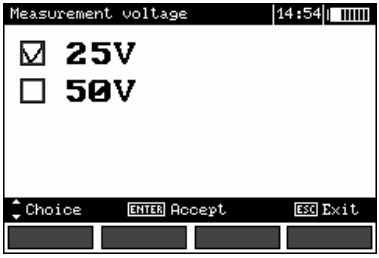


Lo strumento è pronto per la misura.
Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo.
La barra di impostazione mostra la frequenza di rete impostata nel MENU.

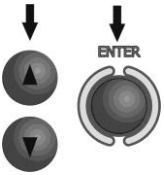
5



Per cambiare la tensione di misurazione, premi il pulsante **F1**.

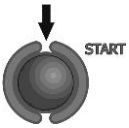


6



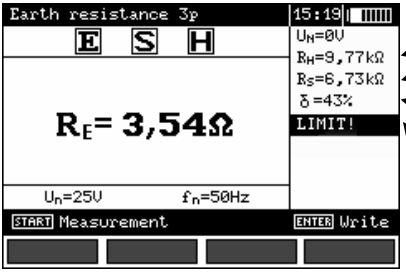
Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la tensione di misura; premi il tasto **ENTER** per confermare.

7



Premi il tasto **START** per avviare la misurazione.

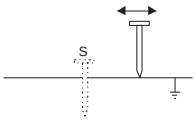
8



Leggi il risultato.
Resistenza dell'elettrodo di corrente
Resistenza dell'elettrodo di tensione
Valore dell'incertezza aggiuntiva causata dalla resistenza degli elettrodi
Visualizzate quando δ>30%

Il risultato rimane sullo schermo per 20 secondi.
Può essere richiamato premendo il tasto **ENTER**.

9



Ripeti le misure (punti 3, 7 e 8) spostando l'elettrodo di tensione S di diversi metri: allontanandolo e avvicinandolo al dispersore da misurare.
Se i risultati delle misurazioni R_E differiscono tra di loro di più del 3%, allora si deve aumentare notevolmente la distanza dell'elettrodo di corrente dal dispersore misurato e ripetere le misurazioni.

Nota:

⚠

È possibile misurare la resistenza di terra se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100 V. Il misuratore non deve essere collegato a tensioni superiori a 100 V.

- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura - il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.

- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore R_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza di terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito, e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è conficcato nel terreno, conficcarlo di nuovo in un punto diverso o usando un elettrodo di 80 cm. Devono essere controllati anche i cavi di misura - che non sia danneggiato l'isolamento e che i contatti: cavo - spina a banana - elettrodo non siano corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.

- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: "**Resistenze degli elettrodi R_H e R_S superiori a 19,9 kΩ! Misurazione impossibile!**".

- La calibrazione effettuata dal produttore non tiene conto della resistenza dei cavi di misura. Il risultato visualizzato dal misuratore è una somma della resistenza dell'oggetto misurato e della resistenza dei cavi. Ciò non si applica ai misuratori a decorrere dal numero. 77, in cui la calibrazione di fabbrica tiene conto della resistenza del cavo di 2,2 m.

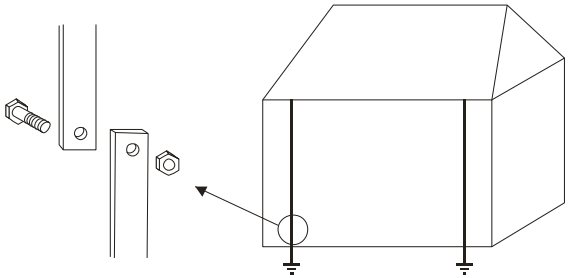
Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

R_E>20,0kΩ	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza degli elettrodi > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande; il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

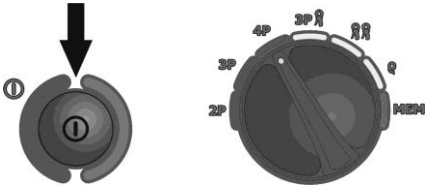
3.4 Misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili (R_E4P)

Si raccomanda di utilizzare il metodo a 4 fili con la misura della resistenza di terra con valori molto piccoli. Ciò permette di eliminare l'influenza della resistenza dei cavi di misura sul risultato della misurazione. Per determinare la resistività del suolo si raccomanda di utilizzare una funzione dedicata a questa misura (sezione 3.9).

1 Scollega il dispersore in esame dall'impianto dell'oggetto.

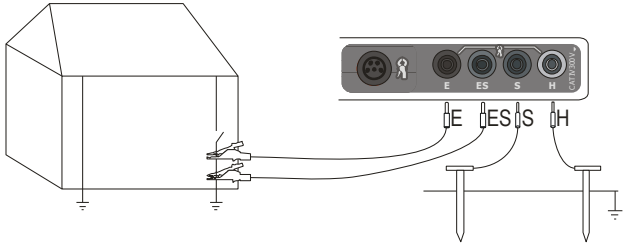


2



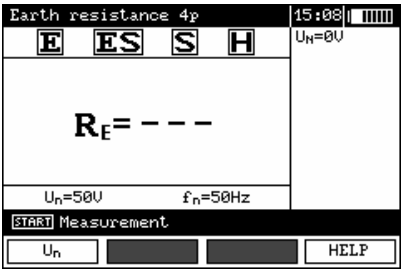
Accendi il misuratore.
Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **4P** .

3



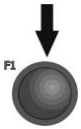
Collega l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa **H** del misuratore,
Collega l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa **S** del misuratore,
Collega il dispersore testato con un filo alla presa **E** del misuratore,
Collega la presa **ES** al dispersore testato a monte del cavo **E**.
Il dispersore testato e gli elettrodi di corrente e di tensione devono essere collocati in una linea.

4

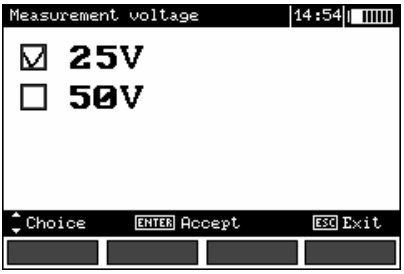


Lo strumento è pronto per la misura. Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo.
La barra di impostazione mostra la frequenza di rete impostata nel MENU.

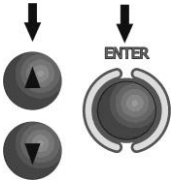
5



Per cambiare la tensione di misurazione, premi il pulsante **F1**.

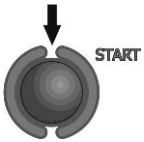


6



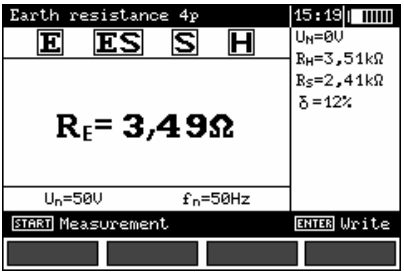
Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la tensione di misura; premi il tasto **ENTER** per confermare.

7



Premi il tasto **START** per avviare la misurazione.

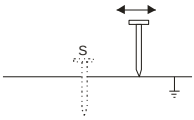
8



Leggi il risultato.
Resistenza dell'elettrodo di corrente
Resistenza dell'elettrodo di tensione
.Valore dell'incertezza aggiuntiva causata dalla resistenza degli elettrodi

Il risultato rimane sullo schermo per 20 secondi.
Può essere richiamato premendo il tasto **ENTER**.

9



Ripeti le misure (punti 3, 7, 8) spostando l'elettrodo di tensione di qualche metro: allontanando e avvicinandolo dal dispersore misurato.
Se i risultati delle misurazioni R_E differiscono tra di loro di più del 3%, allora si deve aumentare notevolmente la distanza dell'elettrodo di corrente dal dispersore misurato e ripetere le misurazioni.

Nota:

⚠
È possibile misurare la resistenza di terra se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100 V. Il misuratore non deve essere collegato a tensioni superiori a 100 V.

- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura - il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.

- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore R_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza di terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito, e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è conficcato nel terreno, conficcarlo di nuovo in un punto diverso o usando un elettrodo di 80 cm. Devono essere controllati anche i cavi di misura - che non sia danneggiato l'isolamento e i che contatti: cavo - spina a banana - elettrodo non siano corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.

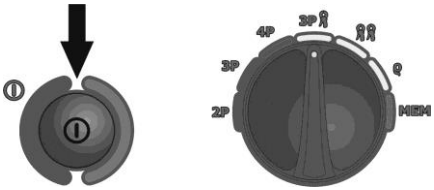
- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: "**Resistenze degli elettrodi R_H e R_S superiori a 19,9 kΩ! Misurazione impossibile!**".

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

R_E>20,0kΩ	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo 🔊	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza degli elettrodi > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande; il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

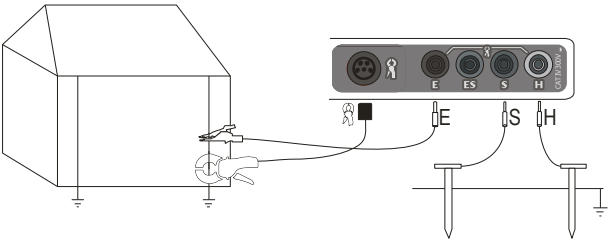
3.5 Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli e con pinza supplementare (R_E3P+C)

1

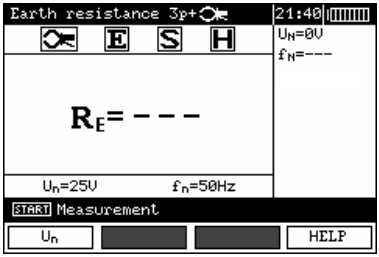


Accendi il misuratore.
Selettore rotativo per la selezione della funzione in posizione **3P** .

2

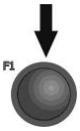


Collega l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa **H** del misuratore,
Collega l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa **S** del misuratore,
Collega il dispersore testato con un filo alla presa **E** del misuratore,
Il dispersore testato e gli elettrodi di corrente e di tensione devono essere collocati in una linea.
Aggancia la pinza al dispersore testato sotto il punto di collegamento del cavo E.

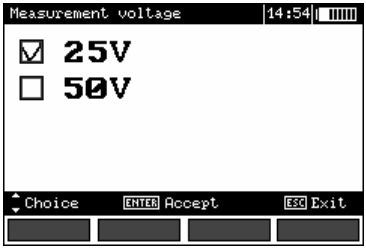


Lo strumento è pronto per la misura.
Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo
La barra di impostazione indica la frequenza di rete impostata in MENU.

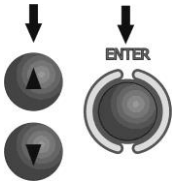
3



Per cambiare la tensione di misurazione, premi il pulsante **F1**.

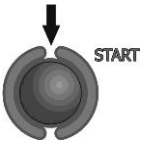


4



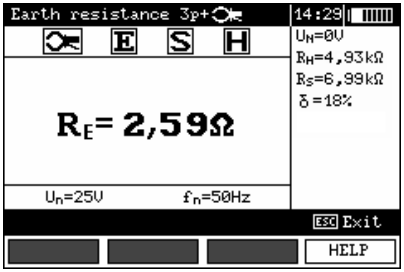
Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la tensione di misura; premi il tasto **ENTER** per confermare.

5



Premi il tasto **START** per avviare la misurazione.

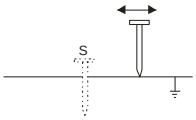
6



Leggi il risultato.
Resistenza dell'elettrodo di corrente
Resistenza dell'elettrodo di tensione
Valore dell'incertezza ulteriore dovuta alla resistenza degli elettrodi.

Il risultato rimane sullo schermo per 20 secondi.
Può essere richiamato premendo il tasto **ENTER**.

7



Ripeti le misure (punti 3, 7, 8) spostando l'elettrodo di tensione di qualche metro: allontanando e avvicinandolo dal dispersore misurato.
Se i risultati delle misurazioni R_E differiscono tra di loro di più del 3%, allora si deve aumentare notevolmente la distanza dell'elettrodo di corrente dal dispersore misurato e ripetere le misurazioni.

Nota:

⚠

È possibile misurare la resistenza di terra se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100 V. Il misuratore non deve essere collegato a tensioni superiori a 100 V.

- La pinza amperometrica non fa parte della dotazione di base del misuratore e deve essere acquistata separatamente.

- La pinza deve essere calibrata prima del suo primo utilizzo Può essere calibrata periodicamente per evitare gli effetti dell'invecchiamento che potrebbe incidere sulla precisione della misurazione. L'opzione di calibrazione della pinza si trova nel **MENU**.

- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura - il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.

- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore R_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza di terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito, e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è conficcato, conficcarlo di nuovo in un punto diverso o usando un elettrodo di 80 cm. Devono essere controllati anche i cavi di misura - che non siano danneggiati l'isolamento e i contatti: cavo - spina a banana - elettrodo non siano corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.

- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: "**Resistenze degli elettrodi R_H e R_S superiori a 19,9 kΩ! Misurazione impossibile!**".

- La calibrazione effettuata dal produttore non tiene conto della resistenza dei cavi di misura. Il risultato visualizzato dal misuratore è una somma della resistenza dell'oggetto misurato e della resistenza dei cavi.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

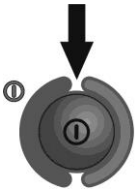
R_E>2kΩ	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande; il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza degli elettrodi > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
I_L>max	Troppa corrente di interferenza, l'errore di misurazione può essere più grande di quello di base.

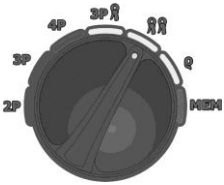
3.6 Misura della resistenza di terra con metodo a due pinze (2C)

La misura a due pinze è usata dove non è possibile usare i picchetti.

> **ATTENZIONE!**
> **Il metodo a due pinze può essere usato solo quando si misurano le terre costituite da connessioni multiple.**

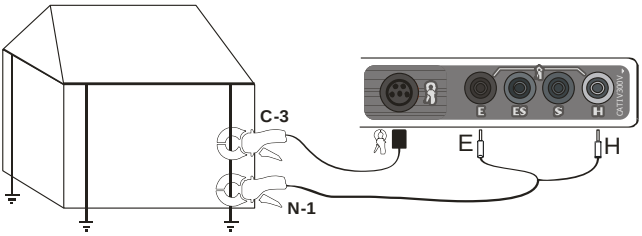
1



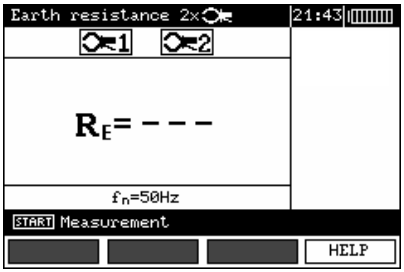


Accendi il misuratore.
Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione .

2

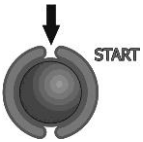


Collega la pinza trasmittente alle prese **H** e **E**, mentre la pinza di prova alla presa della pinza.
Fissa la pinza trasmittente e la pinza di prova al dispersore da testare ad una distanza di almeno 30 cm l'uno dall'altro.



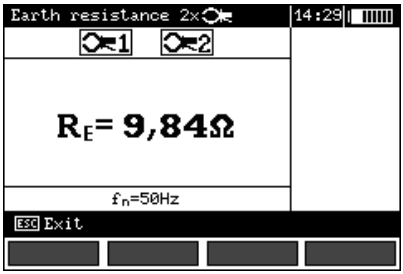
Lo strumento è pronto per la misura.

3



Premi il tasto **START** per avviare la misurazione.

4



Leggi il risultato.

Il risultato rimane sullo schermo per 20 secondi.
Può essere richiamato premendo il tasto **ENTER**.

Nota:

⚠ **Le misure possono essere effettuate in presenza di corrente di interferenza di valore non superiore a 3 A e di frequenza secondo l'impostazione nel MENU.**

- La pinza amperometrica non fa parte della dotazione di base del misuratore e deve essere acquistata separatamente.

- La pinza deve essere calibrata prima del suo primo utilizzo Può essere calibrata periodicamente per evitare gli effetti dell'invecchiamento che potrebbe incidere sulla precisione della misurazione. L'opzione di calibrazione della pinza si trova nel **MENU**.

- Se la corrente delle pinze di prova è troppo bassa, il misuratore visualizza il messaggio: "**La corrente misurata con le pinze è troppo piccola. Misurazione impossibile!**".

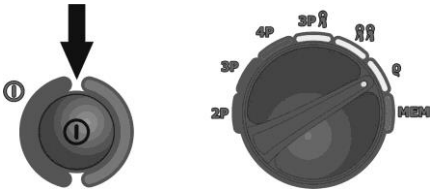
Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

R_E>150Ω	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande; il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

3.7 Misura della resistività del suolo (ρ)

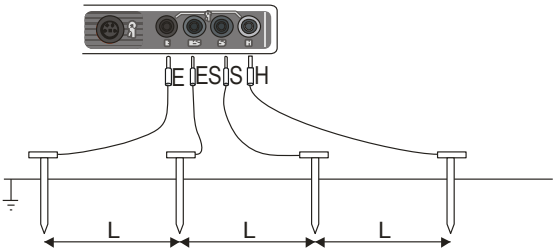
Per le misure di resistività del suolo - utilizzate come preparazione per la progettazione di impianti di messa a terra o in geologia - è prevista una funzione separata, selezionabile con l'interruttore rotativo: misura della resistività del suolo **ρ**. Questa funzione è metrologicamente identica alla misura della resistenza di terra a 4 poli, ma include una procedura aggiuntiva per inserire la distanza tra gli elettrodi. Il risultato della misurazione è il valore di resistività calcolato automaticamente secondo la formula $\rho = 2\pi L R_E$, utilizzata nel metodo del Wenner. Questo metodo presuppone distanze uguali tra gli elettrodi.

1

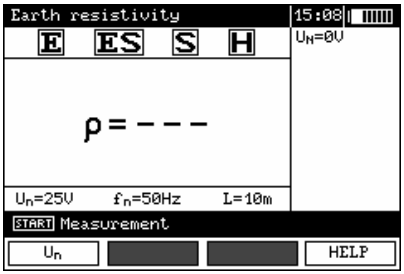


Accendi il misuratore.
Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **ρ**.

2

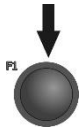


Collega al misuratore 4 elettrodi conficcati nel suolo in linea e a uguale distanza come mostrato sopra.

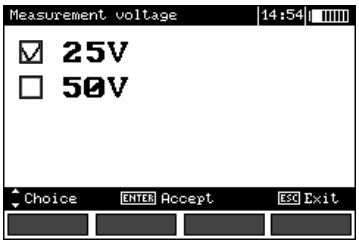


Lo strumento è pronto per la misura.
Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo.
La barra di impostazione mostra:
la tensione di misura,
la frequenza di rete impostata nel **MENU**
e la distanza tra gli elettrodi.

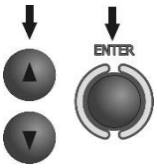
3



Per cambiare la tensione di misurazione, premi il pulsante **F1**.

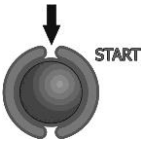


4

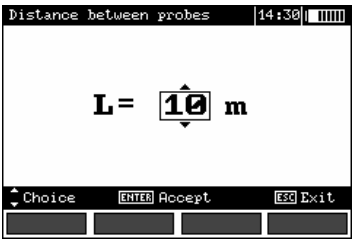


Usare i tasti ▲, ▼ per selezionare la tensione di misura; premere il tasto **ENTER**.

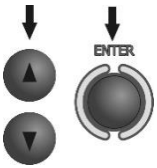
5



Premi il tasto **START** per avviare la misurazione.

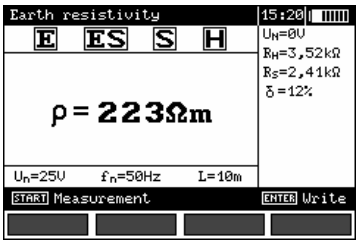


6



Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la distanza tra i picchetti; premi il tasto **ENTER** per avviare la misurazione.

7



Leggi il risultato.
Resistenza dell'elettrodo di corrente
Resistenza dell'elettrodo di tensione
Valore dell'incertezza ulteriore dovuta alla resistenza degli elettrodi

Il risultato rimane sullo schermo per 20 secondi.
Può essere richiamato premendo il tasto **ENTER**.

Nota:

⚠

È possibile misurare la resistenza di terra se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100 V. Il misuratore non deve essere collegato a tensioni superiori a 100 V.

- Nei calcoli, si suppone che le distanze tra i singoli elettrodi di misurazione siano uguali (metodo del Wenner). In caso contrario, misurare la resistenza di terra con il metodo a 4 fili ed eseguire i calcoli da soli.

- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura - il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.

- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore R_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza di terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito, e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è conficcato, conficcarlo di nuovo in un punto diverso o usando un elettrodo di 80 cm. Devono essere controllati anche i cavi di misura - che non siano danneggiati l'isolamento e i contatti: cavo - spina a banana - elettrodo non siano corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.

- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: "**Resistenze degli elettrodi R_H e R_S superiori a 19,9 kΩ! Misurazione impossibile!**".

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

ρ >1MΩm	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo 🔊	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la tastiera è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza degli elettrodi > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande; il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

4 Memoria

I misuratori MRU-120 sono dotati di una memoria per 990 risultati di misurazione della resistenza. La posizione di memoria in cui viene memorizzato un singolo risultato è chiamata cella di memoria, che viene descritta nel misuratore come "misura". L'intera memoria è divisa in 10 banchi di 99 celle. Ogni risultato può essere memorizzato in una cella di un numero selezionato e in un banco selezionato, per cui un utente dello strumento può, a sua discrezione, assegnare i numeri di cella a particolari punti di misurazione e i numeri di banco a particolari oggetti, eseguire misurazioni in qualsiasi ordine e ripeterle senza perdere altri dati.

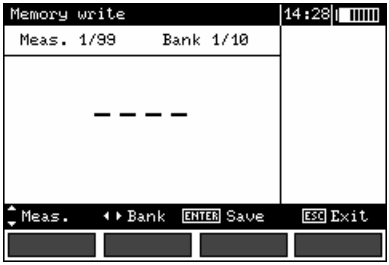
La memoria dei risultati delle misurazioni non viene cancellata dopo lo spegnimento del misuratore, quindi essi possono essere letti o inviati successivamente al PC. Inoltre, i numeri di cella e di banco correnti non cambiano.

Si raccomanda di cancellare la memoria dopo aver letto i dati o prima di eseguire una nuova serie di misure che possono essere scritte nelle stesse celle al posto di quelle precedenti.

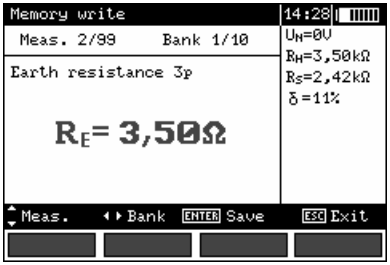
4.1 Inserimento dei risultati nella memoria

1

Alla misurazione eseguita premi il tasto **ENTER**.



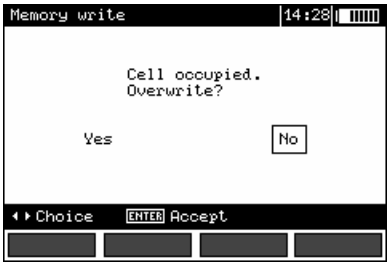
cella libera



cella occupata

2 Selezione della misura (cella) usando i tasti ▲ e ▼, selezione del banco con i tasti ◀ e ▶.
Registrazione nella memoria con il tasto **ENTER**.

3 Al tentativo di eseguire l'inserimento in una cella occupata, apparirà un avviso:



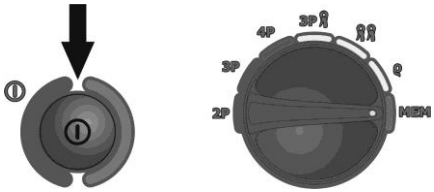
4 Dopo aver selezionato l'opzione con i tasti ◀ e ▶ premi il tasto **ENTER**.

4.2 Cancellazione della memoria

Attenzione:

Mentre la cancellazione è in corso, viene visualizzata una barra di avanzamento.

1



Accendi il misuratore.
Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **MEM**.

2

Usa i tasti ▲ e ▼ per selezionare "Cancellazione dei dati in memoria".

3

Premi il tasto **ENTER**.

4

Usando i tasti ▲ e ▼, seleziona la cancellazione dell'intera memoria, del banco o della misurazione.

5

Segui le istruzioni visualizzate dal misuratore.

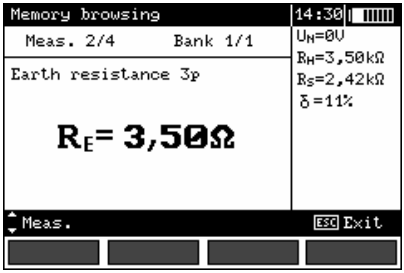
4.3 Visualizzazione dei dati in memoria

1

Usa i tasti ▲ e ▼ per selezionare "visualizzazione dei dati in memoria".

2

Premi il tasto **ENTER**.



3

Con i tasti ◀ e ▶ si seleziona il banco, e con il tasti ▲ e ▼ - la cella.

Nota:

- Al momento della visualizzazione dei dati in memoria, le misure e i banchi vuoti non sono disponibili. La voce "Misura 1/20" significa la prima di 20 misure; le misure 21...99 sono vuote e non disponibili. La stessa regola si applica ai banchi. Se la memoria è registrata in modo non continuativo, le misure vuote e i banchi di memoria vengono omessi durante la visualizzazione.

5 Trasmissione dati

Nota:

- La trasmissione dei dati non è possibile durante la carica delle batterie.

5.1 Pacchetto di attrezzature informatiche

Per la comunicazione dello strumento con il computer è necessario un cavo USB e un apposito software. Se il software non è stato acquistato con lo strumento, può essere acquistato dal produttore o da un distributore autorizzato.

Il software può essere utilizzato per la connessione con molti dispositivi prodotti da SONEL S.A. dotati di interfaccia USB.

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

5.2 Trasmissione dei dati tramite connessione USB

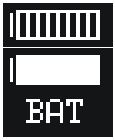
1. Imposta l'interruttore rotativo sulla posizione MEM.
2. Collega il cavo alla porta USB del computer e alla presa USB del misuratore.
3. Esegui il software.

6 Alimentazione dello strumento

Nota:
Lo strumento MRU-120 è progettato per essere utilizzato solo con le batterie ricaricabili originali. Le pile al posto delle batterie ricaricabili si possono usare solo in casi di emergenza (ad es. la scarica competa degli accumulatori durante le misurazioni dei tralicci sul campo), dove si deve tener conto della loro rapida scarica (una decina di misurazioni) e del funzionamento difettoso dello strumento con un alto consumo istantaneo di corrente.

6.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione

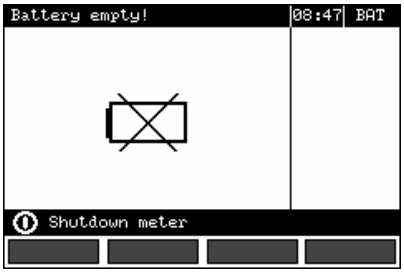
Il livello di carica delle batterie ricaricabili è continuamente indicato dal simbolo nell'angolo superiore destro dello schermo:



Batterie cariche.

Batterie scariche.

Batterie quasi completamente scariche.



Batterie totalmente scariche.
la misurazione è bloccata.

Va ricordato che:

- la scritta **BAT** che si illumina sul display significa una tensione di alimentazione troppo bassa e segnala la necessità di caricare le batterie,
- le misurazioni effettuate con il misuratore con una tensione di alimentazione troppo bassa sono gravate da ulteriori incertezze impossibili da stimare da parte dell'utente e non possono costituire il riferimento per affermare la correttezza della messa a terra esaminata.

6.2 Sostituzione delle batterie ricaricabili

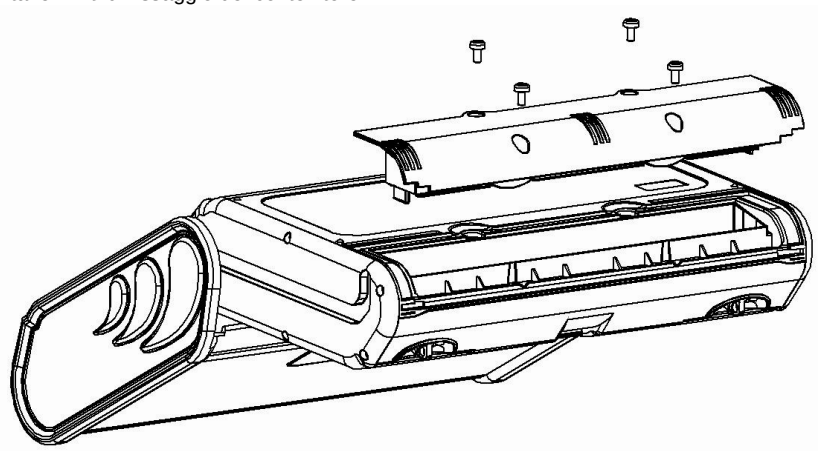
Lo strumento MRU-120 è dotato di un pacco di batterie ricaricabili NiMH e di un caricabatterie che permette la loro ricarica.

Il pacco batteria viene messo nel contenitore. Il caricabatterie è installato all'interno dell'alloggiamento del misuratore e funziona solo con il pacco batterie originali. È alimentato da un alimentatore esterno. È possibile inoltre l'alimentazione dalla presa accendisigari.

AVVERTENZA:
Lasciare i cavi nelle prese durante la sostituzione delle batterie può provocare una pericolosa scossa elettrica.

Per sostituire il pacco batterie:

- rimuovi tutti i cavi dalle loro prese e spegni lo strumento,
- svita le 4 viti che fissano il contenitore delle batterie (nella parte inferiore dell'alloggiamento),
- rimuovi il contenitore,
- rimuovi il coperchio del contenitore ed estrai le batterie,
- inserisci un nuovo pacco batterie,
- rimetti (chiudi) il coperchio del contenitore,
- inserisci il contenitore nel misuratore,
- avvita le 4 viti di fissaggio del contenitore.



ATTENZIONE!
Non utilizzare lo strumento senza il contenitore batterie rimosso o non chiuso bene, o utilizzare le fonti di energia diverse da quelle specificate in questo manuale.

6.3 Sostituzione dei fusibili

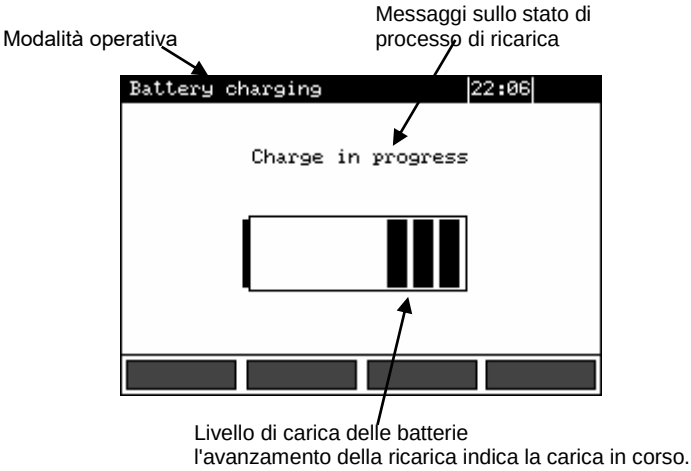
Dopo aver rimosso il contenitore della batteria si ha accesso a due fusibili sostituibili di tipo:

- FST 1 A 250 VAC, 5x20 mm e
- 2 A 250 VAC, ritardato, 5x20 mm.

In caso di mancato funzionamento dello strumento o del caricabatterie, prima di mandarlo in assistenza, controllare i fusibili e sostituire il fusibile bruciato con uno dello stesso tipo. I fusibili si trovano nei supporti, in corrispondenza del centro del vano. Usare uno strumento stretto (per esempio un cacciavite) per rimuoverli.

6.4 Ricarica delle batterie

La ricarica inizia dopo aver collegato l'alimentatore al misuratore, indipendentemente dal fatto che lo strumento sia spento o meno. La schermata di ricarica è come quella della figura seguente. Le batterie sono caricate secondo l'algoritmo della "ricarica rapida" - questo processo riduce il tempo di ricarica a circa 4 ore. Alla fine del processo di carica appare il messaggio: **Fine carica**. Per spegnere lo strumento, rimuovi la spina di alimentazione del caricabatterie.



Nota:

- La carica della batteria può essere interrotta prematuramente a causa di disturbi della rete. Se il tempo di ricarica risulta essere troppo breve, spegni il misuratore e ricominciare la ricarica.

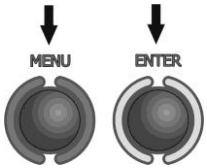
Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

Messaggio	Causa	Procedura
Contatto errato sul connettore del pacco batteria!	Tensione troppo alta sul pacco batterie durante la carica.	Controlla i contatti del connettore del pacco batterie. Se la situazione persiste, sostituisci il pacchetto.
Batteria assente!	Nessuna comunicazione con il controllore delle batterie o con il contenitore delle pile inserito.	Controlla i contatti del connettore del pacco batterie. Se la situazione persiste, sostituisci il pacchetto. Inserisci il pacco batterie al posto delle pile.
Temperatura troppo bassa del pacco batterie!	Temperatura ambiente inferiore a 10°C	A questa temperatura non è possibile eseguire una ricarica corretta. Sposta lo strumento in un locale riscaldato e riavvia la modalità di ricarica. Questo messaggio potrebbe anche apparire se le batterie sono molto scariche. In questo caso, prova ad collegare il caricabatterie diverse volte.
Precaricamento fallito!	Pacco batterie difettoso o molto scarico	Il messaggio appare per un momento e poi il processo di precarica ricomincia da capo. Se dopo vari tentativi lo strumento visualizza il messaggio: **Temperatura del pacco batterie troppo alta!**, è necessario sostituire il pacco.

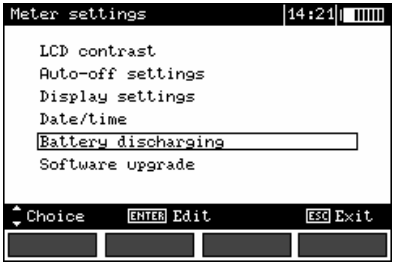
6.5 Scarica delle batterie

Per garantire il corretto funzionamento delle batterie (indicazione del livello di carica) e per prolungarne la vita, è opportuno caricarle periodicamente da zero. Per scaricare le batterie:

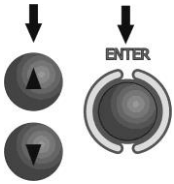
1



Premi il tasto **MENU** e seleziona **Impostazioni del misuratore**.
Premi il tasto **ENTER**.



2



Usando i tasti ▲, ▼ seleziona
Scaricare batterie
premi il tasto **ENTER**.

Leggi il testo visualizzato e conferma.

La scarica, che richiede fino a 10 ore a seconda del livello di scarica del pacco, è segnalata dal messaggio: **Scarica delle batterie in corso**.

6.6 Regole generali sull'uso delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (Ni-MH)

- Se non si utilizza il dispositivo per periodo di tempo prolungato, rimuovere le batterie dal dispositivo e conservarle separatamente.

- Conservare le batterie in un luogo asciutto, fresco e ben ventilato e proteggerle dalla luce solare diretta. La temperatura ambiente per la conservazione a lungo termine dovrebbe essere mantenuta sotto i 30 gradi C. Se le batterie vengono conservate per molto tempo a una temperatura elevata, i processi chimici che si verificano possono ridurre la loro vita.
- Le batterie NiMH durano in genere 500-1000 cicli di carica. Queste batterie raggiungono la loro capacità massima solo dopo la formattazione (2-3 cicli di carica e scarica). Il fattore più importante che influisce sulla durata della batteria è la profondità di scarica. Più a fondo si scarica la batteria, più breve è la sua vita.

- L'effetto memoria si verifica nelle batterie NiMH in modo limitato. Queste batterie possono essere ricaricate senza particolari conseguenze. Tuttavia, è consigliabile scaricarle completamente ogni alcuni cicli.

- Durante la conservazione, le batterie Ni-MH si scaricano spontaneamente a un tasso di circa il 30% al mese. Conservare le batterie ad alte temperature può accelerare questo processo fino al doppio. Per evitare la scarica eccessiva delle batterie, dopo la quale sarà necessario la formattazione, è necessario di tanto in tanto ricaricare le batterie (anche quando non sono in uso).

- I caricabatterie moderni e veloci rilevano le temperature troppo basse o troppo alte della batteria e reagiscono di conseguenza. Una temperatura troppo bassa dovrebbe impedire l'inizio del processo di ricarica che potrebbe danneggiare irrevocabilmente la batteria. L'aumento della temperatura della batteria è un segnale per interrompere la carica ed è un effetto normale. Tuttavia, la ricarica a temperature ambientali elevate, oltre a ridurre la durata di vita, contribuisce a far aumentare più velocemente la temperatura della batteria che non viene caricata al massimo della sua capacità.

- Va notato che con la ricarica rapida le batterie vengono caricate a circa l'80% della loro capacità; i risultati migliori si possono ottenere continuando a caricare: il caricabatterie entra quindi in una modalità di ricarica a bassa corrente e dopo alcune ore successive le batterie vengono caricate alla loro piena capacità.

- Non caricare o usare le batterie ricaricabili a temperature estreme. Le temperature estreme riducono la durata delle pile e delle batterie ricaricabili. Evitare di mettere i dispositivi a batteria in luoghi molto caldi. La temperatura nominale di funzionamento deve essere rigorosamente rispettata.

7 Pulizia e manutenzione

ATTENZIONE!
Utilizzare solo i metodi di manutenzione specificati dal produttore in questo manuale.

L'alloggiamento del misuratore può essere pulito con un panno morbido e umido usando detergenti generalmente disponibili. Non usare solventi o detergenti che potrebbero graffiare l'alloggiamento (polveri, paste, ecc.).

Gli elettrodi ausiliari si possono lavare con acqua e asciugare. Si raccomanda di lubrificare gli elettrodi con un lubrificante per macchinari prima di un immagazzinamento prolungato.

Le bobine e i cavi si possono pulire con acqua e detergente, poi asciugare

Il circuito elettronico del misuratore non richiede manutenzione.

8 Conservazione

Alla conservazione dello strumento devono essere osservate le seguenti raccomandazioni:

- scollegare tutti i cavi dal misuratore,
- pulire accuratamente lo strumento e tutti gli accessori,
- avvolgere su bobine i cavi di prova lunghi,
- al periodo di non utilizzo prolungato, rimuovere le pile o le batterie ricaricabili dal misuratore,
- per evitare una scarica completa delle batterie durante l'immagazzinamento a lungo termine, ricaricarle di tanto in tanto.

9 Demolizione e smaltimento

I rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche devono essere raccolti separatamente, cioè non devono essere messi insieme ad altri tipi di rifiuti.

Conformemente alla legge sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, i rifiuti di apparecchiature elettroniche devono essere consegnati a un centro di raccolta RAEE.

Non smontare nessuna parte dello strumento in modo autonomo prima di consegnarlo in un centro di raccolta.

Rispettare le norme locali per lo smaltimento dell'imballaggio, delle pile e delle batterie usati.

10 Dati tecnici

- La precisione specificata si applica ai terminali del misuratore.
- „v.m.” nella misura dell'incertezza di base indica il valore misurato di riferimento.

10.1 Dati generali

Misura della tensione di disturbo U_N (RMS)

Portata	Risoluzione	Precisione
0…100 V	1 V	±(2% v.m. + 3 cifre)

- misura per f_N 45…65 Hz
- frequenza delle misurazioni - min. 2 misurazioni/s

Misurazione della resistenza dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali (2P)
Metodo di misurazione: secondo la norma EN 61557-4
Campo di misura secondo la norma EN 61557-4: 0,24 Ω…19,9 kΩ

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00…19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 2 cifre)
20,0…199,9 Ω	0,1 Ω	
200…1999 Ω	1 Ω	
2,00…9,99 kΩ	0,01 kΩ	±(5% v.m. + 2 cifre)
10,0…19,9 kΩ	0,1 kΩ	

Misura della resistenza di terra - metodo a 3 poli (R_E3P) e 4 fili (R_E4P)
Metodo di misurazione: tripolare, secondo EN 61557-5
Campo di misura secondo la norma EN 61557-5: 0,30 Ω…19,9 kΩ

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00…19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 2 cifre)
20,0…199,9 Ω	0,1 Ω	
200…1999 Ω	1 Ω	
2,00…9,99 kΩ	0,01 kΩ	±(5% v.m. + 4 cifre)
10,0…19,9 kΩ	0,1 kΩ	

Misura della resistenza degli elettrodi ausiliari R_H e R_S

Portata	Risoluzione	Precisione
0…999 Ω	1 Ω	±(5% (R_E+R_H+R_S) + 8 cifre), ma non meno del 10% R_E
1,00…9,99 kΩ	0,01 kΩ	
10,0…19,9 kΩ	0,1 kΩ	

Misura della resistenza di terra – metodo a 3 poli con pinza supplementare (R_E3P+C)
Campo di misura secondo la norma EN 61557-5: 0,44 Ω…1999 Ω

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00…19,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 3 cifre)
20,0…199,9 Ω	0,1 Ω	
200…1999 Ω	1 Ω	

Misura della resistenza di terra – metodo con 2 pinze (2C)

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00…19,99 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 3 cifre)
20,0…149,9 Ω	0,1 Ω	±(20% v.m. + 3 cifre)

Misura della resistività del suolo (ρ)
Metodo di misurazione: metodo del Wenner, $\rho = 2\pi L R_E$

Portata	Risoluzione	Precisione
0,0…199,9 Ωm	0,1 Ωm	Dipende dall'incertezza di base della misurazione di R_E in un sistema 4P, ma non meno di ±1 cifra
200…1999 Ωm	1 Ωm	
2,00…19,99 kΩm	0,01 kΩm	
20,0…99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100…999 kΩm	1 kΩm	

- distanza tra gli elettrodi di misura (L): 1...50 m

Altri dati tecnici

a) tipo di isolamento secondo EN 61010-1 e EN 61557 ..... doppio
b) categoria di misura secondo EN 61010-1 (per 2000 m s.l.m.) ..... IV 300 V
c) grado di protezione dell'involucro secondo EN 60529 ..... IP54
d) massima tensione di interferenza AC + DC alla quale viene eseguita la misurazione ..... 24 V
e) massima tensione di interferenza misurata ..... 100 V
f) massima corrente di disturbo alla quale viene eseguita la misurazione della resistenza di terra con pinza ..... 3 A RMS
g) frequenza della corrente di misura
   - per reti 50 Hz ..... 125 Hz
   - per reti 60 Hz ..... 150 Hz
h) tensione e corrente di misura pe 2P ..... U < 24 V RMS, I ≥ 200 mA per R ≤ 60 Ω
i) tensione di misura per R_E3P, R_E4P ..... 25 o 50 V
j) corrente di misura (di corto circuito) per R_E3P, R_E4P ..... >200 mA
k) resistenza massima degli elettrodi di misura ..... 20 kΩ
l) segnalazione di una corrente troppo bassa della pinza per ..... ≤0,5 mA
m) alimentazione del misuratore ..... pacco batterie tipo SONEL NiMH 4,8 V 3 Ah
n) parametri dell'alimentatore del caricabatterie per batterie ricaricabili. 100 V…240 V, 50 Hz…60 Hz
o) numero di misurazioni per 2P ..... >1100 (1 Ω, 2 misurazioni/minuto)
p) numero di misurazioni per R_E3P, R_E4P .. >800 (R_E = 10 Ω, R_H = R_S = 100 Ω, 2 misurazioni/minuto)
q) tempo di misurazione dei conduttori di messa a terra ed equipotenziali ..... <6 s
r) tempo di misurazione della resistenza con altri metodi e della resistività ..... <8 s
s) dimensioni ..... 288 x 223 x 75 mm
t) peso del misuratore con batterie ricaricabili ..... ca. 2 kg
u) temperatura d'esercizio ..... -10…+50°C
v) intervallo di temperatura che permette di iniziare a caricare la batteria ..... +10°C…+40°C
w) temperature alle quali la ricarica della batteria viene interrotta ..... <+5°C e ≥ +50°C
x) temperatura di riferimento ..... 23 ±2°C
y) temperatura di conservazione ..... -20…+80°C
z) umidità relativa ..... 20…90%
aa) umidità relativa nominale ..... 40…60%
bb) altitudine s.l.m. ..... ≤2000 m*
cc) standard di qualità ..... sviluppo, progettazione e produzione secondo la norma ISO 9001
dd) lo strumento soddisfa i requisiti di EMC secondo norme ..... EN 61326-1 e EN 61326-2-2

NOTA
***Informazioni sull'uso del misuratore ad un'altitudine da 2000 m a 5000 m s.l.m.m.**

Per gli ingressi di tensione E, ES, S, H, si deve ipotizzare che la categoria di misura sia ridotta a CAT III 300 V verso terra (massimo 300 V tra gli ingressi di tensione) o CAT IV 150 V verso terra (massimo 150 V tra gli ingressi di tensione). Le marcature e i simboli sullo strumento sono da considerarsi validi per l'uso ad altitudini inferiori ai 2000 m.

10.2 Dati ulteriori

I dati sulle incertezze ulteriori sono utili soprattutto quando lo strumento viene utilizzato in condizioni non standard e per i laboratori di misurazione per la calibrazione.

10.2.1 Effetto della tensione di interferenza seriale sulla misura della resistenza per la funzione R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R	Incertezza ulteriore [Ω]
0,000…19,99 Ω	$\pm(25\cdot10^{-4}\cdot R_E+2\cdot10^{-4}\cdot\frac{U_N}{R_E})\cdot U_N$
> 19,99 Ω	$\pm(5\cdot10^{-4}\cdot R_E+2\cdot10^{-2})\cdot U_N$

10.2.2 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione ρ

$$\Delta_{add}\,[\Omega] = \pm 2{,}5\cdot(10^{-3}\cdot R_E+10^{-6}\cdot R_H\cdot U_N)\cdot U_N\,,$$

$$\text{dove } R_E=\frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot L}$$

10.2.3 Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura della resistenza di terra per la funzione R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R_H, R_S	Incertezza ulteriore [%]
$R_H \le 1$ kΩ e $R_S \le 1$ kΩ	Nei limiti dell'incertezza di base
$R_H > 1$ kΩ o $R_S > 1$ kΩ o R_H e $R_S > 1$ kΩ	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot200+\frac{R_H{}^2}{R_E\cdot R_H+200}\cdot5\cdot10^{-3}+R_H\cdot4\cdot10^{-4})$

R_E[Ω], R_S[Ω] e R_H[Ω] sono i valori visualizzati dallo strumento.

10.2.4 Effetto degli elettrodi ausiliari sulle misure della resistenza di terra per funzioni ρ

Incertezza ulteriore [%]
$\pm(\frac{R_H\cdot(R_S+30000\Omega)}{R_E}\cdot3{,}2\cdot10^{-7}+4\cdot10^{-4}\cdot\sqrt{R_H{}^2+R_S{}^2})$

R_E[Ω], R_S[Ω] e R_H[Ω] sono i valori visualizzati dallo strumento.

10.2.5 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con metodo R_E3P+C

Il misuratore MRU-120è in grado di effettuare in presenza di corrente di interferenza di valore non superiore a 3 A RMS e di frequenza secondo l'impostazione nel MENU.

R_E	U_{wy}	Incertezza [Ω]
≤ 50 Ω	25 V	$\pm(5\cdot10^{-3}\cdot R_E\cdot I_l^2)$
	50 V	$\pm(2{,}5\cdot10^{-3}\cdot R_E\cdot I_l^2)$
> 50 Ω	25 V	$\pm(70\cdot10^{-6}\cdot R_E^2\cdot I_l^2)$
	50 V	$\pm(50\cdot10^{-6}\cdot R_E^2\cdot I_l^2)$

Per i valori di corrente >3 A viene bloccata la possibilità di eseguire misure.

10.2.6 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con metodo a 2 pinze (2C)

Il misuratore MRU-120è in grado di effettuare in presenza di corrente di interferenza di valore non superiore a 3 A RMS e di frequenza secondo l'impostazione nel MENU.

R_E	Incertezza [Ω]
0,00…4,99 Ω	nei limiti dell'incertezza di base
5,00…19,9 Ω	$\pm(5\cdot10^{-3}\cdot R_E^2\cdot I_l^3)$
20,0…149,9 Ω	$\pm(6\cdot10^{-2}\cdot R_E^2\cdot I_l^3)$

Per i valori di corrente >3 A viene bloccata la possibilità di eseguire misure.

10.2.7 Effetto del rapporto tra la resistenza misurata dalla pinza del ramo della terra multipla e la resistenza risultante (R_E3P+C)

R_C	Incertezza [Ω]
≤ 99,9 Ω	$\pm(3\cdot10^{-3}\cdot\frac{R_C}{R_w^2})$
> 99,9 Ω	$\pm(6\cdot10^{-2}\cdot\frac{R_C}{R_w^2})$

R_C[Ω] è il valore della resistenza misurata dalla pinza del ramo visualizzato dallo strumento e R_W[Ω è il valore della resistenza risultante della terra multipla.

10.2.8 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-4 (2P)

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore
Posizione	E_1	0%
Tensione di alimentazione	E_2	0% (e **BAT** spento)
Temperatura	E_3	±0,2cifre/°C per R < 1 kΩ ±0,07%/°C ±0,2cifre/°C per R ≥ 1 kΩ

10.2.9 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-5 (R_E3P, R_E4P, R_E3P+C)

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore
Posizione	E_1	0%
Tensione di alimentazione	E_2	0% (e **BAT** spento)
Temperatura	E_3	±0,2cifre/°C per R < 1 kΩ ±0,07%/°C ±0,2cifre/°C per R ≥ 1 kΩ
Tensione di interferenza seriale	E_4	Secondo le formule del punto 10.2.1 (U_N=3 V 50/60 Hz)
Resistenza degli elettrodi e dei dispersori ausiliari	E_5	Secondo la formula del punto10.2.3

11 Accessori

La lista aggiornata degli accessori è consultabile sul sito web del fabbricante.

11.1 Accessori standard

- elettrodo ausiliario 30 cm (4 pz.) – **WASONG30**
- morsetto – **WAZACIMA1**
- cavo di prova nero 2,2 m (spine a banana) – **WAPRZ2X2BLBB**
- cavi di misura su bobine da 25 m di lunghezza (blu **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 pz. e rosso **WAPRZ025REBBSZ** – 1 pz.), con terminazioni a banana su entrambe le estremità, che consentono l'estensione dei cavi (per la misurazione della messa a terra su vasta area)
- cavo di misura da 50 m di lunghezza su bobina (giallo), con terminazioni a banana su entrambe le estremità – **WAPRZ050YEBBSZ**

AVVERTENZA:
I cavi in bobina sono utilizzati solo per le misure a tensioni inferiori a 50 V. Non devono essere utilizzati per misurazioni sulle reti elettriche.

- cavo da 1,2 m rosso – **WAPRZ1X2REBB**
- terminale a coccodrillo nero – **WAKROBL20K01**
- sonda rossa (presa a banana) – **WASONREOGB1**
- pacco batterie ricaricabili – **WAAKU08**
- custodia per il misuratore – **WAFUTL2**
- cinghie di supporto per lo strumento 2 pz. (lunghe e corte) – **WAPOZSZEKPL**
- cavo USB – **WAPRZUSB**
- alimentatore per la ricarica di batterie (adattato per i diversi paesi) – **WAZASZ7**
- certificato di calibrazione di fabbrica
- manuale d'uso

11.2 Accessori opzionali

Inoltre, i seguenti articoli non inclusi nell'equipaggiamento standard possono essere acquistati dal produttore e dai distributori:

WASONG80V2

- elettrodo ausiliario di 80 cm

WACEGN1BB

- pinza trasmittente N-1

WACEGC3OKR

- pinza ricevitore C-3

WAFUTL3

- custodia L-3 (per elettrodi ausiliari di 80 cm)

WAPOJ1

- contenitore dritto per pile

WAPRZLAD12SAM

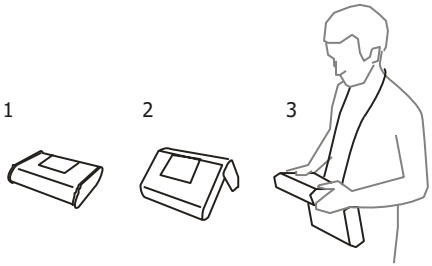
- cavo per caricare la batteria dalla presa accendisigari

WAAKU07

- batteria NiMH 4,8 V 4,2 Ah
- certificato di taratura accreditato

12 Posizioni del coperchio del misuratore

Il coperchio mobile permette di utilizzare lo strumento in varie posizioni.



1 – Coperchio della parte inferiore del misuratore
2 – Coperchio come supporto
3 – Il coperchio in una posizione che permetta un uso confortevole del misuratore trasportato al collo con l'imbracatura

13 Fabbricante

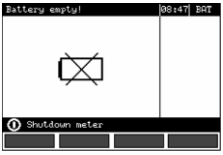
Il fabbricante dello strumento e fornitore dei servizi di garanzia e post-garanzia:

SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia
tel. +48 74 858 38 60
fax +48 74 858 38 09
E-mail: export@sonel.pl
Sito web: www.sonel.pl

Nota:
Qualsiasi attività di riparazione può essere eseguita unicamente da centri di assistenza autorizzati dal fabbricante.

AVVERTENZE E INFORMAZIONI VISUALIZZATE DAL MISURATORE

ATTENZIONE!
Il misuratore è progettato per funzionare con tensioni di interferenza inferiori a 24 V per le misure di RE e inferiori a 3 V per le misure R_{CONT}. Vengono misurate le tensioni fino a 100 V, ma le tensioni superiori a 40 V vengono segnalate come pericolose. È vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.

U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misurazione è bloccata.
U_N>40V! e il segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande; il risultato può essere soggetto a un'ulteriore incertezza.
R>20,0kΩ **R_E>20,0kΩ** **R_E>2kΩ** **R_E>150Ω** **ρ>1MΩm**	Campo di misura superato.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza degli elettrodi > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
I_L>max	Corrente di interferenza troppo elevata, l'incertezza di misura può essere maggiore di quella base.
	Batterie cariche.
	Batterie scariche.
	Batterie quasi completamente scariche.
	Batterie ricaricabili quasi completamente scariche, la misura è bloccata.

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
www.sonel.pl