

MANUALE D'USO

MISURATORE DELLA RESISTENZA DI TERRA

MRU-12



Spazio per impugnatura/gancio

Prese di misura

Avvio della misura

SET/SEL

- accesso impostazioni
- selezione cifra da modificare

ESC

- torna alla pagina precedente
- esce dalla funzione

Shift/selezione

- destra/sinistra
- su/giù

Conferma / Invio

Accensione strumento

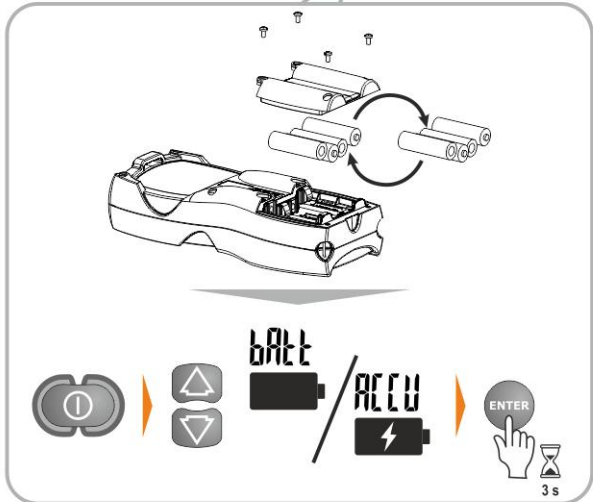
(pressione prolungata)

Spegnimento strumento

(pressione prolungata)

Accensione retroilluminatore

(pressione rapida)



3 s



MANUALE D'USO

**MISURATORE
DELLA RESISTENZA DI TERRA
MRU-12**



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

Versione 1.03 14.05.2026

Il misuratore MRU-12 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

1	Informazioni generali	5
1.1	Simboli di sicurezza	5
1.2	Sicurezza	6
2	Guida rapida	7
2.1	Accensione e spegnimento, retro-illuminatore display	7
2.2	Selezione dei parametri di misura generali	7
2.3	Richiamo dell'ultimo risultato di misura	7
3	Misure	10
3.1	Misura delle tensioni di disturbo DC + AC	10
3.2	Misura della resistenza di terra con metodo a 3 poli (R_{E3P})	11
3.3	Misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili (R_{E4P})	15
3.4	Misura della resistenza di terra con metodo a 2 poli (R_{E2P})	19
3.5	Misura della resistività del suolo (ρ)	21
3.5.1	Metodo del Wenner	21
3.5.2	Metodo del Schlumberger	22
3.5.3	Misure	22
4	Memorizzazione dei risultati di misura	25
4.1	Immissione dei risultati di misura in memoria	25
4.2	Modifica della cella e del banco di memoria	27
4.3	Visualizzazione dei dati in memoria	27
4.4	Cancellazione della memoria	28
4.4.1	Cancellazione del banco di memoria	28
4.4.2	Cancellazione dell'intera memoria	29
4.5	Trasmissione dati	30
4.5.1	Pacchetto di connessione al computer	30
4.5.2	Connessione al computer tramite modulo Bluetooth	30
4.5.3	Connessione al dispositivo mobile tramite modulo Bluetooth	31
5	Aggiornamento del software	32
5.1	Aggiornamento tramite programma di installazione	32
5.2	Aggiornamento tramite app mobile Sonel MeasureEffect	32
6	Alimentazione dello strumento	33
6.1	Monitoraggio della tensione di alimentazione	33
6.2	Sostituzione delle pile (batterie ricaricabili)	34
6.3	Regole generali sull'uso delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (NiMH)	35
7	Pulizia e manutenzione	35
8	Conservazione	35
9	Demolizione e smaltimento	36
10	Dati tecnici	36
10.1	Dati generali	36
10.2	Dati operativi	38
10.3	Dati aggiuntivi	39






10.3.1	Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione R_{E3P} , R_{E4P} , ρ	39
10.3.2	Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura della resistenza di terra per la funzione R_{E3P} , R_{E4P} , ρ ...	39
10.3.3	Incertezze ulteriori secondo EN IEC 61557-5 (R_{E3P})	39

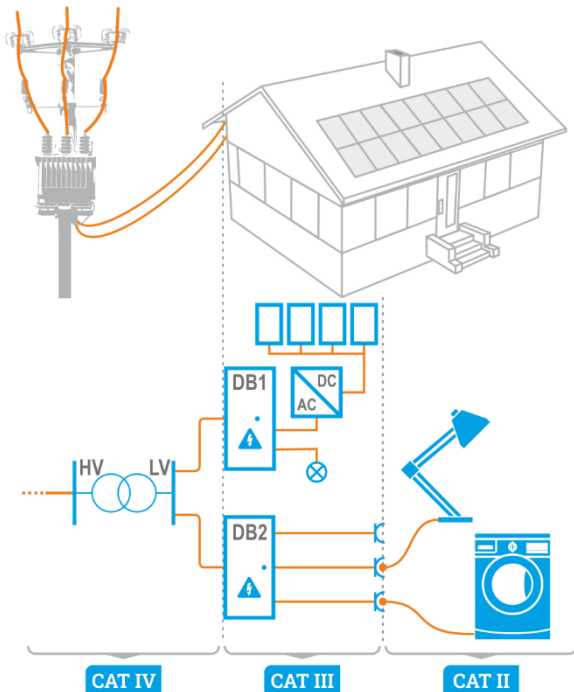
11 Fabbricante..... 40

1 Informazioni generali

1.1 Simboli di sicurezza

I seguenti simboli internazionali sono utilizzati sullo strumento e/o in questo manuale:

	Per ulteriori informazioni e spiegazioni, consultare il manuale d'uso		Doppio isolamento (classe di protezione)		Dichiarazione di conformità alle direttive dell'Unione Europea (<i>Conformité Européenne</i>)
	Non smaltire con altri rifiuti urbani		Attenzione, rischio di scossa elettrica		



Categorie di misura secondo la norma EN IEC 61010-2-030:

- **CAT II** – si applica alle misurazioni effettuate su circuiti direttamente collegati a impianti a bassa tensione,
- **CAT III** – si applica alle misurazioni effettuate su impianti degli edifici,
- **CAT IV** – si applica alle misurazioni effettuate alla fonte dell'impianto a bassa tensione.

1.2 Sicurezza

Lo strumento MRU-12 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-12 è progettato per misurare la resistenza di terra e 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 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 IEC 61557-1, -5.
- Il set può contenere accessori di terze parti. Per quanto riguarda il loro utilizzo sicuro, è vincolante la documentazione tecnica del produttore del rispettivo accessorio inclusa nel set.



- 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.
- Il presente manuale d'uso si riferisce ai misuratori con versione firmware ≥ 1.05 .



2 Guida rapida

2.1 Accensione e spegnimento, retro-illuminatore display



Per **accendere** e **spegnere** lo strumento, premere a lungo il tasto  (quando è spento, viene visualizzato **OFF**).

Per accendere/spegnere il **retroilluminatore** del display, premi rapidamente  con lo strumento acceso.



2.2 Selezione dei parametri di misura generali

①  +  Mantieni premuto **SET/SEL** e contemporaneamente accendi lo strumento; il display visualizzerà la pagina di selezione dei parametri generali.





Usa   per avanzare ai parametri successivi.



Usa   per modificare il valore del parametro. Il simbolo o il valore in modifica è lampeggiante.

② Configura i vari parametri in funzione della tabella.

③  /  Premi e mantieni premuto **ENTER** per salvare le modifiche e passare alle funzioni di misura (Premi e mantieni premuto finché non senti un segnale acustico – ca. 3 s) oppure premi **ESC** per uscire senza salvare e passare alle funzioni di misura.




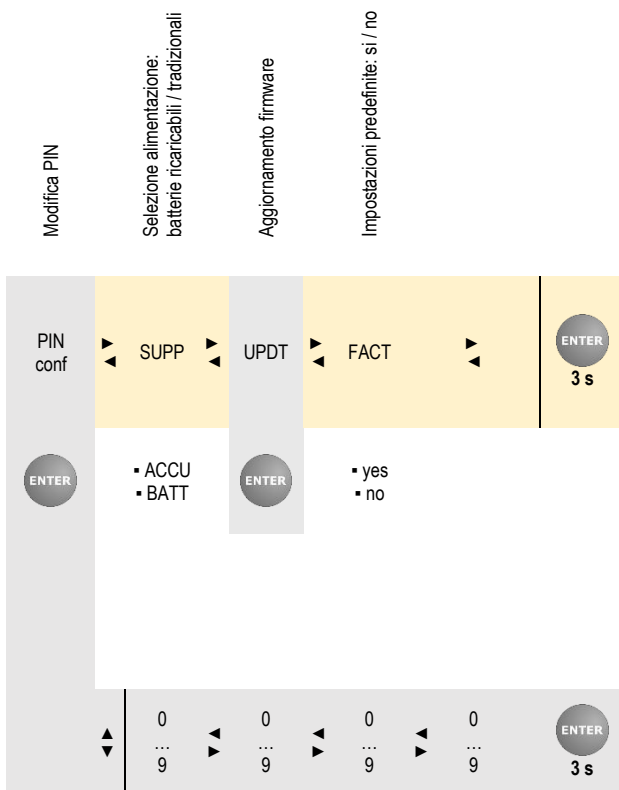
- **Alla prima accensione o dopo la sostituzione delle batterie** seleziona il tipo di alimentazione: batterie ricaricabili (ACCU) o pile (BATT). Nello stesso menu è possibile selezionare i parametri di misurazione generali.
- Configurazione del PIN – vedi la tabella **Impostazioni dello strumento**.
- Aggiornamento firmware - vedi tabella **Impostazioni dello strumento** e **sezione 4.5**.

2.3 Richiamo dell'ultimo risultato di misura

Il risultato dell'ultima misura rimane memorizzato fino a quando non viene attivata la misurazione successiva o non vengono modificati i parametri di misurazione. Utilizza il tasto **ESC** per tornare alla pagina iniziale di una determinata funzione e premi **ENTER** per visualizzare l'ultimo risultato di misura.

Impostazioni dello strumento – tabella

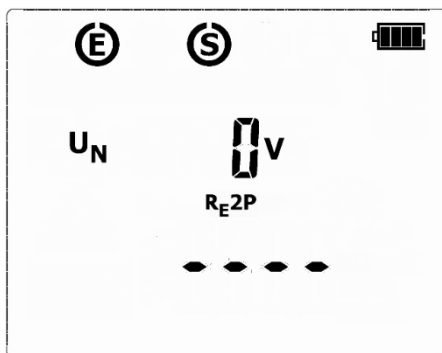
	Frequenza di rete	Unità di distanza tra gli elettrodi ausiliari	Segnalatore acustico: attivato / disattivato	Auto-OFF ▪ disabilitato ▪ tempo di auto-spegnimento	Comunicazione Bluetooth: abilitata / disabilitata
	f_N	DIST	BEEP	OFF	BT
▲ ▼	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 50 Hz ▪ 60 Hz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ m ▪ ft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ on ▪ off 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ - - - - ▪ 300 s ▪ 600 s ▪ 900 s 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mem ▪ rem ▪ off



3 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 garantiscano il massimo supporto possibile nell'esecuzione di tali rilievi.

3.1 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.

$U_N \text{ xxV!}$, $> 40V$ 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.

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

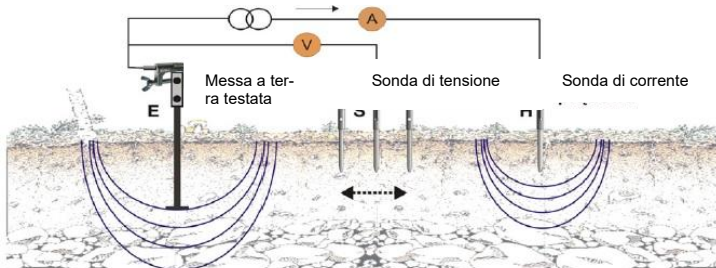
Dove xx è il valore della tensione di interferenza. Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.

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.

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

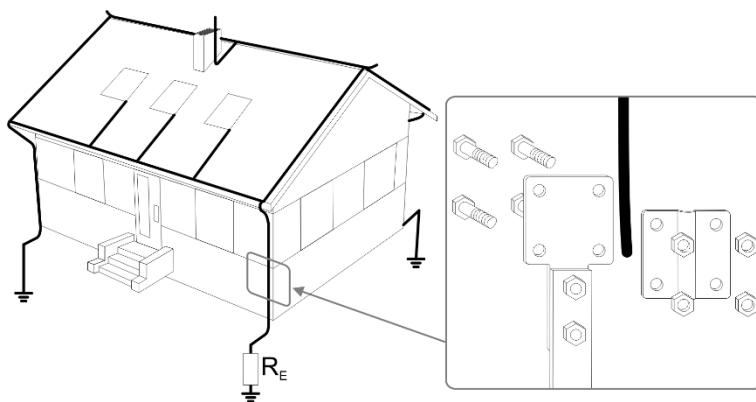
Il metodo più comunemente utilizzato per misurare la resistenza di terra è il metodo a tre poli, spesso indicato come il metodo della caduta di potenziale o il metodo tecnico. Durante la misurazione, si misura la caduta di tensione della messa a terra e la corrente che la attraversa calcolando la resistenza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



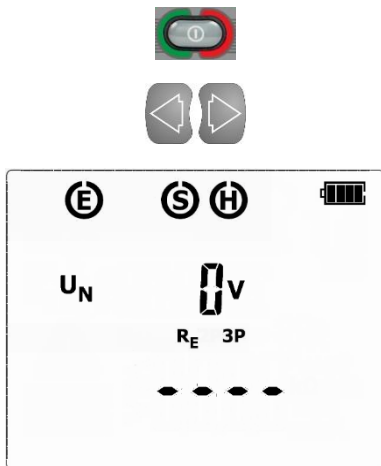
Il principio della misurazione della resistenza di terra con il metodo tecnico è descritto sopra. Nella figura è misurata la resistenza di terra R_E . Per effettuare la misurazione è necessario posizionare due elettrodi ausiliari aggiuntivi:

- 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

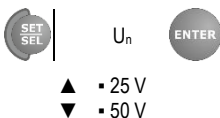


Accendi il misuratore con il pulsante **ON/OFF**.

Premi i tasti ◀▶ finché non viene visualizzata la schermata di misurazione **R_E3P**.

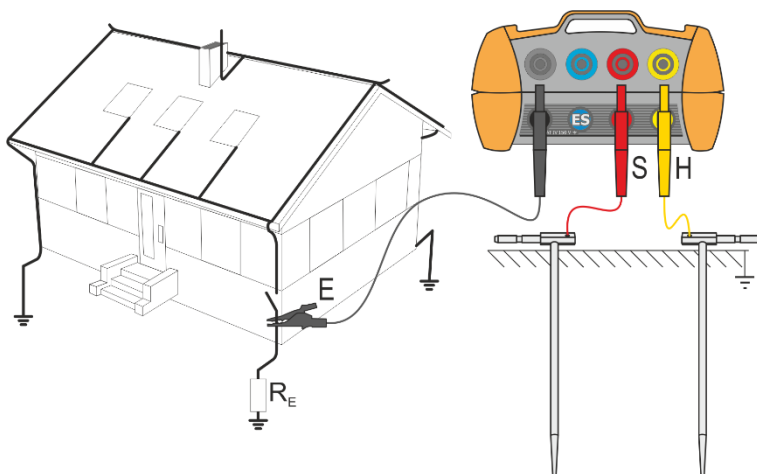
Lo strumento è in modalità di misurazione della tensione di disturbo tra i terminali di misurazione.

3



Imposta il valore di lunghezza dei cavi scegliendo una delle opzioni disponibili nella configurazione dei parametri generali.

4



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.

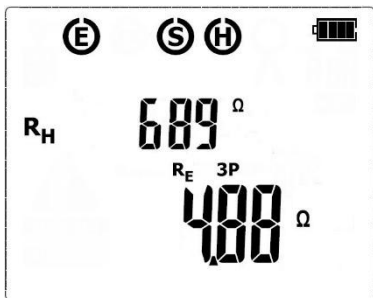
5



Premi il pulsante **START**.

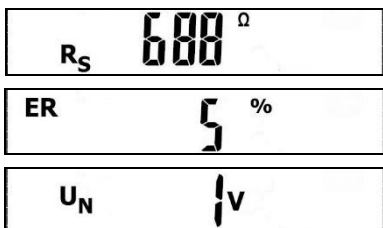
L'avanzamento della misurazione è indicato da trattini orizzontali crescenti sullo schermo.

6



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 **ENTER**.

7



Premendo i tasti $\blacktriangle \blacktriangledown$ è possibile visualizzare i sottomisurati:

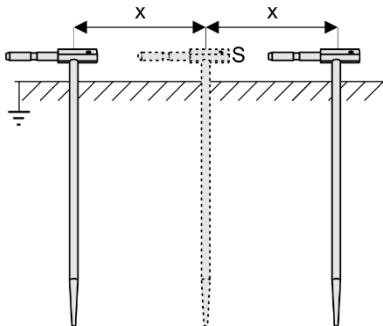
R_H – resistenza dell'elettrodo **H**

R_S – resistenza dell'elettrodo **S**

ER – ulteriore incertezza prodotta dagli elettrodi

U_N – tensione di disturbo

8



Ripeti le misure (**step 5, 6, 7**) 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. 10.3** 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 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 Ω

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

Cerchi lampeggianti:

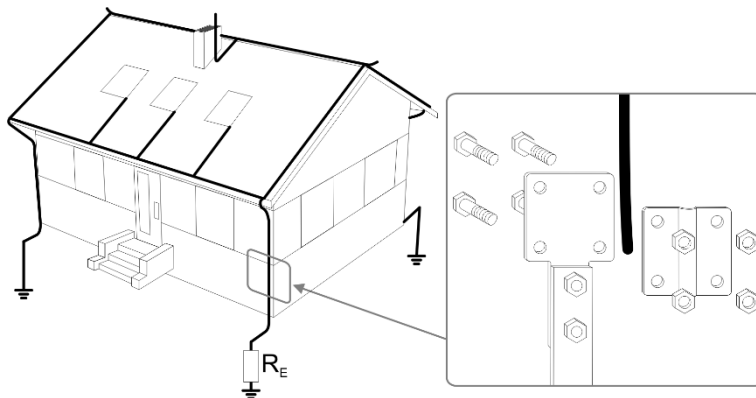


I cerchi dei simboli E o H o S o due o tutti e tre contemporaneamente lampeggiano: uno, due o tre cavi non collegati alle prese di misura, oppure resistenza dell'elettrodo o degli elettrodi ausiliari fuori dal campo di misura.

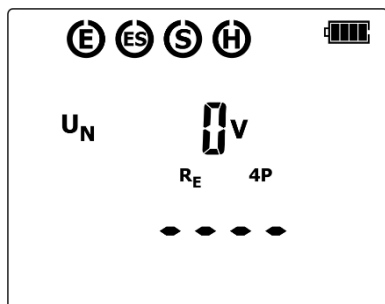
3.3 Misura della resistenza di terra con metodo a 4 fili (R_E4P)

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 pulsante **ON/OFF**.

Premi i tasti **◀▶** 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.

③



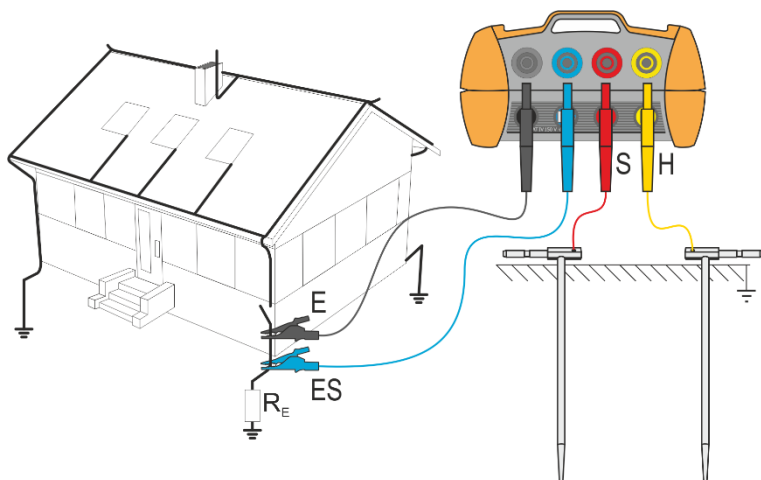
U_n



- ▲ • 25 V
- ▼ • 50 V

Imposta il valore di lunghezza dei cavi scegliendo una delle opzioni disponibili nella configurazione dei parametri generali.

4



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.

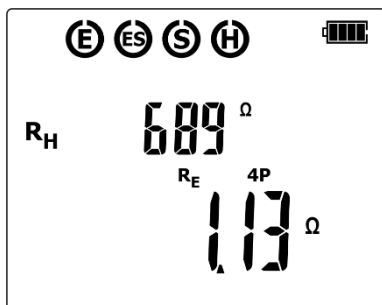
5



Premi il pulsante **START**.

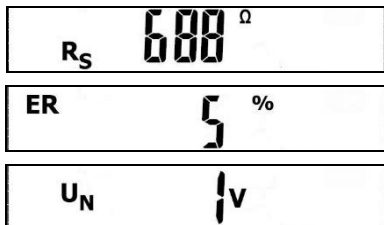
L'avanzamento della misurazione è indicato da trattini orizzontali crescenti sullo schermo.

6



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 **ENTER**.

7



Premendo i tasti ▲▼ è possibile visualizzare i sottorisultati:

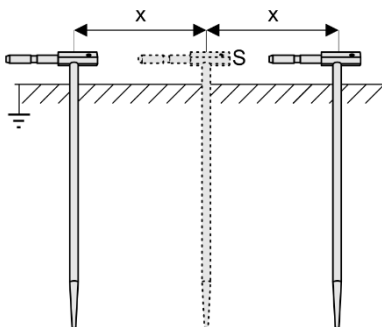
R_H – resistenza dell'elettrodo H

R_S – resistenza dell'elettrodo S

ER – ulteriore incertezza prodotta dagli elettrodi

U_N – tensione di disturbo

8



Ripeti le misure (**step 5, 6, 7**) 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. 10.3** 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 Ω

La resistenza degli elettrodi H e S o di uno di essi supera 19,9 k Ω , 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.

3.4 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

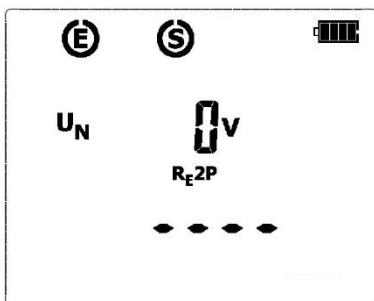


Accendi il misuratore con il pulsante **ON/OFF**.

2

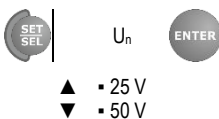


Premi i tasti ◀▶ finché non viene visualizzata la schermata di misurazione R_{E2P} .



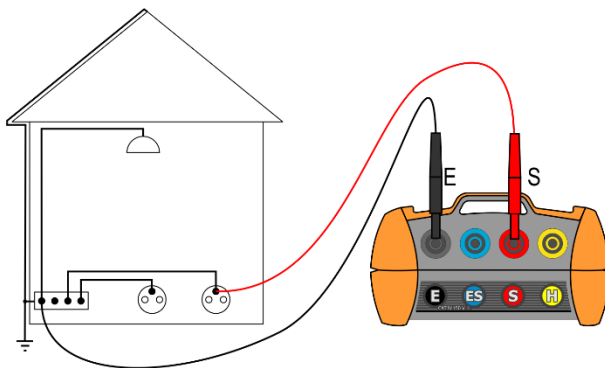
Lo strumento è in modalità di misurazione della tensione di disturbo tra i terminali di misurazione.

3



Imposta il valore di lunghezza dei cavi scegliendo una delle opzioni disponibili nella configurazione dei parametri generali.

4



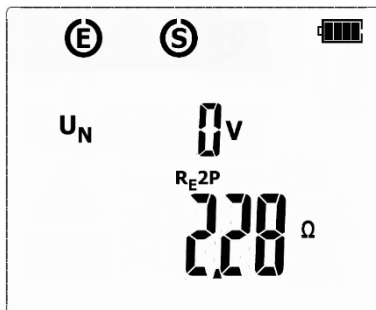
I cavi di misura vanno collegati alle prese di misura dello strumento come mostrato nella figura precedente.

5



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

6




Al termine della misurazione, viene visualizzato il risultato della misura effettuata: nella parte inferiore dello schermo, il risultato principale di **R_{E2P}** e nella parte superiore dello schermo, il risultato della tensione di interferenza **U_N** misurata. **Il risultato viene visualizzato per 20 s.** Può essere richiamato premendo il tasto **ENTER**.


Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore


R > 9999 Ω

Campo di misura superato.


U_N > 100 V, > 100 V e un segnale acustico continuo ,

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

NOISE! e 


U_N xxV, > 40 V e un segnale acustico continuo ,

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

NOISE! e 

U_N xxV, > 24 V,

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! e 

NOISE!

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

3.5 Misura della resistività del suolo (ρ)

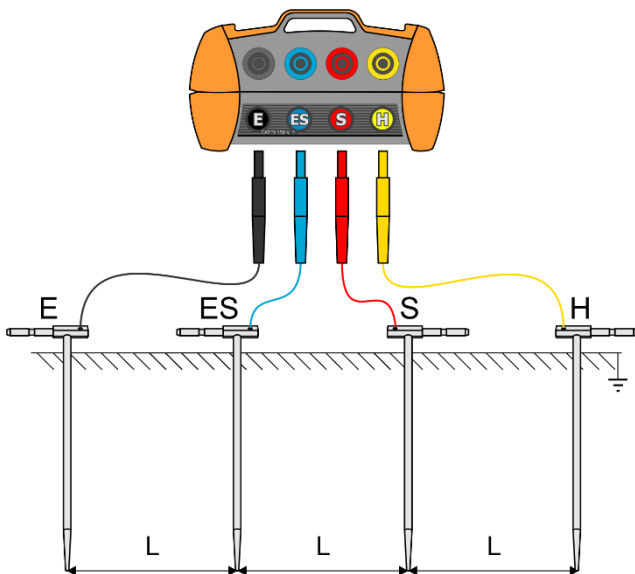
Per le misure di resistività del suolo - utilizzate come preparazione per la progettazione di impianti di messa a terra o in geologia - è prevista una funzione da parte: misura della resistività del suolo ρ . Il misuratore utilizza il metodo del Wenner e il metodo del Schlumberger.

3.5.1 Metodo del Wenner

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:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

Questo metodo presuppone distanze L uguali tra gli elettrodi.



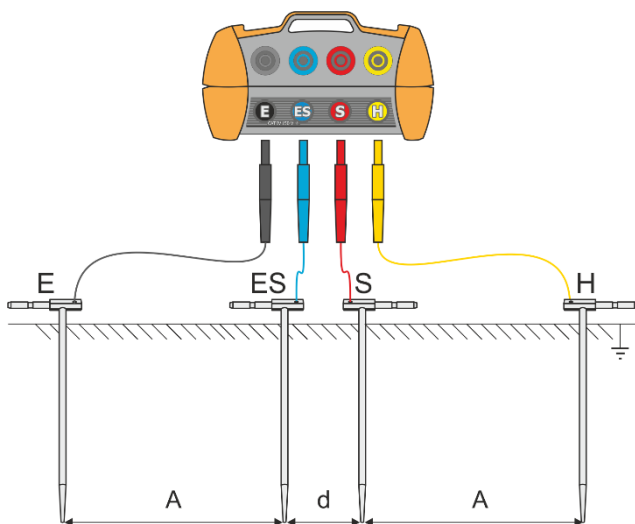
Conficca nel terreno, a uguale distanza l'uno dall'altro e in linea, 4 elettrodi ausiliari secondo la figura.

- 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.

3.5.2 Metodo del Schlumberger

W Il risultato della misurazione è un valore di resistività calcolato automaticamente secondo la formula:

$$\rho = \frac{\pi A(A+d)}{d} R_E$$



Conficca nel terreno, a uguale distanza l'uno dall'altro e in linea, 4 elettrodi ausiliari secondo la figura. La distanza tra gli elettrodi E ed ES e tra S e SH è uguale tra loro e allo stesso tempo è maggiore o uguale a 3 volte la distanza tra gli elettrodi ES e S ($A \geq 3 \cdot d$).

- 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.

3.5.3 Misure

- 1 Collegare il sistema di misura in base alla **sezione 3.5.1** o **sezione 3.5.2**.

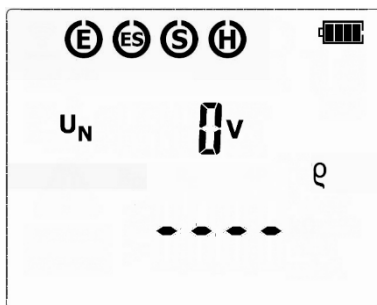
- 2



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



Premi i tasti ◀ ▶ finché non viene visualizzata la schermata di misurazione ρ .

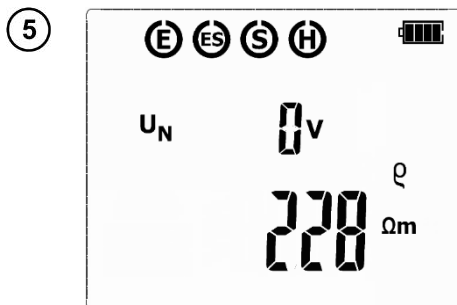


- 3 Imposta il valore di lunghezza dei cavi scegliendo una delle opzioni disponibili nella configurazione dei parametri generali.

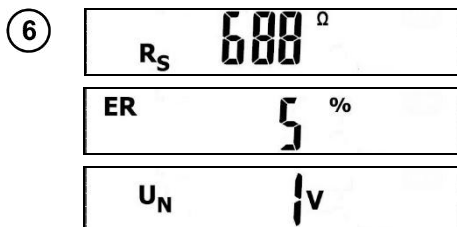
SET SEL	U_n	◀▶	Metodo di misurazione	◀▶	Distanza tra gli elettrodi ausiliari	ENTER
	▲ • 25 V		• L – Metodo del Wenner		• 1 m (Wenner) / 3 m (Schlumberger)	
	▼ • 50 V		• A d – Metodo del Schlumberger		• ...	
					• 50 m	



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



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



Premendo i tasti ▲▼ è possibile visualizzare i sottomisurati:

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.



- 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. 10.3 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



↳xxxkΩm o ↳xxxkΩft

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.

$U_N \text{ xxv}$; $> 40V$ 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.

$U_N \text{ xxv}$; $> 24V$, **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 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 Ω

La resistenza degli elettrodi H e S o di uno di essi supera 19,9 kΩ, 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 Memorizzazione dei risultati di misura

L'intera memoria è suddivisa in 10 banchi da 99 celle ciascuno. Siccome la memoria ha una allocazione di tipo dinamico, ogni cella può contenere una diversa quantità di singoli risultati. Ciò garantisce un utilizzo ottimale della memoria. Ogni risultato può essere salvato in una cella di un numero specificato e in un banco scelto, consentendo così all'operatore di assegnare i numeri di cella a determinati punti di misura e i numeri di banco alle strutture testate, e di effettuare le misure in qualsiasi sequenza potendole ripetere senza perdere altri dati.

Lo spegnimento dello strumento **NON comporta la cancellazione** dei dati salvati in memoria. I dati possono essere visualizzati a display in seguito o scaricati a computer. Anche il numero di cella e di banco viene mantenuto nella registrazione.



- Dopo ogni attribuzione di un risultato di misura ad una cella, il numero di cella viene automaticamente aumentato.
- Solo i risultati delle misure avviate con il tasto **START** possono essere immessi in memoria.
- Si consiglia di cancellare la memoria dopo aver scaricato i dati o prima di una nuova serie di misure.

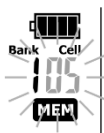
4.1 Immissione dei risultati di misura in memoria

1

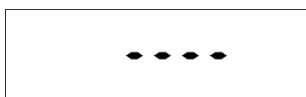


Dopo una misura, premi **ENTER**.

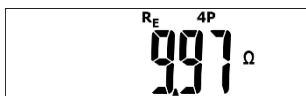
2



Lo strumento è in modalità di immissione in memoria. Seleziona il banco e il numero di cella (vedi **sezione 4.2**) oppure lascia quelli proposti.



La cella è vuota.



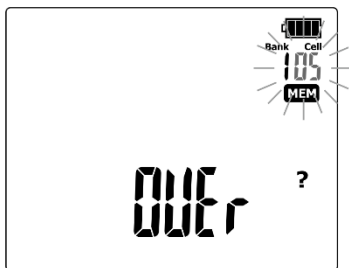
La cella contiene il risultato.

3



Conferma premendo **ENTER**.

4

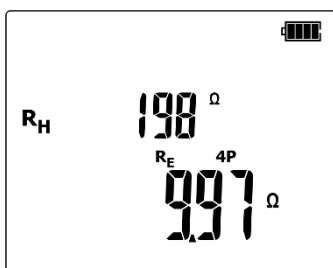


Il tentativo di sovrascrittura viene segnalato tramite un messaggio di avviso.



Premi **ENTER** per sovrascrivere il risultato oppure **ESC** per annullare il salvataggio.

5



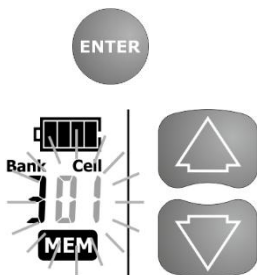
La schermata mostrata qui a sinistra compare per un momento accompagnata da tre brevi segnali acustici. Dopodiché lo strumento visualizza nuovamente l'ultimo risultato di misura.



I dati salvati includono un set completo di valori di prova (risultati principali e valori aggregati) per ogni specifica funzione di misura, compresi i parametri di configurazione di misura impostati sullo strumento.

4.2 Modifica della cella e del banco di memoria

①

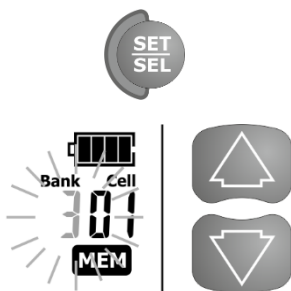


Dopo una misura, premi **ENTER**. Lo strumento entra in modalità "memorizzazione".

Il numero di cella lampeggia.

Usa le frecce ▲▼ per modificare il numero di cella.

②



Premi **SET/SEL** per selezionare l'elemento da attivare: (lampeggiante) cella o banco.

Il numero di banco lampeggia.

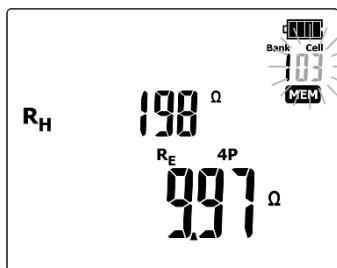
Usa le frecce ▲▼ per modificare il numero di banco.

4.3 Visualizzazione dei dati in memoria

①



- Accendi il misuratore.
- Premi i tasti ◀▶ finché non viene visualizzata la schermata **MEM**.



Ultima cella su cui è stato salvato un contenuto.

Il numero di cella lampeggia.

Premendo **SET/SEL** puoi decidere se navigare tra i banchi o le celle e tramite le frecce ▲▼ puoi selezionare il banco o cella da vuoi visualizzare. La selezione è attiva sul numero di cella/banco che lampeggia.

4.4 Cancellazione della memoria

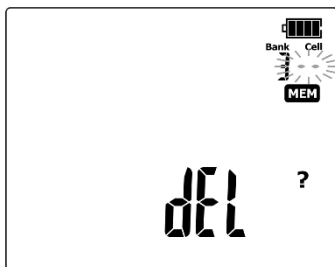
4.4.1 Cancellazione del banco di memoria

1



- Accendi il misuratore.
- Premi i tasti ◀▶ finché non viene visualizzata la schermata **MEM**.

2



Seleziona il numero di banco da cancellare, come descritto alla **sezione 4.2**.

Seleziona il numero di cella ◐◐ (prima di 1).

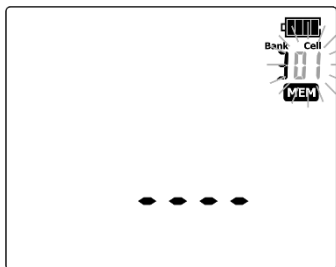
L'indicazione **del** significa che lo strumento è pronto a cancellare l'intero banco di memoria.

3



Premi **ENTER**. Il display mostra i simboli **Conf** e **!**, ed attende conferma.

4



Premi **ENTER** per confermare la cancellazione oppure **ESC** per annullare.

Lo stato di avanzamento della cancellazione è visualizzato sul display tramite scorrimento delle celle cancellate. Al termine, lo strumento emette tre brevi segnali acustici e imposta il numero di cella su 1.

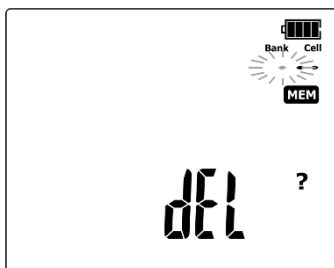
4.4.2 Cancellazione dell'intera memoria

1



- Accendi il misuratore.
- Premi i tasti ◀▶ finché non viene visualizzata la schermata **MEM**.

2



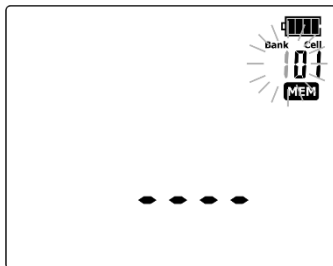
Seleziona il numero di banco ●●● (prima di 1).
L'indicazione **del** significa che lo strumento è pronto a cancellare l'intera memoria.

3



Premi **ENTER**. Il display mostra i simboli **Conf** e ⚠, ed attende conferma.

4



Premi **ENTER** per confermare la cancellazione oppure **ESC** per annullare.

Lo stato di avanzamento della cancellazione è visualizzato sul display tramite scorrimento delle celle e dei banchi cancellati. Al termine, lo strumento emette tre brevi segnali acustici e imposta il numero di cella e banco su 1.

4.5 Trasmissione dati

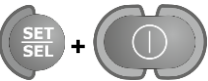




4.5.1 Pacchetto di connessione al computer

Per la trasmissione dei dati salvati dallo strumento verso il computer con successiva visualizzazione ed archiviazione dei dati, sono necessari un modulo Bluetooth e il software **Sonel Reader**, scaricabile gratuitamente dal sito web del fabbricante SONEL S.A.

Il software è compatibile con una ampia gamma di misuratori prodotti da SONEL S.A. dotati di interfaccia di connessione e trasmissione dati (USB e/o wireless).


Maggiori informazioni sono disponibili sul sito del produttore SONEL S.A.

4.5.2 Connessione al computer tramite modulo Bluetooth









- 1  Mantenendo premuto **SET/SEL**, accendi lo strumento ed attendi che il display visualizzi la schermata di selezione dei parametri di comunicazione (vedi **sezione 2.2**).
- 2  Usa le frecce ◀▶ per andare al parametro **BT**.
- 3  Usa le frecce ▲▼ per selezionare **mem** o **rem**.
- 4  Premi e mantieni premuto **ENTER** per salvare le modifiche.
Da questo momento il display visualizza l'icona .
- 5 Connetti il modulo Bluetooth ad una porta USB del PC, oppure utilizza il modulo Bluetooth integrato sul PC.
- 6 Associare il misuratore al computer. A tal fine, aggiungere questo misuratore nel menu Bluetooth del computer e inserire il codice PIN corrispondente al codice PIN nelle impostazioni principali del misuratore.
- 7 Sul computer, avvia l'esecuzione di **Sonel Reader**.




- Il codice PIN standard per la connessione Bluetooth è **1234**. Le impostazioni generali dello strumento sono specificate alla **sezione 2.2**.

- Durante la comunicazione e la trasmissione dei dati, il simbolo  lampeggia.

4.5.3 Connessione al dispositivo mobile tramite modulo Bluetooth

- ①  +  Mantenendo premuto **SET/SEL**, accendi lo strumento ed attendi che il display visualizzi la schermata di selezione dei parametri di comunicazione (vedi **sezione 2.2**).
- ②   Usa le frecce ◀▶ per andare al parametro **BT**.
- ③   Usa le frecce ▲▼ per selezionare **mem** o **rem**.
- ④  Premi e mantieni premuto **ENTER** per salvare le modifiche.
Da questo momento il display visualizza l'icona .
- ⑤ Associare il misuratore al computer. A tal fine, aggiungere questo misuratore nel menu Bluetooth del computer e inserire il codice PIN corrispondente al codice PIN nelle impostazioni principali del misuratore.
- ⑥ Installare l'applicazione **Sonel MeasureEffect Connect** sul dispositivo mobile.
- ⑦ Installare e avviare l'applicazione **Sonel MeasureEffect** sul dispositivo mobile.



- Il codice PIN standard per la connessione Bluetooth è **1234**. Le impostazioni generali dello strumento sono specificate alla **sezione 2.2**.
- Durante la comunicazione e la trasmissione dei dati, il simbolo  lampeggia.

5 Aggiornamento del software














5.1 Aggiornamento tramite programma di installazione

- 1 Scaricare il programma di installazione dell'aggiornamento dal sito web del fabbricante.
- 2 Installare il programma di installazione sul computer.
- 3 Associare il misuratore al computer. A tal fine, aggiungere questo misuratore nel menu Bluetooth del computer e inserire il codice PIN corrispondente al codice PIN nelle impostazioni principali del misuratore.
- 4 Avviare il programma di installazione e seguire i messaggi visualizzati.

5.2 Aggiornamento tramite app mobile Sonel MeasureEffect



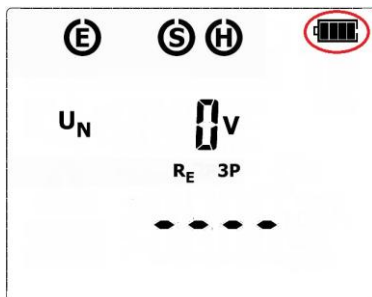
L'aggiornamento tramite app è possibile per i misuratori con firmware ≥ 1.05 .

- 1  Connettere il misuratore all'app mobile (vedi **sezione 4.5.3**).
- 2    Nell'app, andare alla sezione **Cartelle**, selezionare „Aggiungi” e quindi l'icona per il download dei dati dal misuratore. Apparirà il messaggio „Attivare la modalità aggiornamento nello strumento”.
- 3  Senza chiudere il messaggio „Attivare la modalità aggiornamento nello strumento”, spegnere il misuratore.
- 4  +  Mantenendo premuto **SET/SEL**, accendi lo strumento ed attendi che il display visualizzi la schermata di selezione dei parametri di comunicazione (vedi **sezione 2.2**).
- 5  Usa le frecce   per andare al parametro **UPDT**.
- 6  Tenere premuto **ENTER** per confermare l'avvio dell'aggiornamento. Nell'app apparirà una barra di avanzamento; ora è possibile chiudere il messaggio di richiesta aggiornamento. Quando la barra di avanzamento raggiunge il 99%, il misuratore si spegnerà automaticamente.
- 7  Accendi il misuratore.
- 8  La barra di avanzamento nell'app raggiungerà il 100% e scomparirà, sostituita da un messaggio di completamento dell'aggiornamento. Chiudere la finestra del messaggio. Il misuratore è pronto per inviare i dati all'applicazione.

6 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.

6.1 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.

6.2 Sostituzione delle pile (batterie ricaricabili)

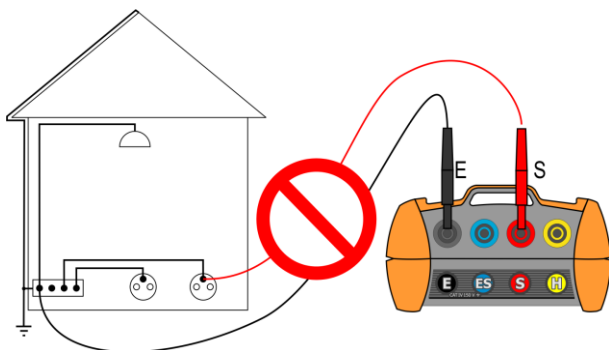
Il misuratore MRU-12 è alimentato da quattro pile alcaline LR6 o batterie ricaricabili NiMH di formato AA. Le pile o le batterie ricaricabili in uso sono alloggiati in un contenitore sul lato inferiore dell'involucro. Il dispositivo non dispone di un caricabatterie interno. Le batterie ricaricabili devono 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



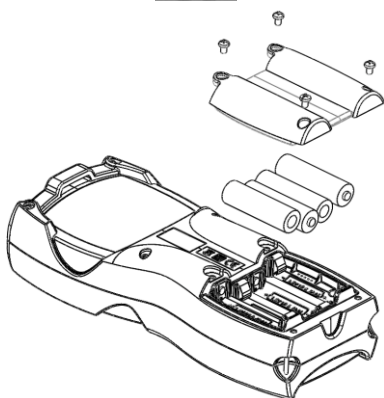
È obbligatorio scollegare il dispositivo dal l'oggetto.

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.



- 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.
- Dopo la sostituzione delle batterie, **imposta il tipo di alimentazione nel menu principale** poiché da ciò dipende l'indicazione del livello di carica corretto. Le caratteristiche di scarica delle batterie e delle batterie ricaricabili sono diverse.
- In caso di fuoriuscita del liquido delle pile all'interno del contenitore, restituire lo strumento al centro di assistenza.

6.3 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 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 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.

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	$\pm(10\% \text{ v.m.} + 1 \text{ cifra})$

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

- 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 IEC 61557-5.

Campo di misura secondo EN IEC 61557-5: 0,53 Ω ...9999 Ω per $U_N = 50$ V.

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

- 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 Ωm	0,01 Ωm	Dipende dall'incertezza di base della misurazione di R_E in un sistema 4p, ma non meno di ± 1 cifra
10,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 $k\Omega m$	0,01 $k\Omega m$	
10,0...99,9 $k\Omega m$	0,1 $k\Omega m$	
100...999 $k\Omega m$	1 $k\Omega m$	

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

Metodo di misurazione: metodo del Schlumberger, $\rho = \frac{\pi A(A+d)}{d} R_E$

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

- distanza tra gli elettrodi ausiliari (A): 3...50 m o 3...150 ft

Misura della resistenza degli elettrodi ausiliari R_H e R_S

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

10.2 Dati operativi

- a) tipo di isolamento secondo EN 61010-1 e EN IEC 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 IP65
- 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} , ρ 25 V o 50 V
- h) corrente di misura (corto circuito) per R_{E2P} , R_{E3P} , R_{E4P} , ρ >20 mA
- i) campo di misura secondo EN IEC 61557-5: 0,53 Ω ...9999 Ω per $U_n = 50$ V
- j) resistenza massima degli elettrodi ausiliari..... 20 k Ω
- k) alimentazione del misuratore 4x pila alcalina AA
 4x batterie ricaricabili NiMH di tipo AA
- l) numero di misurazioni per R_{E3P}>2000
 ($R_E=10$ Ω , $R_H=R_S=100$ Ω , 25 V 50 Hz, 2 misure/minuto, Bluetooth spento)
- m) tempo di misurazione della resistenza con:
- metodo a 2 poli (R_{E2P})<4 s
 - metodo a 3 poli (R_{E3P})<8 s
 - metodo a 4 fili (R_{E4P}).....<8 s
- n) dimensioni221 x 102 x 62 mm
- o) peso del misuratore con batterie ricaricabili.....710 g
- p) temperatura d'esercizio -10°C...+50°C
- q) temperatura di riferimento 23 \pm 2°C
- r) temperatura di conservazione -20...+60°C
- s) umidità relativa..... 20...90%
- t) umidità relativa nominale 40...60%
- u) altezza s.l.m. \leq 2000 m*
- v) tempo per Auto-Spegnimento 300, 600, 900 secondi o disattivo
- w) display a segmenti LCD
- x) capacità della memoria 990 celle
- y) metodo di trasmissione dati.....Bluetooth
- z) standard di qualità sviluppo, progettazione e produzione secondo la norma ISO 9001
- aa) metodo di misurazione tecnico, secondo EN IEC 61557-5
- bb) lo strumento soddisfa i requisiti di EMC secondo norme EN IEC 61326-1 e EN IEC 61326-2-2



Il fabbricante, SONEL S.A., dichiara che il tipo di apparecchiatura radio MRU-12 è conforme alla direttiva 2014/53/UE. Il testo completo della dichiarazione di conformità UE è disponibile al seguente indirizzo Internet: <https://sonel.pl/en/download/declaration-of-conformity/>

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.

10.3 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.

10.3.1 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione R_E3P , R_E4P , ρ

R_E	U_N	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	$\pm(0,003R_E + 0,4)U_Z$

10.3.2 Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura della resistenza di terra per la funzione R_E3P , R_E4P , ρ

R_H , R_S	Incertezza ulteriore [%]
$R_H \leq 5 \text{ k}\Omega$ e $R_S \leq 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 100000} \cdot 150 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$
$R_H > 5 \text{ k}\Omega$ o $R_S > 5 \text{ k}\Omega$ o R_H e $R_S > 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(7,5 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ e $R_H[\Omega]$ sono i valori visualizzati dallo strumento.

10.3.3 Incertezze ulteriori secondo EN IEC 61557-5 (R_E3P)

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore
Posizione	E ₁	0%
Tensione di alimentazione	E ₂	0% (e BAT spento)
Temperatura	E ₃	$\pm 0,2$ cyfry/ $^{\circ}\text{C}$ per $R < 1 \text{ k}\Omega$ $\pm 0,07\%$ / $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,2$ cifre/ $^{\circ}\text{C}$ per $R \geq 1 \text{ k}\Omega$
Tensione di interferenza seriale	E ₄	Secondo le formule del punto 9.2.1 ($U_N=3\text{V}$ 50/60Hz)
Resistenza delle sonde conficcate nel terreno	E ₅	Secondo la formula del punto 9.2.2

11 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

sito web: www.sonel.com



NOTA!

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



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia

Servizio clienti

tel. +48 74 884 10 53
e-mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com