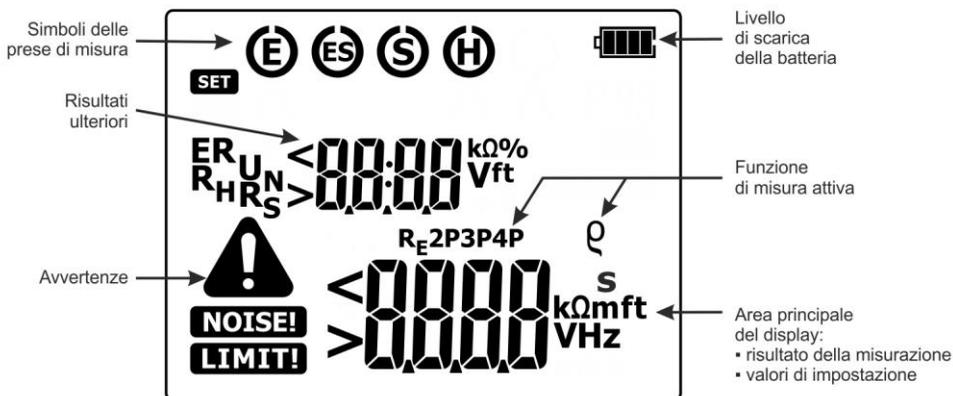


# **MANUALE D'USO**

## **MISURATORE DELLA RESISTENZA DI TERRA**

**MRU-11**





**MANUALE D'USO**

**MISURATORE  
DELLA RESISTENZA DI TERRA  
MRU-11**



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

Il misuratore MRU-11 è uno strumento di misurazione moderno e di alta qualità, facile e sicuro da usare, a condizione che vengano seguite le regole presentate in questo manuale. Inoltre, la lettura di questo manuale aiuterà ad evitare errori di misurazione e a prevenire possibili problemi durante l'utilizzo dello strumento.

# CONTENUTO

<b>1</b>	<b>Sicurezza</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Accensione del misuratore e della retroilluminazione del display</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Configurazione del misuratore</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Misure</b>	<b>9</b>
4.1	Misura delle tensioni di disturbo DC + AC	9
4.2	Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli ( $R_{E3P}$ )	10
4.3	Misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili ( $R_{E4P}$ )	14
4.4	Misura della resistenza di terra con metodo a 2 poli ( $R_{E2P}$ )	18
4.5	Misura della resistività del suolo ( $\rho$ )	20
<b>5</b>	<b>Alimentazione dello strumento</b>	<b>23</b>
5.1	Monitoraggio della tensione di alimentazione	23
5.2	Sostituzione delle pile (batterie ricaricabili)	24
5.3	Regole generali sull'uso delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (NiMH)	25
<b>6</b>	<b>Pulizia e manutenzione</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Conservazione</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Demolizione e smaltimento</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Dati tecnici</b>	<b>26</b>
9.1	Dati generali	26
9.2	Altri dati tecnici	27
9.3	Dati aggiuntivi	28
9.3.1	Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	28
9.3.2	Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura della resistenza di terra per la funzione $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	28
9.3.3	Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-5 ( $R_{E3P}$ )	28
<b>10</b>	<b>Fabbricante</b>	<b>29</b>

# 1 Sicurezza

I seguenti simboli internazionali sono utilizzati sull'analizzatore e in questo manuale:

	Avvertenza: Vedi la spiegazione nel manuale utente		Doppio isolamento (classe di protezione II)
	Non smaltire con altri rifiuti urbani		Dichiarazione di conformità alle direttive dell'Unione Europea (Conformité Européenne)

Lo strumento MRU-11 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.
- Il misuratore MRU-11 è progettato per misurare la resistenza di terra. 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 potrebbe 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.
- E' vietato alimentare il misuratore con fonti diverse da quelle specificate nel presente 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.
- 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.
- Lo strumento soddisfa i requisiti della norma EN 61010-1 e EN 61557-1, -5.



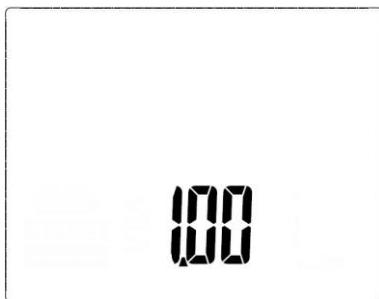
Essendo il prodotto è in continuo sviluppo, il produttore si riserva il diritto di apportare modifiche alla funzionalità, al design, all'equipaggiamento e ai dati tecnici del misuratore. A seguito del continuo sviluppo del software dello strumento, l'aspetto del display per alcune funzioni potrebbe essere leggermente diverso da quello presentato in questo manuale.

## 2 Accensione del misuratore e della retroilluminazione del display

1



Per **accendere** il misuratore premi il tasto **ON/OFF**.



Sul display del dispositivo vengono prima retroilluminati tutti i segmenti (autotest) e poi appare brevemente la schermata con la versione del software.

2



Quando il misuratore è acceso, premendo brevemente il pulsante **ON/OFF** si accende la retroilluminazione dello schermo e premendolo di nuovo - si spegne.

3



Per **spegnere** lo strumento, premi e tieni premuto il tasto **ON/OFF** per ca. 2 secondi.



Viene visualizzata brevemente la schermata del solo dispositivo.

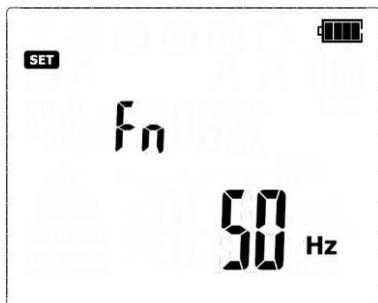
### 3 Configurazione del misuratore

1



Accendi lo strumento tenendo premuto il pulsante **c** e **ON/OFF**.

Una volta acceso lo strumento, viene visualizzata la schermata per l'impostazione della frequenza della rete in cui opera **Fn**.



2



Quando viene visualizzata la schermata **Fn**, usa i tasti **SU** e **GIÙ** per impostare la frequenza di rete: 50 Hz o 60 Hz (valore di default: 50 Hz).

3



Premendo brevemente il pulsante **START**, il valore selezionato viene confermato.

Si passa alla schermata di impostazione dei messaggi sonori **bEEP**.



4



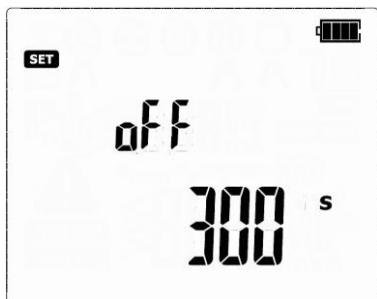
Usa i tasti **SU** e **GIÙ** per impostare i messaggi audio, abilitati (**on**) o disabilitati (**off**).

5



Premendo brevemente il pulsante **START**, l'opzione selezionata viene confermata.

Si passa alla schermata di impostazione di ora di spegnimento automatico (Auto-OFF): **oFF**.



6



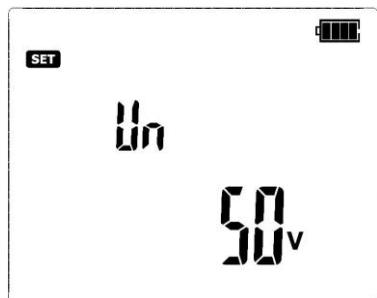
Con i tasti **SU** e **GIÙ** imposta il valore del tempo di autospegnimento: 300 s, 600 s, 900 s o „- - -“, (funzione Auto-OFF non attiva). La funzione Auto-OFF spegne lo strumento quando non viene utilizzato dopo un tempo specificato il che viene segnalato da un segnale acustico.

7



Premendo brevemente il pulsante **START**, l'opzione selezionata viene confermata.

In questo modo si accede alla schermata di selezione della tensione di misura **Un**.

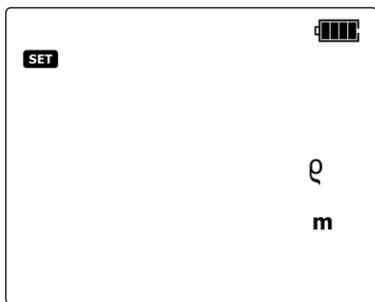


8



Usa i tasti **SU** e **GIÙ** per impostare la tensione di misura su 25 V o 50 V. La tensione di misura impostata si applica a ciascuna funzione di misura dello strumento.

9



Premi brevemente **START** per salvare la modifica.

Viene visualizzata la schermata delle impostazioni di misurazione della resistività del terreno.

10

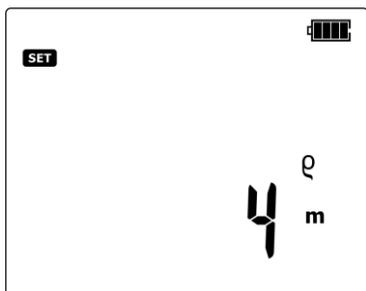


Premi i tasti **SU** e **GIÙ** per impostare l'unità:

⇒ metri **m** o

⇒ piedi **ft**.

11



Premi brevemente **START** per salvare la modifica.

Viene visualizzata una schermata con l'impostazione della distanza tra gli elettrodi ausiliari.

12



Con i tasti **SU** e **GIÙ** imposta la distanza.

13



Premendo brevemente il tasto **START** si conferma l'opzione selezionata e si torna di nuovo alla schermata di selezione della frequenza di rete **Fn**.

14



Premendo a lungo (> 2 s) il tasto **START** si confermano le modifiche e si passa alla schermata di misura **R<sub>E</sub>3P**.

15



Premendo a lungo (> 2 s) il tasto **ON/OFF** si spegne lo strumento senza confermare le modifiche alla posizione di impostazione corrente.

16



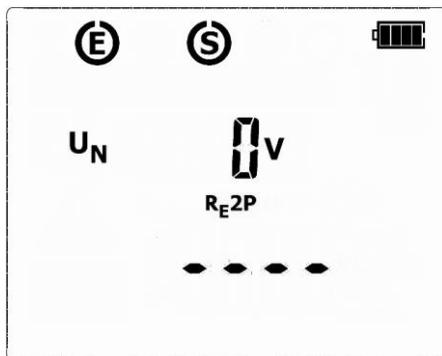
Premendo brevemente (> 2 s) il tasto **ON/OFF** si passa alla schermata di misura **R<sub>E</sub>3P** senza confermare le modifiche alla posizione di impostazione corrente.

## 4 Misure



Le misurazioni della resistenza di terra sono significativamente diverse dalle altre misurazioni effettuate per poter valutare la protezione dalle scosse elettriche. Richiedono una conoscenza approfondita della struttura dell'impianto di messa a terra, dei fenomeni che si verificano durante le misurazioni e della capacità di gestire condizioni di campo sfavorevoli. Quando si effettuano rilievi di impianti di messa a terra, è importante disporre di conoscenze adeguate e di strumenti di misura che garantiscono il massimo supporto possibile nell'esecuzione di tali rilievi.

### 4.1 Misura delle tensioni di disturbo DC + AC



Nelle funzioni di misura, prima di premere il pulsante **START**, lo strumento controlla la tensione sui terminali di misura (tra la presa **E** e le prese **S** e **H**), e il valore della tensione di disturbo viene visualizzato sullo schermo.

### Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$U_N > 100V!$ ,  $> 100V$  e un segnale acustico continuo (🔊), **NOISE!** e



Tensione sui terminali di prova superiore a 100 V, la misura è bloccata.

$U_N xxV!$ ,  $> 40V$  e un segnale acustico continuo (🔊), **NOISE!** e



Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, ma inferiore a 100 V, la misura viene bloccata.

$U_N xxV!$ ,  $> 24V$ ,  
**NOISE!** e



Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.

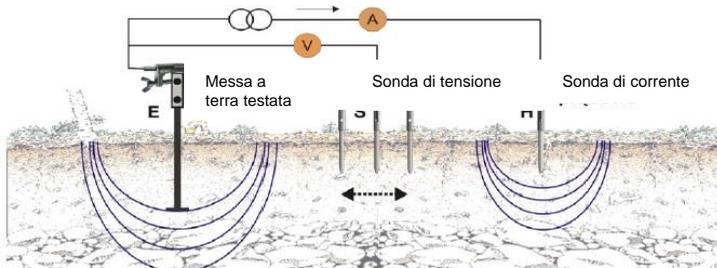
**NOISE!**

La tensione di disturbo è inferiore a 24 V, ma ha un valore troppo grande – il risultato può essere soggetto a un'incertezza ulteriore.

## 4.2 Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli ( $R_E3P$ )



Il metodo più comunemente utilizzato per misurare la resistenza di terra è il metodo a tre poli, spesso indicato come il metodo della caduta di potenziale o il metodo tecnico. Durante la misurazione, si misura la caduta di tensione della messa a terra e la corrente che la attraversa calcolando la resistenza in base alla legge di Ohm.

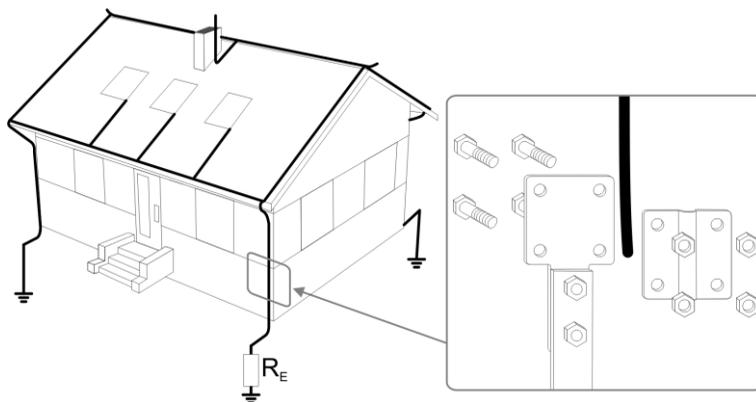


Il principio della misurazione della resistenza di terra con il metodo tecnico è descritto sopra. Nella figura è misurata la resistenza di terra  $R_E$ . Per effettuare la misurazione è necessario posizionare due elettrodi ausiliari aggiuntivi:

- elettrodo **H** (c.d. elettrodo di corrente) per poter forzare un flusso di corrente nel circuito: terra misurata  $R_E$  → misuratore → elettrodo di corrente H → terra → terra misurata;
- elettrodo **S** (c.d. elettrodo di tensione) per misurare la caduta di tensione sulla resistenza del dispersore da misurare in seguito al passaggio di corrente.

1

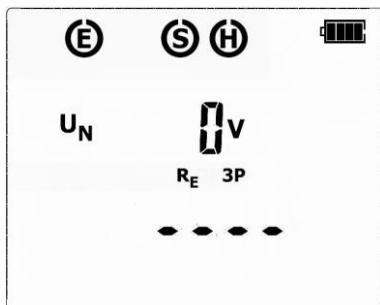
Il dispersore in esame deve essere scollegato dall'impianto dell'oggetto.



2



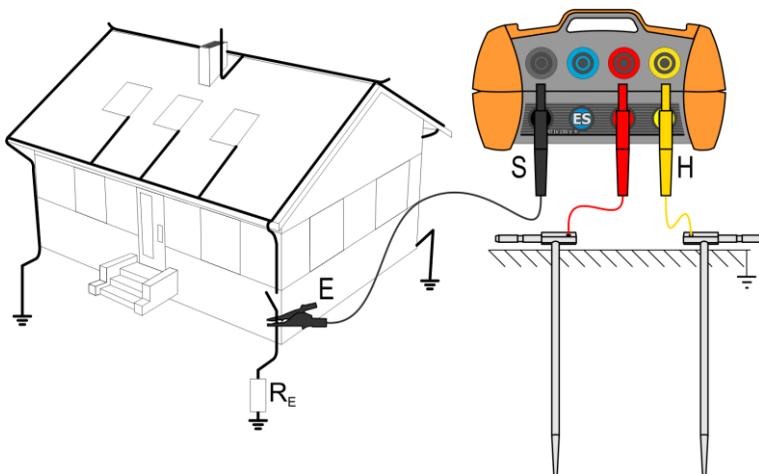
Accendi il misuratore con il pulsante **ON/OFF**.



Lo strumento passa alla schermata della funzione di misurazione **R<sub>E</sub>3P**.

Lo strumento è in modalità di misurazione della tensione di disturbo tra i terminali di misurazione. La tensione di misura corrisponde a quella selezionata durante la configurazione del dispositivo.

3



I cavi di misura vanno collegati alle prese di misura dello strumento come mostrato nella figura precedente.

- Collega l'elettrodo di corrente **H** conficcato nel terreno alla presa **H** del misuratore.
- Collega l'elettrodo di tensione **S** 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.

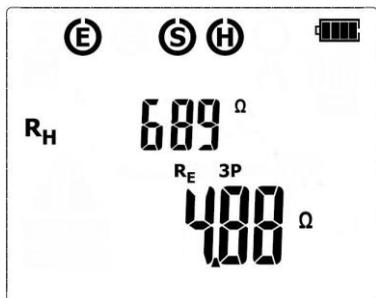
4



Premi il pulsante **START**.

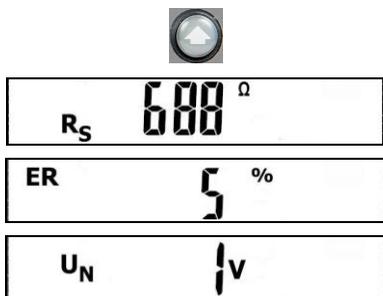
L'avanzamento della misurazione è indicato da trattini orizzontali crescenti sullo schermo.

5



Una volta completata la misurazione, verranno visualizzati i risultati di tutte le misurazioni effettuate: il risultato principale  $R_E$  nella parte inferiore del display, e i risultati aggiuntivi del valore  $R_H$  nella parte superiore della schermata. **Il risultato viene visualizzato per 20 s.** Può essere richiamato premendo il tasto **SU**.

6

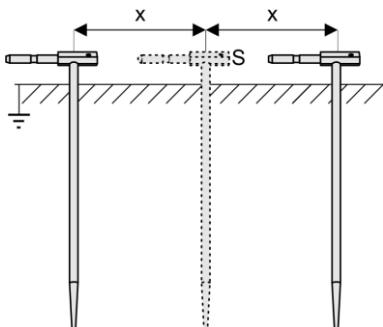


Premendo il tasto **SU** è possibile visualizzare i sottomisurati nel seguente ordine:

$R_H \rightarrow R_S \rightarrow ER \rightarrow U_N$ , dove:

- $R_H$  – resistenza dell'elettrodo **H**
- $R_S$  – resistenza dell'elettrodo **S**
- ER** – ulteriore incertezza prodotta dagli elettrodi
- $U_N$  - tensione di disturbo

7



Ripeti le misure (step 4 5 6) 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.



#### ATTENZIONE!

La misurazione della resistenza di terra può essere eseguita se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100V, ma sopra i 40 V è segnalata come pericolosa. È vietato collegare il misuratore 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 delle sonde di misura 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 **sez. 9.3** per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto degli elettrodi 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. Anche i cavi di misura devono essere controllati - 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.

## Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$R_E > 9999 \Omega$

Campo di misura superato.

$U_N > 100 \text{ V}$ ,  $> 100 \text{ V}$  e un segnale acustico continuo , **NOISE!** e



Tensione sui terminali di prova superiore a 100 V, la misura è bloccata.

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 40 \text{ V}$  e un segnale acustico continuo , **NOISE!** e



Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 24 \text{ V}$ ,  
**NOISE!** e 

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.

**NOISE!**

Il segnale interferente è inferiore a 24 V, ma ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a un'ulteriore incertezza.

**LIMIT!**

e  $R_E$  con il valore in %

Incertezza sulla resistenza degli elettrodi  $> 30\%$ .  
(Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)

**LIMIT!**

e  $R_H$  o  $R_S$   
con il valore in  $\Omega$

La resistenza degli elettrodi ausiliari H e S o di uno di essi supera 19,9 k $\Omega$ , la misurazione corretta è impossibile.

Cerchi lampeggianti:



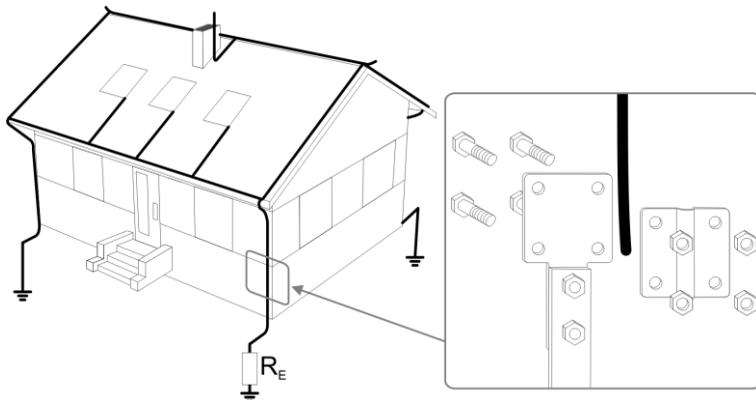
I cerchi dei simboli E o H o S o due o tutti e tre contemporaneamente lampeggiano: uno, due o tre cavi non collegati alle prese di misura, oppure resistenza dell'elettrodo o degli elettrodi ausiliari fuori dal campo di misura.

### 4.3 Misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili ( $R_{E4P}$ )

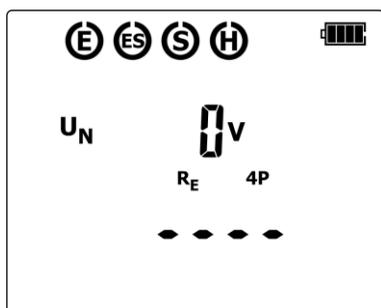


Si raccomanda di utilizzare il metodo a 4 fili per la misura della resistenza di terra con valori molto piccoli. Ciò permette di eliminare l'influenza della resistenza dei cavi di misura sul risultato della misurazione. Per determinare la resistività del suolo si raccomanda di utilizzare una funzione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

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



- 2

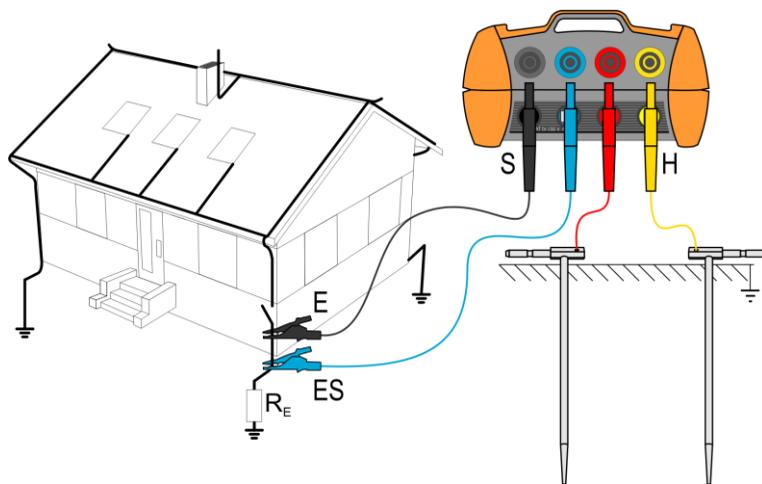


Accendi il misuratore con il tasto **ON/OFF**.

Premi il tasto **GIÙ** finché non viene visualizzata la schermata di misurazione  **$R_{E4P}$** .

Lo strumento è in modalità di misurazione della tensione di disturbo tra i terminali di misurazione. La tensione di misura corrisponde a quella selezionata durante la configurazione del dispositivo.

3



I cavi di misura vanno collegati alle prese di misura dello strumento come mostrato nella figura precedente.

- Collega l'elettrodo di corrente **H** conficcato nel terreno alla presa **H** del misuratore.
- Collega l'elettrodo di tensione **S** 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.

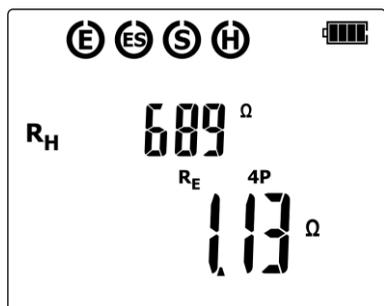
4



Premi il pulsante **START**.

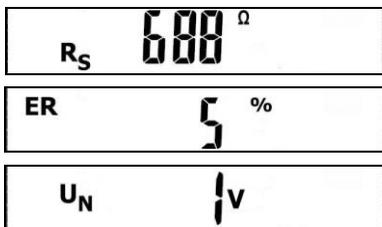
L'avanzamento della misurazione è indicato da trattini orizzontali crescenti sullo schermo.

5



Una volta completata la misurazione, verranno visualizzati i risultati di tutte le misurazioni effettuate: il risultato principale **R<sub>E</sub>** nella parte inferiore del display, e i risultati aggiuntivi del valore **R<sub>H</sub>** nella parte superiore della schermata. **Il risultato viene visualizzato per 20 s.** Può essere richiamato premendo il tasto **SU**.

6



Premendo il tasto **SU** è possibile visualizzare i sottorisultati nel seguente ordine:

$R_H \rightarrow R_S \rightarrow ER \rightarrow U_N$ , dove:

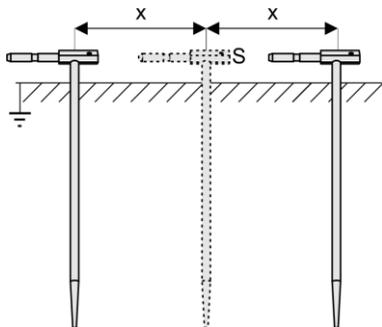
$R_H$  – resistenza dell'elettrodo **H**

$R_S$  – resistenza dell'elettrodo **S**

$ER$  – ulteriore incertezza prodotta dagli elettrodi

$U_N$  - tensione di disturbo

7



Ripeti le misure (step **4** **5** **6**) 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.



#### ATTENZIONE!

La misurazione della resistenza di terra può essere eseguita se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100V, ma sopra i 40 V è segnalata come pericolosa. È vietato collegare il misuratore 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 alto, 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 **sez. 9.3** per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. Tuttavia, è possibile migliorare il contatto degli elettrodi 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. Anche i cavi di misura devono essere controllati - 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.

## Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$R_E > 9999 \Omega$

Campo di misura superato.

$U_N > 100 \text{ V}$ ,  $> 100 \text{ V}$  e un segnale acustico continuo , **NOISE!** e

Tensione sui terminali di prova superiore a 100 V, la misura è bloccata.



$U_N \text{ xxV}$ !,  $> 40 \text{ V}$  e un segnale acustico continuo , **NOISE!** e

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.



$U_N \text{ xxV}$ !,  $> 24 \text{ V}$ ,  
**NOISE!** e

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.

**NOISE!**

Il segnale interferente è inferiore a 24 V, ma ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

**LIMIT!**

e ER con il valore in %

Incertezza sulla resistenza degli elettrodi  $> 30\%$ .  
(Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)

**LIMIT!**

e  $R_H$  o  $R_S$   
con il valore in  $\Omega$

La resistenza degli elettrodi H e S o di uno di essi supera 19,9 k $\Omega$ , la misurazione corretta è impossibile.

Cerchi lampeggianti:



I cerchi dei simboli E o ES o H o S oppure due o tutti e tre contemporaneamente lampeggiano: uno, due o tre fili non collegati alle prese di misura.

## 4.4 Misura della resistenza di terra con metodo a 2 poli ( $R_{E2P}$ )



Il metodo bipolare può essere utilizzato anche per misurare la resistenza verso terra. Quando la disposizione dei dispersori è nota e si dispone di una messa a terra con un valore di resistenza noto, il risultato della misurazione sarà la somma delle resistenze delle messe a terra: la messa a terra misurata e quella con il valore noto.

1



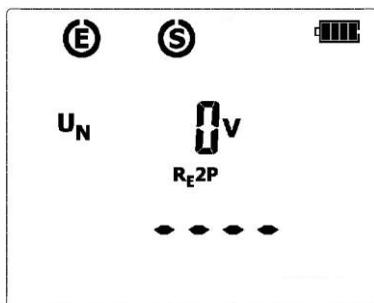
Accendi il misuratore. Dopo aver acceso lo strumento, viene visualizzata la schermata del metodo tripolare  $R_{E3P}$ .

2

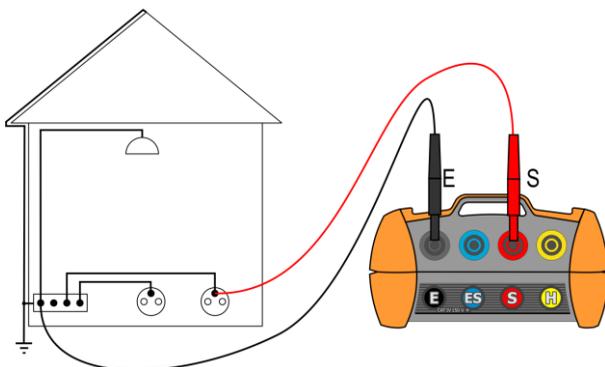


Per passare alla schermata bipolare  $R_{E2P}$  premi una volta il tasto **GIÙ**.

Lo strumento è in modalità di misurazione della tensione di disturbo tra i terminali di misurazione. La tensione di misura corrisponde a quella selezionata durante la configurazione del dispositivo.



3



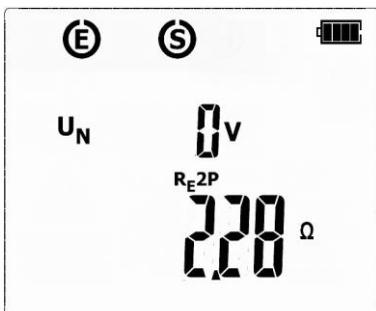
I cavi di misura vanno collegati alle prese di misura dello strumento come mostrato nella figura precedente.

4



Per avviare la misurazione, premi il pulsante **START**.

5



Al termine della misurazione, viene visualizzato il risultato della misura effettuata: nella parte inferiore dello schermo, il risultato principale di **RE2P** e nella parte superiore dello schermo, il risultato della tensione di interferenza **UN** misurata. **Il risultato viene visualizzato per 20 s.** Può essere richiamato premendo il tasto **SU**.

## Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

**R>9999 Ω**

Campo di misura superato.

**UN>100 V, >100 V** e un segnale acustico continuo (🔊),

**NOISE!** e

Tensione sui terminali di prova superiore a 100 V, la misura è bloccata.

**UN xxV, >40 V** e un segnale acustico continuo (🔊),

**NOISE!** e

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.

**UN xxV, >24 V,**

**NOISE!** e

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.

**NOISE!**

Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

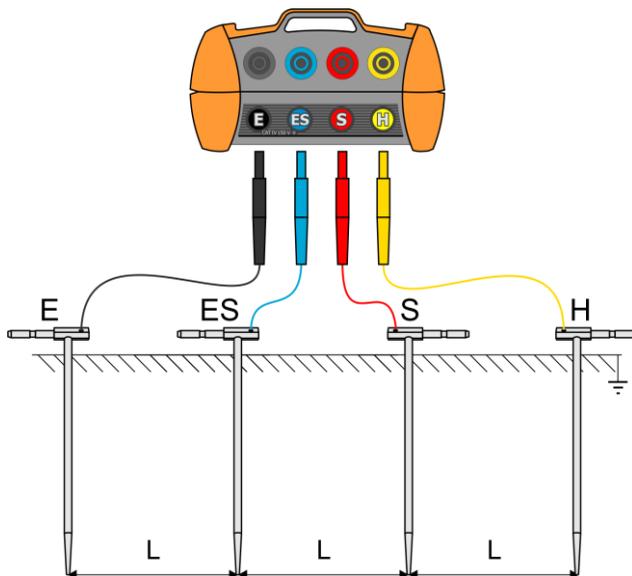
## 4.5 Misura della resistività del suolo ( $\rho$ )

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 da parte: misura della resistività del suolo  $\rho$ . Questa funzione è metrologicamente identica alla misura della resistenza di terra a quattro poli, ma include una procedura aggiuntiva per inserire la distanza tra gli elettrodi ausiliari. Il risultato della misurazione è dato dal valore di resistività calcolato automaticamente secondo la formula:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

utilizzato nel metodo di misurazione di Wenner. Questo metodo presuppone distanze uguali tra gli elettrodi.

- ① Collega i cavi di prova come nella figura.



Conficca nel terreno, a uguale distanza l'uno dall'altro e in linea, 4 elettrodi ausiliari secondo la figura sopra.

- 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 l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa **ES** del misuratore,
- Collega l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa **E** del misuratore.

②



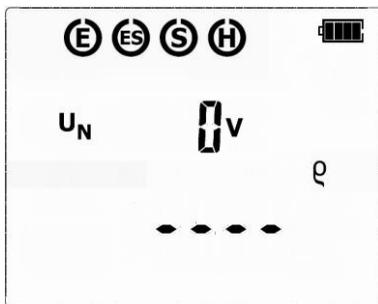
Accendi il misuratore con il tasto **ON/OFF**.



Imposta come unità di misura **l** la distanza **L** tra gli elettrodi secondo il **cap. 3 step ⑨ ... ⑬**.

Premi il tasto **GIÙ** finché non viene visualizzata la schermata di misurazione **p**

3



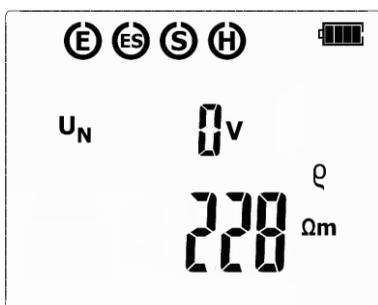
Lo strumento è pronto per la misura.

4



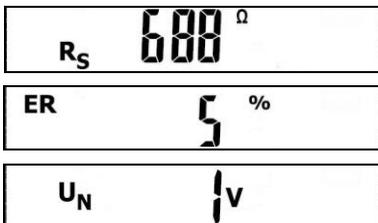
Premi il tasto **START** per iniziare la misura.

5



Al termine della misurazione, leggi il risultato. Verranno visualizzati i risultati di tutte le misurazioni effettuate.

6



Premendo il tasto **SU** è possibile visualizzare i sottomisurati nel seguente ordine:

$R_H \rightarrow R_S \rightarrow ER \rightarrow U_N$ , dove:

$R_H$  – resistenza dell'elettrodo **H**

$R_S$  – resistenza dell'elettrodo **S**

**ER** – ulteriore incertezza prodotta dagli elettrodi

$U_N$  - tensione di disturbo



### ATTENZIONE!

La misurazione della resistenza di terra può essere eseguita se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100 V, ma sopra i 40 V è segnalata come pericolosa. È vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.



- Nei calcoli, si suppone che le distanze tra i singoli elettrodi ausiliari 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 delle sonde di misura 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 **sez. 9.3** per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto degli elettrodi 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. Anche i cavi di misura devono essere controllati - 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.

## Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$R > xxxk\Omega$  o  $R > xxxk\Omega$ ft

Campo di misura superato, dove xxx è il valore massimo misurabile per le impostazioni selezionate.

$U_N > 100V$ ;  $> 100V$  e un segnale acustico continuo , **NOISE!** e

Tensione sui terminali di prova superiore a 100 V, la misura è bloccata.



$U_N xxv$ ;  $> 40V$  e un segnale acustico continuo , **NOISE!** e

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.



$U_N xxV$ ;  $> 24V$ , **NOISE!** e 

Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40V, la misura è bloccata.

**NOISE!**

Il segnale interferente è inferiore a 24 V, ma ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

**LIMIT!**

e  $R$  con il valore in %

Incertezza sulla resistenza degli elettrodi  $> 30\%$ .  
(Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)

**LIMIT!**

e  $R_H$  o  $R_S$   
con il valore in  $\Omega$

La resistenza degli elettrodi H e S o di uno di essi supera 19,9 k $\Omega$ , la misurazione corretta è impossibile.

Cerchi lampeggianti:

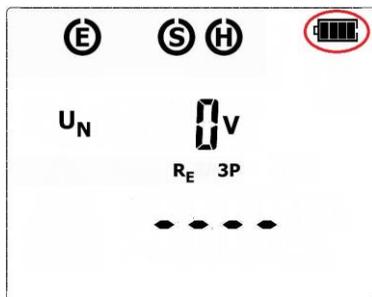


I cerchi dei simboli E o ES o H o S oppure due o tutti e tre contemporaneamente lampeggiano: uno, due o tre fili non collegati alle prese di misura.

## 5 Alimentazione dello strumento

 Prima di effettuare le misurazioni, assicurati che il livello di carica delle pile o delle batterie ricaricabili del misuratore consenta di eseguire le operazioni.

### 5.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione



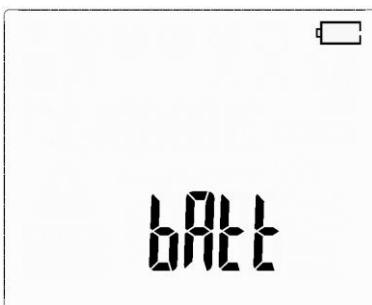
Il livello di carica delle pile e batterie ricaricabili è continuamente indicato dal simbolo di batteria nell'angolo superiore destro dello schermo:



Tutti i segmenti del simbolo della batteria accesi indicano che le pile o le batterie ricaricabili sono completamente cariche.



Quando tutti i segmenti del simbolo della batteria sono spenti, le pile o le batterie ricaricabili sono esaurite e devono essere sostituite.



Il messaggio **bAtt** indica che le batterie sono estremamente scariche, tutte le misurazioni vengono bloccate. Lo strumento si spegne automaticamente dopo ca. 5 s.

## 5.2 Sostituzione delle pile (batterie ricaricabili)

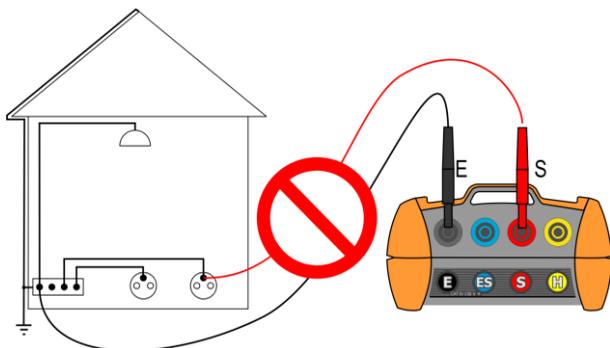
Il misuratore MRU-11 è alimentato da quattro pile alcaline LR6 o batterie ricaricabili NiMH di formato AA. Le pile o le batterie ricaricabili in uso sono alloggiare in un contenitore sul lato inferiore dell'involucro. Il dispositivo non dispone di un caricabatterie interno. Le batterie ricaricabili devono essere caricate in un caricabatterie esterno.



### ATTENZIONE!

È vietato alimentare il misuratore con fonti diverse da quelle specificate nel presente manuale. Prima di sostituire le batterie o le pile, scollegare i cavi di prova dal dispositivo!

1



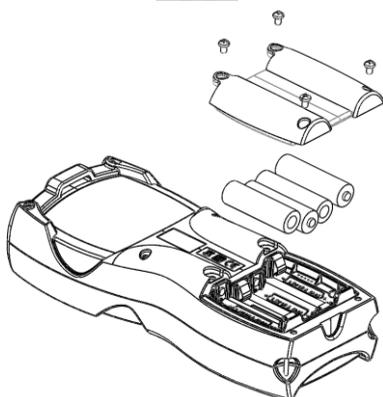
È obbligatorio scollegare il dispositivo dall'oggetto.

2



Spegni il dispositivo con il tasto **ON/OFF**.

3



Rimuovi le viti di fissaggio del coperchio delle pile nella parte inferiore dell'involucro,

Rimuovi tutte le pile (batterie ricaricabili). Inserisci le pile o le batterie nuove rispettando la polarità corretta.

Inserisci e fissa il coperchio del contenitore.



### ATTENZIONE!

Inserendo le pile al contrario non si rischia di danneggiare lo strumento e le pile; tuttavia, lo strumento con le pile inserite in modo errato non si avvia. In caso di fuoriuscita del liquido delle pile all'interno del contenitore, restituire lo strumento al centro di assistenza.

### 5.3 Regole generali sull'uso delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (NiMH)

- Conservare le batterie (misuratore) 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 inferiore a 30°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 NiMH si scaricano spontaneamente a un tasso di circa il 20% 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 necessaria la formattazione, le batterie di tanto in tanto devono essere ricaricate (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 irrimediabilmente 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.

## 6 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 detersivi generalmente disponibili. Non usare solventi o detersivi 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 detersivo, poi asciugare. Il circuito elettronico del misuratore non richiede manutenzione.

## 7 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 del dispositivo prolungato, rimuovere le pile e le batterie ricaricabili dal misuratore.
- per evitare una scarica completa delle batterie durante l'immagazzinamento a lungo termine, ricaricarle di tanto in tanto.

## 8 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.

## 9 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.

### 9.1 Dati generali

#### Misura della tensione di disturbo $U_N$ (RMS)

Portata	Risoluzione	Precisione
0...100 V	1 V	$\pm(10\% \text{ v.m.} + 1 \text{ cifra})$

- Misura per  $f_N$  45...65 Hz.
- Frequenza delle misurazioni - min. 2 misurazioni/s

#### Misura della resistenza di terra – metodo a 2 poli ( $R_{E2P}$ )

Portata	Risoluzione	Precisione
0,01 $\Omega$ ...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(3\% \text{ v.m.} + 3 \text{ cifre})$
20,0 $\Omega$ ...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200 $\Omega$ ...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 5\%$
2000 $\Omega$ ...9999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 8\%$

- Corrente di misura in corto circuito > 20 mA.
- Frequenza di misura 125 Hz o 150 Hz.
- Tensione di misura selezionabile 25 V o 50 V.
- La tensione massima di disturbo alla quale viene eseguita la misurazione  $R_E$  è di 24 V.

#### 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 EN 61557-5: 0,53  $\Omega$ ...9999  $\Omega$  per  $U_N = 50$  V.

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00 $\Omega$ ...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(3\% \text{ v.m.} + 3 \text{ cifre})$
20,0 $\Omega$ ...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200 $\Omega$ ...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 5\%$
2000 $\Omega$ ...9999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 8\%$

- Corrente di misura in corto circuito > 20 mA.
- Frequenza di misura 125 Hz o 150 Hz.
- Tensione di misura selezionabile 25 V o 50 V.
- La tensione massima di disturbo alla quale viene eseguita la misurazione  $R_E$  è di 24 V.

## Misura della resistività del suolo

Metodo di misurazione: metodo del Wenner,  $\rho = 2\pi LR_E$

Portata	Risoluzione	Precisione
0,00...9,99 $\Omega\text{m}$	0,01 $\Omega\text{m}$	Dipende dall'incertezza di base della misurazione di $R_E$ in un sistema 4p, ma non meno di $\pm 1$ cifra
10,0...99,9 $\Omega\text{m}$	0,1 $\Omega\text{m}$	
100...999 $\Omega\text{m}$	1 $\Omega\text{m}$	
1,00...9,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
100...999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

- distanza tra gli elettrodi ausiliari (L): 1...50 m o 1...150 ft

## Misura della resistenza degli elettrodi ausiliari $R_H$ e $R_S$

Portata	Risoluzione	Precisione
0...999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(5\% + 8 \text{ cifre})$
1,00...9,99 $\text{k}\Omega$	0,01 $\text{k}\Omega$	
10,0...19,9 $\text{k}\Omega$	0,1 $\text{k}\Omega$	

## 9.2 Altri dati tecnici

- a) tipo di isolamento secondo EN 61010-1 e EN 61557..... doppio
- b) categoria di misura (per 2000 m s.l.m.) secondo EN 61010-1 ..... III 300 V
- c) grado di protezione dell'involucro secondo EN 60529..... IP67
- d) massima tensione di interferenza AC + DC alla quale viene eseguita la misurazione..... 24 V
- e) massima tensione di interferenza misurata ..... 100 V
- f) frequenza di misurazione di corrente ..... 125 Hz per reti 50 Hz  
..... 150 Hz per rete 60 Hz
- g) tensione di misura per  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ..... 25 V o 50 V
- h) corrente di misura (corto circuito) per  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ..... >20 mA
- i) campo di misura secondo EN 61557-5: ..... 0,53  $\Omega$ ...9999  $\Omega$  per  $U_n = 50$  V
- j) resistenza massima degli elettrodi ausiliari..... 20  $\text{k}\Omega$
- k) alimentazione del misuratore..... 4x pila alcalina AA  
..... 4x batterie ricaricabili NiMH di tipo AA
- l) numero di misurazioni per  $R_E3P$ ..... >3000  
..... ( $R_E=10 \Omega$ ,  $R_H=R_S=100 \Omega$ , 25 V 50 Hz, 2 misure/minuto)
- m) tempo di misurazione della resistenza con metodo a 2 poli ..... <4 s
- n) tempo di misurazione della resistenza con metodo a 3 poli ..... <8 s
- o) tempo di misurazione della resistenza con metodo a 4 fili ..... <8 s
- p) dimensioni..... 221 x 102 x 62 mm (esclusi cavi di prova)
- q) peso del misuratore con batterie ricaricabili..... 660 g
- r) temperatura d'esercizio ..... -10°C...+50°C
- s) temperatura di riferimento ..... 23  $\pm 2^\circ\text{C}$
- t) temperatura di conservazione..... -20...+60°C
- u) umidità relativa ..... 20...90%
- v) umidità relativa nominale..... 40...60%
- w) altezza s.l.m. ....  $\leq 2000$  m\*
- x) standard di qualità ..... sviluppo, progettazione e produzione secondo la norma ISO 9001
- y) metodo di misurazione ..... tecnico, secondo EN 61557-5
- z) 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, va considerato che la categoria di misura sia declassata a CAT III 150 V verso terra (max. 150 V tra gli ingressi di tensione) o CAT IV 100 V verso terra (max. 100 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.

### 9.3 Dati aggiuntivi

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.

#### 9.3.1 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione R<sub>E</sub>3P, R<sub>E</sub>4P, ρ

R <sub>E</sub>	U <sub>N</sub>	Incertezza ulteriore [Ω]
0,00...10,00 Ω	25 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,007U_z^2$
	50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,004U_z^2$
10,01...2000 Ω	25 V, 50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,001U_z^2$
2001...9999 Ω	25 V, 50 V	$\pm(0,003R_E + 0,4)U_z$

#### 9.3.2 Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura della resistenza di terra per la funzione R<sub>E</sub>3P, R<sub>E</sub>4P, ρ

R <sub>H</sub> , R <sub>S</sub>	Incertezza ulteriore [%]
R <sub>H</sub> ≤ 5 kΩ e R <sub>S</sub> ≤ 5 kΩ	$\pm\left(\frac{R_S}{R_S + 100000} \cdot 150 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2\right)$
R <sub>H</sub> > 5 kΩ o R <sub>S</sub> > 5 kΩ o R <sub>H</sub> e R <sub>S</sub> > 5kΩ	$\pm\left(7,5 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2\right)$

R<sub>E</sub>[Ω], R<sub>S</sub>[Ω] e R<sub>H</sub>[Ω] sono i valori visualizzati dallo strumento.

#### 9.3.3 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-5 (R<sub>E</sub>3P)

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore
Posizione	E <sub>1</sub>	0%
Tensione di alimentazione	E <sub>2</sub>	0% (e BAT spento)
Temperatura	E <sub>3</sub>	±0,2 cyfry/°C per R<1 kΩ ±0,07%/°C ±0,2cifre/°C per R≥1 kΩ
Tensione di interferenza seriale	E <sub>4</sub>	Secondo le formule del punto 9.2.1 (U <sub>N</sub> =3V 50/60Hz)
Resistenza delle sonde conficcate nel terreno	E <sub>5</sub>	Secondo la formula del punto 9.2.2

## 10 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 74 884 10 53 (Servizio clienti)

e-mail: [customerservice@sonel.com](mailto:customerservice@sonel.com)

sito web: [www.sonel.com](http://www.sonel.com)



### NOTA!

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

## NOTE

## NOTE

## NOTE





**SONEL S.A.**

Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica  
Polonia

**Servizio clienti**

tel. +48 74 884 10 53  
e-mail: [customerservice@sonel.com](mailto:customerservice@sonel.com)

[www.sonel.com](http://www.sonel.com)