

MANUALE D'USO

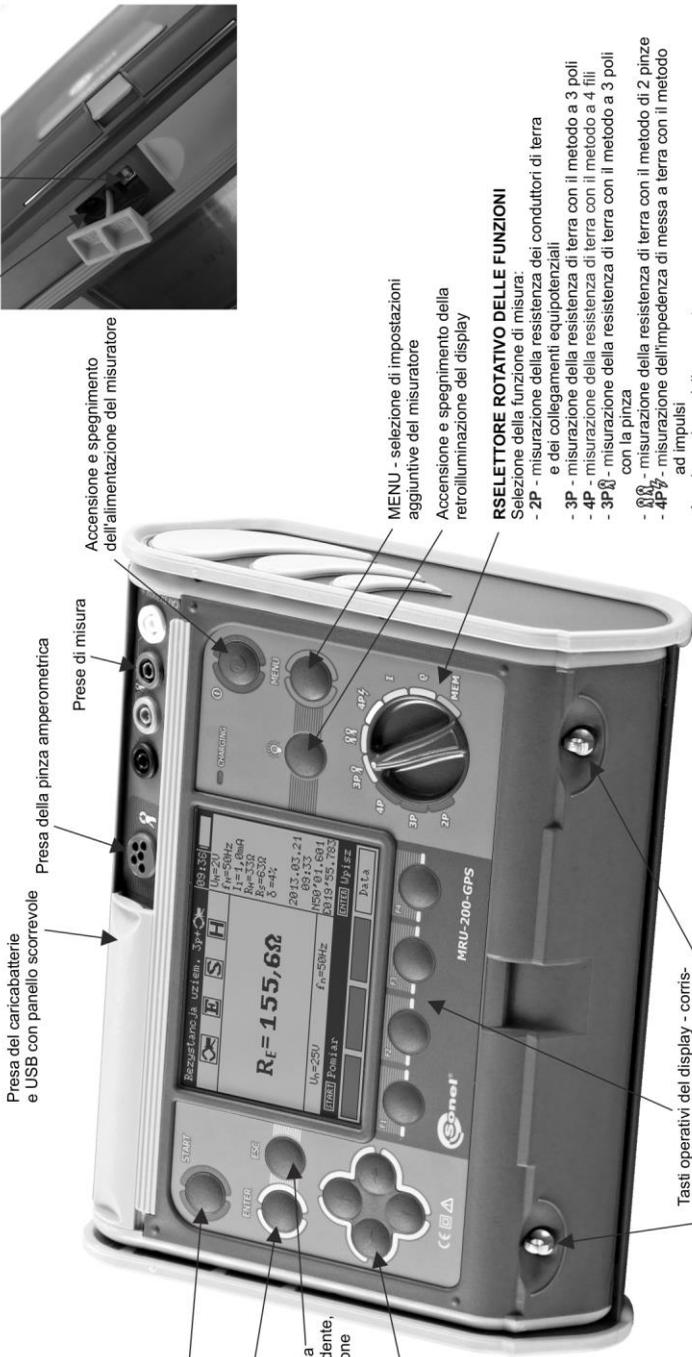
MISURATORE DELLA RESISTENZA DI TERRA

MRU-200 • MRU-200-GPS

MRU-200 / MRU-200-GPS



Presa USB



Presa del caricabatterie e USB con pannello scorrevole

Presa della pinza amperometrica

Prese di misura

Accensione e spegnimento dell'alimentazione del misuratore

Attivazione della procedura di misura

Conferma della selezione

ESC - ritorno - alla schermata precedente, uscita dalla funzione

Scorrimento/ selezione: destra/sinistra, su e giù

MENU - selezione di impostazioni aggiuntive del misuratore

Accensione e spegnimento della retroilluminazione del display

RSELETTORE ROTATIVO DELLE FUNZIONI

Selezione della funzione di misura:

- **2P** - misurazione della resistenza dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali
- **3P** - misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli
- **4P** - misurazione della resistenza di terra con il metodo a 4 fili
- **3P ϕ** - misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con la pinza
- **0.00** - misurazione della resistenza di terra con il metodo di 2 pinze
- **4P ϕ** - misurazione dell'impedenza di messa a terra con il metodo ad impulsi
- **I** - misurazione della corrente
- **R** - misura della resistività del suolo
- **MEM** - visualizzazione e cancellazione della memoria e trasmissione dei dati

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

Gancio per fissaggio delle cinghie



MANUALE D'USO

MISURATORE DELLA RESISTENZA DI TERRA

MRU-200 • MRU-200-GPS



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

Versione 2.02 28.07.2021

Il misuratore MRU-200 / MRU-200-GPS è un dispositivo di misurazione moderno e di alta qualità, facile e sicuro da usare. Tuttavia, la lettura di questo manuale aiuterà ad evitare errori di misurazione e a prevenire possibili problemi durante l'utilizzo dello strumento.

CONTENUTO

1 Sicurezza	5
2 Menu	6
2.1 <i>Trasmissione wireless</i>	6
2.2 MRU-200-GPS <i>Impostazioni GPS</i>	6
2.3 <i>Impostazioni delle misurazioni</i>	7
2.3.1 <i>Frequenza di rete</i>	7
2.3.2 <i>Taratura della pinza di misura</i>	8
2.3.3 <i>Impostazioni della resistività del suolo</i>	11
2.4 <i>Impostazioni del misuratore</i>	12
2.4.1 <i>Contrasto LCD</i>	12
2.4.2 <i>Retroilluminazione LCD</i>	12
2.4.3 <i>Impostazioni di AUTO-OFF</i>	12
2.4.4 <i>Impostazioni della visualizzazione</i>	13
2.4.5 <i>Data e ora</i>	13
2.4.6 <i>Scarica delle batterie ricaricabili</i>	13
2.4.7 <i>Aggiornamento del SW</i>	14
2.5 <i>Selezione della lingua</i>	14
2.6 <i>Informazioni sul produttore</i>	14
3 Misurazioni	15
3.1 <i>Misurazione della resistenza dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali (2P)</i>	15
3.2 <i>Taratura dei cavi di prova</i>	16
3.2.1 <i>Attivazione dell'azzeramento</i>	16
3.2.2 <i>Disattivazione dell'azzeramento</i>	17
3.3 <i>Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli (R_{E3P})</i>	18
3.4 <i>Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 4 fili (R_{E4P})</i>	21
3.5 <i>Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con la pinza (R_{E3P+C})</i>	24
3.6 <i>Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con adattatore ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)</i>	27
3.7 <i>Misurazione della resistenza di terra con il metodo di 2 pinze (2C)</i>	31
3.8 <i>Misurazione dell'impedenza di messa a terra con il metodo ad impulsi ($R_{E4P\downarrow}$)</i>	33
3.9 <i>Misurazione della corrente (I)</i>	37
3.10 <i>Misura della resistività del suolo (ρ)</i>	38
4 Memoria	41
4.1 <i>Inserimento dei risultati nella memoria</i>	41
4.2 <i>Cancellazione della memoria</i>	42
4.3 <i>Visualizzazione dei dati in memoria</i>	43
5 Trasmissione dati	44
5.1 <i>Set di attrezzature informatiche</i>	44
5.2 <i>Trasmissione dei dati tramite connessione USB</i>	44
5.3 <i>Trasmissione dati via Bluetooth</i>	44
6 Alimentazione dello strumento	46
6.1 <i>Monitoraggio della tensione di alimentazione</i>	46
6.2 <i>Sostituzione delle batterie ricaricabili</i>	46
6.3 <i>Sostituzione dei fusibili</i>	47
6.4 <i>Ricarica delle batterie</i>	48

6.5 Scarica delle batterie	49
6.6 Regole generali sull'uso delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (Ni-MH)	49
7 Pulizia e manutenzione	50
8 Stoccaggio	50
9 Demolizione e smaltimento	50
10 Dati tecnici	51
10.1 Dati generali	51
10.2 Dati ulteriori	54
10.2.1 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per le funzioni R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	54
10.2.2 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione della resistività del suolo (ρ)	54
10.2.3 Effetto degli elettrodi ausiliari sulle misure della resistenza di terra per le funzioni R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	54
10.2.4 Effetto degli elettrodi ausiliari sulle misure della resistenza di terra per la funzione della resistività del suolo (ρ)	55
10.2.5 Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura dell'impedenza di terra con il metodo ad impulsi ($R_{E4P \downarrow}$)	55
10.2.6 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con pinza ulteriore (R_{E3P+C})	55
10.2.7 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con il metodo a due pinze (2C)	56
10.2.8 Effetto del rapporto tra la resistenza misurata dalla pinza del ramo della terra multipla e la resistenza risultante (R_{E3P+C})	56
10.2.9 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-4 (2P)	56
10.2.10 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C})	56
11 Accessori	57
11.1 Accessori standard	57
11.2 Accessori opzionali	58
12 Posizioni del coperchio del misuratore	59
13 Fabricante	59

1 Sicurezza

Lo strumento MRU-200 / MRU-200-GPS 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-200 / MRU-200-GPS è progettato per misurare la resistenza di terra e i collegamenti di protezione ed equipotenziali, la resistività del suolo e la misurazione della corrente elettrica a pinza. Qualsiasi uso diverso da quelli specificati in questo manuale può provocare danni allo strumento e costituire una fonte di grave pericolo per l'utente.
- L'apparecchio deve essere utilizzato solo da persone qualificate, in possesso delle autorizzazioni richieste per eseguire misurazioni su impianti elettrici. L'utilizzo dello strumento da parte di persone non autorizzate può provocare danni al dispositivo e costituire una fonte di grave pericolo per l'utente.
- L'uso di questo manuale non esclude la necessità di rispettare le norme di salute e sicurezza sul lavoro e le altre norme di protezione antincendio applicabili richieste per l'esecuzione di un particolare tipo di lavoro. Prima di procedere con i lavori utilizzando il dispositivo in condizioni speciali, ad esempio in atmosfera esplosiva o infiammabile, è necessario consultare il responsabile della sicurezza e dell'igiene sul lavoro.
- È inammissibile usare lo strumento se:
 - ⇒ il misuratore danneggiato, completamente o parzialmente fuori servizio,
 - ⇒ i cavi con isolamento danneggiato,
 - ⇒ il misuratore conservato per un periodo di tempo eccessivo in condizioni ambientali non idonee (ad es., umido). **Dopo aver spostato lo strumento da un ambiente freddo a uno caldo con alta umidità, non eseguire misurazioni finché lo strumento non si riscalda alla temperatura ambiente (circa 30 minuti).**
- Prima di iniziare la misurazione, controllare che i cavi siano collegati alle prese di misurazione appropriate.
- Non utilizzare il dispositivo con il coperchio delle pile (batterie ricaricabili) non chiuso bene o aperto, o utilizzare le fonti di energia diverse da quelle specificate in questo manuale.
- Gli ingressi del misuratore sono protetti elettronicamente contro il sovraccarico, ad es. a causa di una connessione accidentale alla rete elettrica:
 - per tutte le combinazioni di ingressi - fino a 276 V per 30 secondi.
- Le riparazioni possono essere effettuate solo da un centro di assistenza autorizzato.
- Lo strumento è conforme alle norme EN 61010-1 e EN 61557-1, -4, -5.

Nota:

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

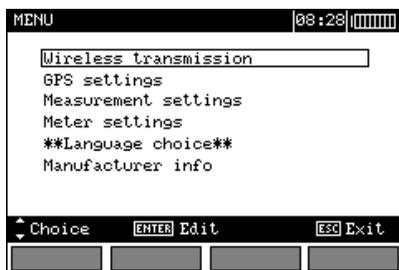
2 Menu

Il menu è disponibile in qualsiasi posizione del selettore rotativo.

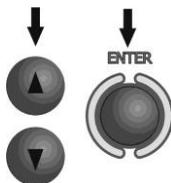
①



Premi il tasto **MENU**.



②



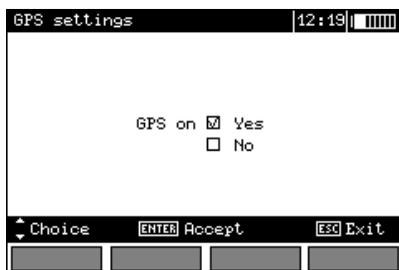
Con i tasti ▲, ▼ seleziona la posizione desiderata. Con il tasto **ENTER** accedi alla posizione selezionata.

2.1 Trasmissione wireless

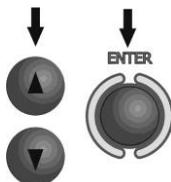
Questo argomento è presentato nella sezione 5.3.

2.2 **MRU-200-GPS** Impostazioni GPS

①



②



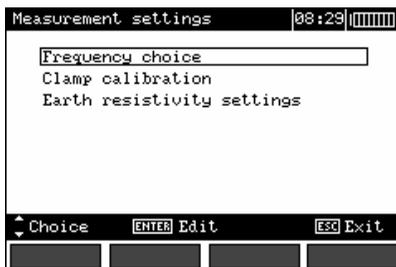
Attiva o disattiva GPS con i tasti ▲, ▼. Conferma con il tasto **ENTER**.

Attenzione:

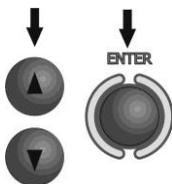
- L'attivazione del GPS durante le misure di resistenza (resistività) è segnalata da un'icona nell'angolo superiore sinistro del display. L'icona lampeggiante indica che il segnale è in fase di ricerca. L'icona smette di lampeggiare e diventa fissa quando viene trovato un segnale satellitare.

2.3 Impostazioni delle misurazioni

①



②

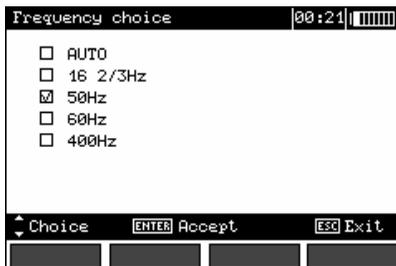


Con i tasti ▲, ▼ seleziona la posizione desiderata. Con il tasto **ENTER** accedi alla posizione selezionata.

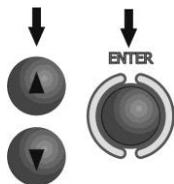
2.3.1 Frequenza di rete

Determinare la frequenza di rete, che è la fonte di potenziali interferenze, è necessario per selezionare la frequenza appropriata del segnale di misura. Solo una misurazione con la frequenza opportunamente selezionata del segnale di misurazione può garantire un filtraggio ottimale delle interferenze. Il misuratore è progettato per filtrare le interferenze provenienti dalle reti 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz e 400 Hz. Il dispositivo è dotato altresì di una funzione di determinazione automatica di questo parametro (impostazione della frequenza di rete = AUTO), in base ai risultati della misura della tensione di interferenza eseguita prima della misura della resistenza di terra. Questa funzione è attiva quando la tensione di interferenza $U_N \geq 1$ V. Altrimenti il misuratore prende l'ultimo valore di frequenza selezionato dal MENU.

①



②



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

2.3.2 Taratura della pinza di misura

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

Taratura della pinza rigida

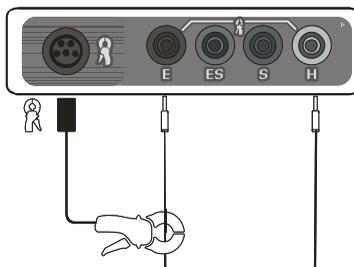
①



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

②

Esegui le istruzioni visualizzate sullo schermo qui sotto.



③

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



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

Taratura della pinza flessibile (utilizzando l'adattatore ERP-1)

1



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

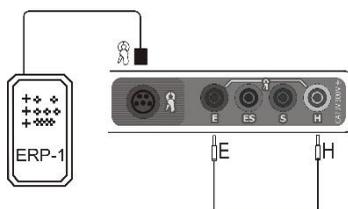
2

Come indicato sullo schermo del misuratore, cortocircuita le prese H ed E con un cavo.



3

Collega l'adattatore ERP-1 alla presa della pinza del misuratore.



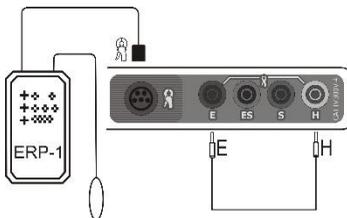
4



Accendi l'adattatore ERP-1.

5

Collega la pinza flessibile all'adattatore ERP-1.

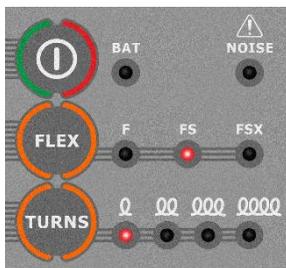


6

Avvolgi la pinza intorno al cavo dal punto 2 (massimo 4 volte).

7

Nell'adattatore ERP-1, utilizza i pulsanti **FLEX** e **TURNS** per selezionare la pinza e il numero di avvolgimenti secondo la condizione attuale intorno al filo dal punto 2.



8



Premi il tasto **START** del misuratore MRU.

9

Se calibrazione è avvenuta con successo, sullo schermo apparirà la seguente schermata.



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

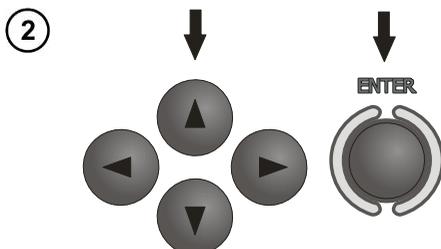
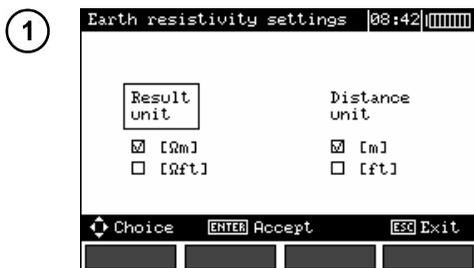
Nota:

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

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

Messaggio	Causa	Modalità di procedere
ERROR: CLAMP NOT CONNECTED OR NOT PUT ON WIRE CONNECTED TO H AND E SOCKET!	Pinza non collegata	Controllare che la pinza sia collegata allo strumento o che sia agganciata al cavo dove lo strumento forza il flusso di corrente.
ERROR: WIRE NOT CONNECTED TO H AND E TERMINAL! CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Nessun cavo	Controllare i collegamenti.
ERROR: CALIBRATION COEFFICIENT OUT OF RANGE. CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Coefficiente di calibrazione errato	Controllare la qualità dei collegamenti e/o sostituire la pinza

2.3.3 Impostazioni della resistività del suolo



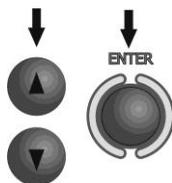
Usa i pulsanti ▲ ▼ ◀ ▶ per selezionare l'unità di risultato e la distanza. Conferma con il tasto **ENTER**.

2.4 Impostazioni del misuratore

①



②



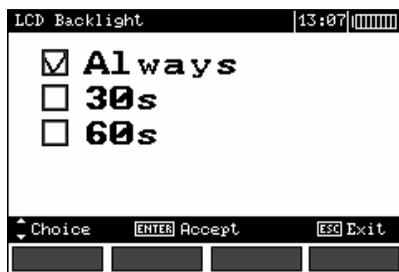
Con i tasti ▲, ▼ seleziona la posizione desiderata. Conferma con il tasto ENTER.

2.4.1 Contrasto LCD

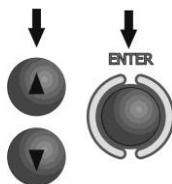
Imposta il valore del contrasto con i pulsanti ▲ e ▼; premi ENTER per confermare.

2.4.2 Retroilluminazione LCD

①



②



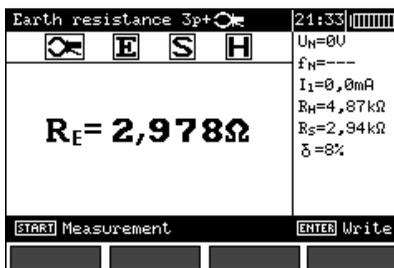
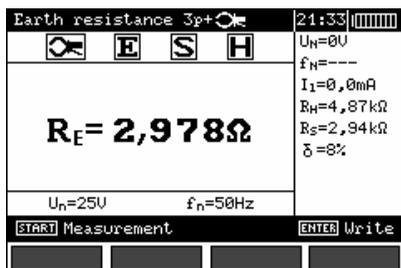
Con i tasti ▲, ▼ seleziona l'opzione desiderata. Conferma con il tasto ENTER.

2.4.3 Impostazioni di AUTO-OFF

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

2.4.4 Impostazioni della visualizzazione

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

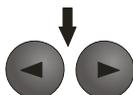


2.4.5 Data e ora

①

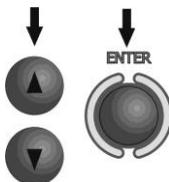


②



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

③



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

2.4.6 Scarica delle batterie ricaricabili

Procedura descritta in dettaglio nella sezione 6.5.

2.4.7 Aggiornamento del SW

ATTENZIONE!

Caricare le batterie prima della programmazione.

Non spegnere lo strumento e non scollegare il cavo di trasmissione quando la programmazione è in corso.

Prima di procedere con l'aggiornamento del software, scarica il software per programmare il misuratore dal sito web del produttore (www.sonel.pl) installalo sul computer e collega il misuratore al computer.

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

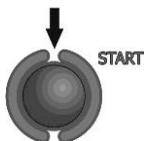
2.5 Selezione della lingua

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

2.6 Informazioni sul produttore

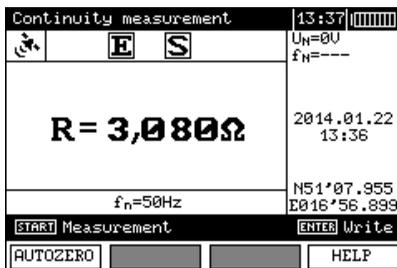
Usando i tasti ▲ e ▼ imposta **Informazioni sul produttore** nel MENU principale, premi il tasto **ENTER**.

3



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

4



Leggi il risultato.
MRU-200-GPS La data, l'ora e le coordinate GPS sono visualizzate sul lato destro.

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

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

R>19,99kΩ	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

3.2 Taratura dei cavi di prova

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

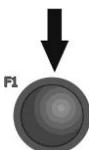
3.2.1 Attivazione dell'azzeramento

1



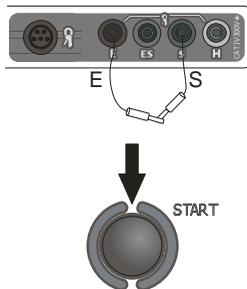
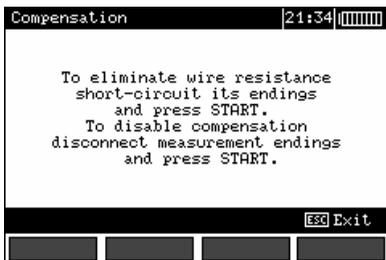
Accendi il misuratore. Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **2P**.

2



Premi il tasto **F1**.

3 Segui i passi sullo schermo.



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



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

3.2.2 Disattivazione dell'azzeramento

1



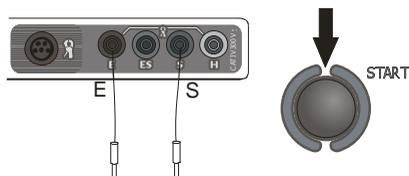
Accendi il misuratore. Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **2P**.

2



3

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



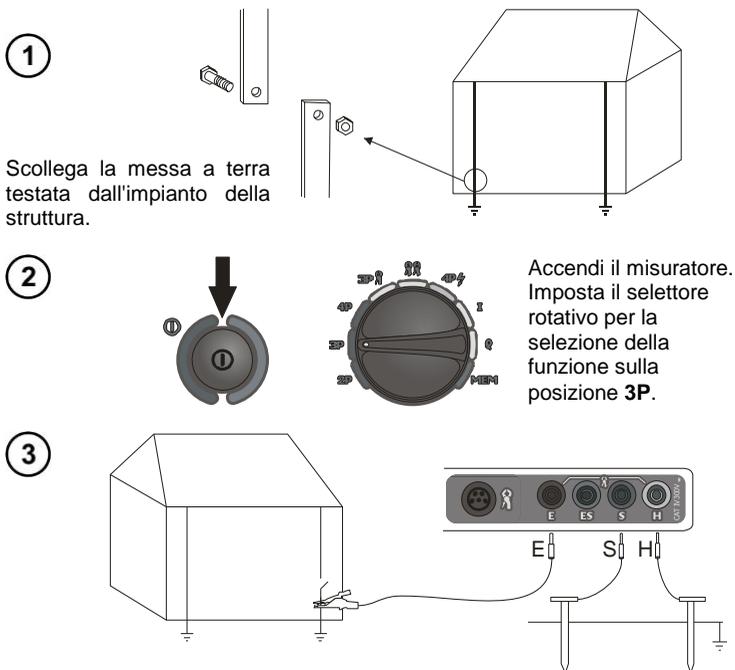
Quando l'eliminazione dell'azzeramento automatico è completa, lo schermo non mostrerà il messaggio **AUTOZERO**.

Nota:

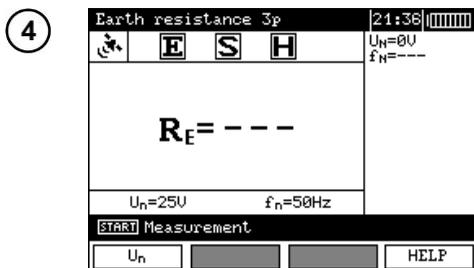
- È sufficiente eseguire la compensazione una volta per i rispettivi cavi di misura. Essa viene anche memorizzata dopo lo spegnimento dello strumento fino alla successiva procedura di autoazzeramento riuscita.

3.3 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli (R_{E3P})

Il tipo di base della misurazione della resistenza di terra è la misurazione con metodo a 3 poli.

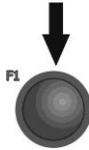


Collega l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa H del misuratore, Collega l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa S del misuratore, Collega il dispersore testato con un cavo alla presa E del misuratore, Il dispersore testato e gli elettrodi di corrente e di tensione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

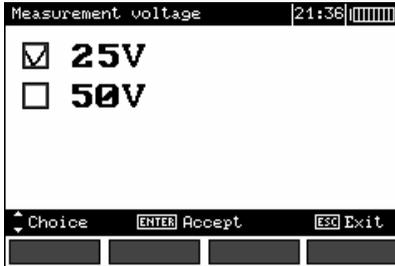


Il misuratore è pronto per la misura. Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo e la sua frequenza. La barra di impostazione indica la frequenza di rete impostata in MENU.

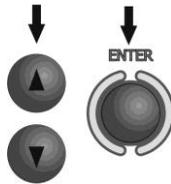
5



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

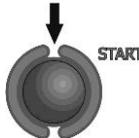


6



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

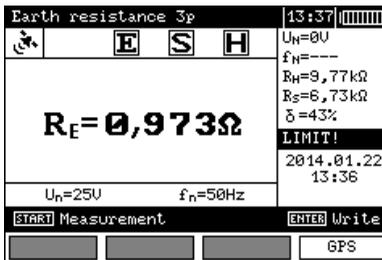
7



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

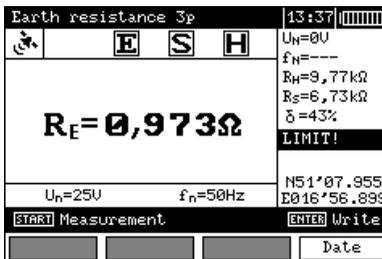
8

Leggi il risultato.



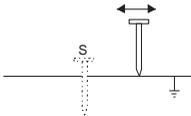
- ← Resistenza dell'elettrodo di corrente
- ← Resistenza dell'elettrodo di tensione
- ← Valore dell'incertezza ulteriore dovuta alla resistenza degli elettrodi
- Visualizzato quando $\delta > 30\%$

MRU-200-GPS Premendo il tasto **F4** è possibile visualizzare le coordinate GPS.



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

9



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

Nota:



La misura 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. E' vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.

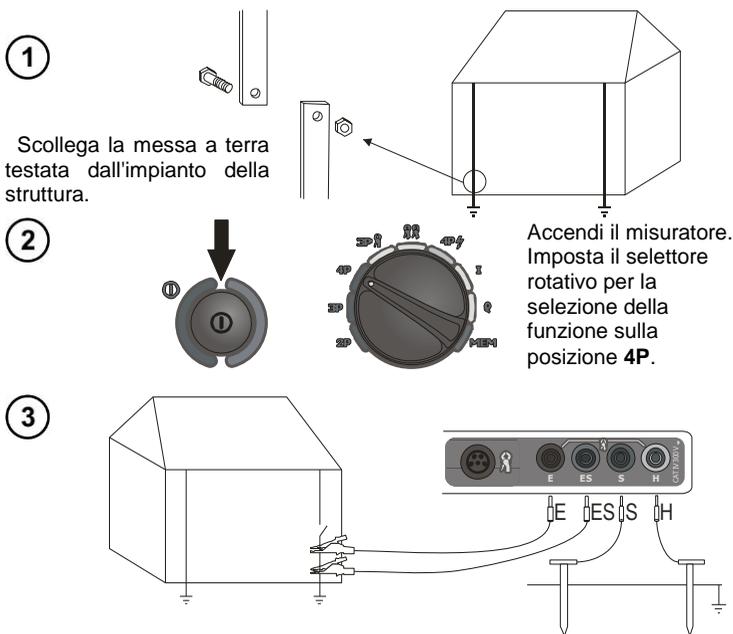
- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura
- il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.
- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore R_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza a terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto del elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui la sonda è stato conficcato nel suolo, conficcarlo di nuovo in un punto diverso o usando un elettrodo di 80 cm. Anche i cavi di misura devono essere controllati - se l'isolamento non è danneggiato e i contatti: cavo - spina a banana - elettrodo non sono corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.
- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: "**Le resistenze degli elettrodi R_H e R_S sono superiori a 19,9 kΩ! La misurazione non è possibile!**".
- La calibrazione effettuata dal produttore non tiene conto della resistenza dei cavi di misura. Il risultato visualizzato dal misuratore è una somma della resistenza dell'oggetto misurato e della resistenza dei cavi.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

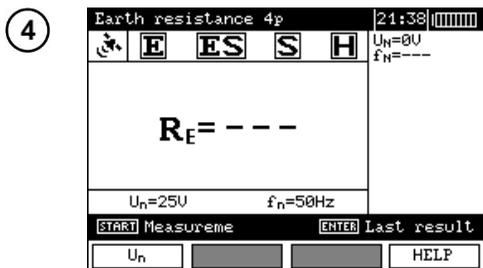
$R_E > 19,99 \text{ k}\Omega$	Campo di misura superato.
$U_N > 40 \text{ V}$! e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
$U_N > 24 \text{ V}$!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incetezza sulla resistenza dell'elettrodo > 30%. (Per il calcolo dell'incetezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incetENZE.

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

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

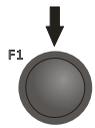


Collega l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa **H** del misuratore. Collega l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa **S** del misuratore. Collega il dispersore testato con un filo alla presa **E** del misuratore. Collega la presa **ES** al dispersore testato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

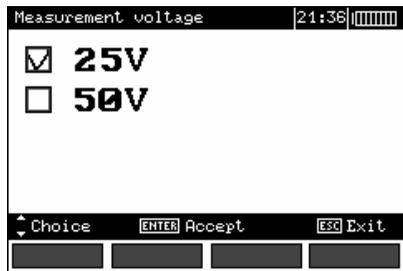


Il misuratore è pronto per la misura. Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo e la sua frequenza. La barra di impostazione indica la frequenza di rete impostata in MENU.

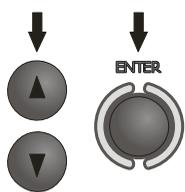
5



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

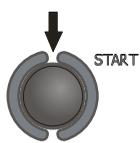


6



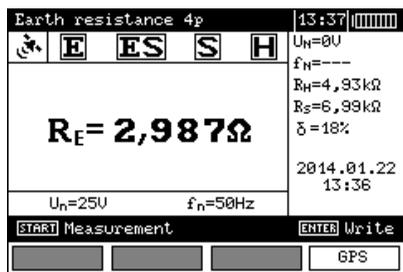
Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la tensione di misura; premi il tasto ENTER per confermare.

7



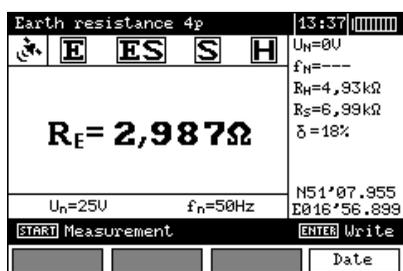
Premi il tasto START per avviare la misurazione.

8



Leggi il risultato.

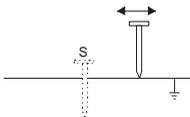
- ← Resistenza dell'elettrodo di corrente
- ← Resistenza dell'elettrodo di tensione
- ← Valore dell'incertezza ulteriore dovuta alla resistenza degli elettrodi



MRU-200-GPS premendo il tasto F4 è possibile visualizzare le coordinate GPS.

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

9



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

Nota:



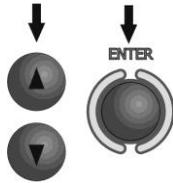
La misurazione della resistenza di terra può essere eseguita se la tensione di interferenza non supera i 24 V. La tensione di interferenza è misurata fino a 100 V. E' vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.

- 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 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 a terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è stato 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 - se l'isolamento non è danneggiato e i contatti: cavo - spina a banana - sonda non sono corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.
- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9k Ω , il misuratore visualizza l'apposito messaggio: **"Le resistenze degli elettrodi R_H e R_S sono superiori a 19,9 k Ω ! La misurazione non è possibile!"**.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

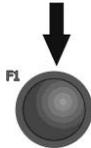
$R_E > 19,99k\Omega$	Campo di misura superato.
$U_N > 40V!$ e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
$U_N > 24V!$	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza dell'elettrodo > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

4

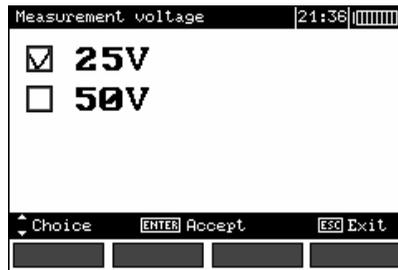


Utilizza i tasti ▲, ▼ per selezionare la misura C-3, premi **ENTER**.

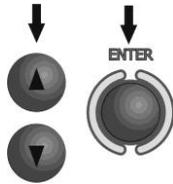
5



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

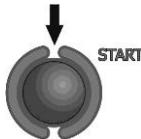


6



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

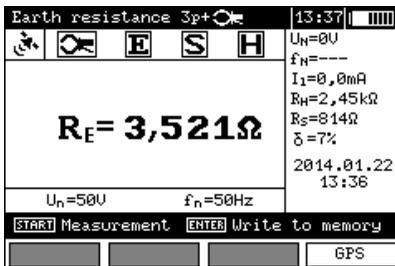
7



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

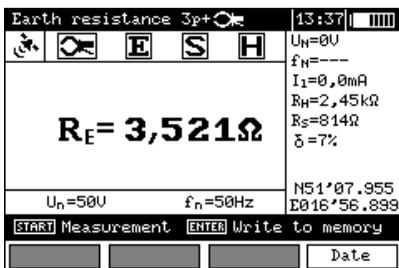
8

Leggi il risultato.



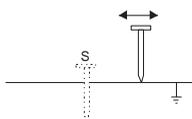
← Resistenza dell'elettrodo di corrente
 ← Resistenza dell'elettrodo di tensione
 ← Valore dell'incertezza ulteriore dovuta alla resistenza degli elettrodi

MRU-200-GPS premendo il tasto **F4** è possibile visualizzare le coordinate GPS.



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

9



Ripeti le misure (punti 2 e 5) spostando l'elettrodo di tensione S di diversi metri: allontanandolo e avvicinandolo al dispersore da misurare. Se i risultati delle misurazioni R_E differiscono tra di loro di più del 3%, allora si deve aumentare notevolmente la distanza dell'elettrodo di corrente dal dispersore misurato e ripetere le misurazioni.

Nota:

La pinza flessibile non è adatta a questa misurazione.

La misura 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. E' vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.

- La pinza non fa parte della dotazione di base del misuratore e deve essere acquistata separatamente.
- La pinza deve essere calibrata prima del suo primo utilizzo. Può essere calibrata periodicamente per evitare gli effetti dell'invecchiamento che potrebbe incidere sulla precisione della misurazione. L'opzione di calibrazione della pinza si trova nel **MENU**.
- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura
- il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.
- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore R_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza a terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di

misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è stato 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 - se l'isolamento non è danneggiato e i contatti: cavo - spina a banana - elettrodo non sono corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.

- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: "**Le resistenze degli elettrodi R_H e R_S sono superiori a 19,9 kΩ! La misurazione non è possibile!**".

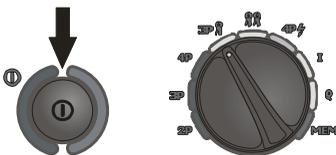
- La calibrazione effettuata dal produttore non tiene conto della resistenza dei cavi di misura. Il risultato visualizzato dal misuratore è una somma della resistenza dell'oggetto misurato e della resistenza dei cavi.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

R_E>1999Ω	Campo di misura superato.
U_N>40V! e un segnale acustico continuo 	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
U_N>24V!	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza dell'elettrodo > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
I_L>max	Troppa corrente di interferenza, l'errore di misurazione può essere più grande di quello di base.

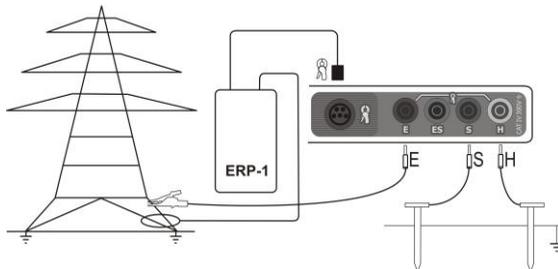
3.6 Misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con adattatore ERP-1 (R_E3P+ERP-1)

1



Accendi il misuratore. Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **3P** .

2



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

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

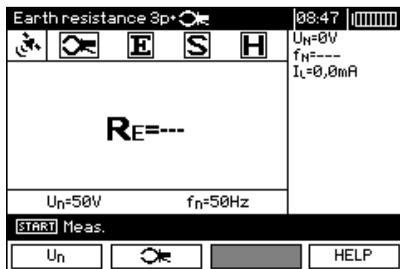
Collega la gamba del traliccio testata con un cavo alla presa **E** del misuratore.

Il traliccio testato e gli elettrodi di corrente e di tensione devono essere posizionati in una linea.

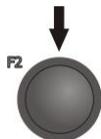
Aggancia la pinza alla gamba del traliccio testata sotto il punto di collegamento del cavo **E**.

3

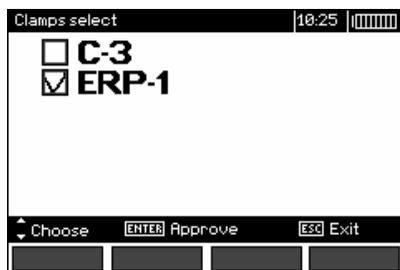
Seleziona la tensione di misura come alla sezione 3.5.



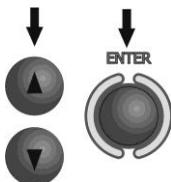
4



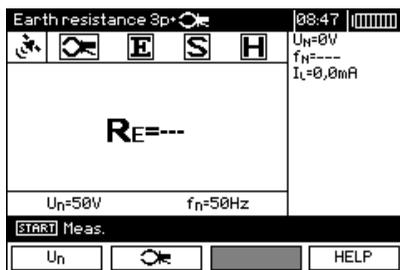
Utilizza il tasto **F2** per selezionare la misurazione con ERP-1.



5



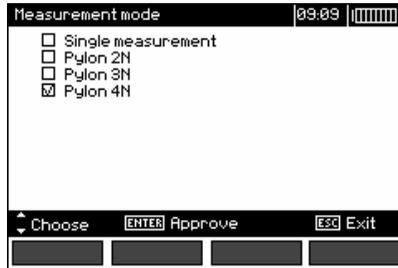
Utilizza i tasti ▲, ▼ per selezionare la misura con ERP-1, premi **ENTER**.



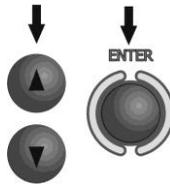
6



Utilizza il tasto **F3** per selezionare il numero di gambe del traliccio

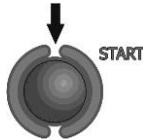


7

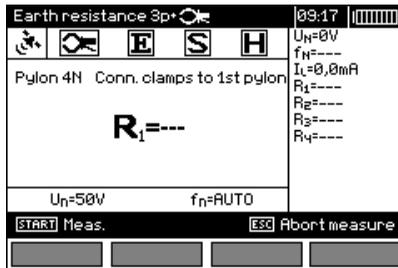


Utilizza i tasti ▲, ▼ per selezionare il numero di gambe del traliccio, premi **ENTER**.

8



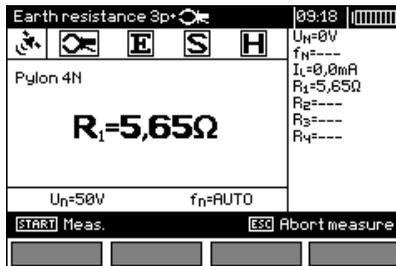
Premi il tasto **START**. Come indicato sullo schermo, se non l'hai eseguito prima, aggancia la pinza sulla prima gamba.



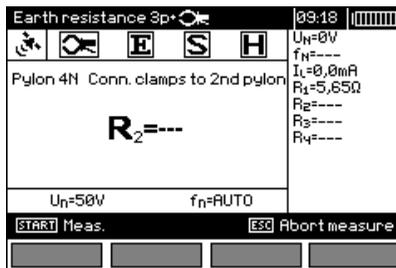
9



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



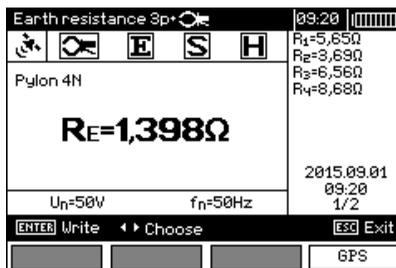
Dopo la misurazione della prima gamba, il valore della resistenza misurata della gamba testata viene indicato sullo schermo principale come R_1 per 5 secondi. Trascorso questo tempo, lo strumento trasferisce il risultato di R_1 al quadro a destra e visualizza il comando per collegare la pinza all'altra gamba.



E' possibile riportare questo risultato alla schermata principale per altri 5 secondi premendo il tasto **ENTER**.

10

Dopo aver eseguito le misurazioni dell'ultima gamba del traliccio e aver visualizzato il risultato della resistenza R_n per 5 secondi, viene visualizzato il risultato della resistenza di terra R_E .



Usa i tasti ◀ e ▶ Usa i pulsanti e per cambiare la visualizzazione della schermata dei risultati nel quadro a destra.

MRU-200-GPS Premendo il tasto **F4** è possibile visualizzare le coordinate GPS.

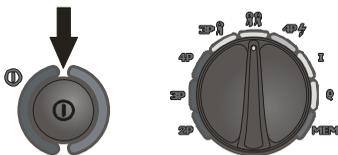
3.7 Misurazione della resistenza di terra con il metodo di 2 pinze (2C)

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

ATTENZIONE!

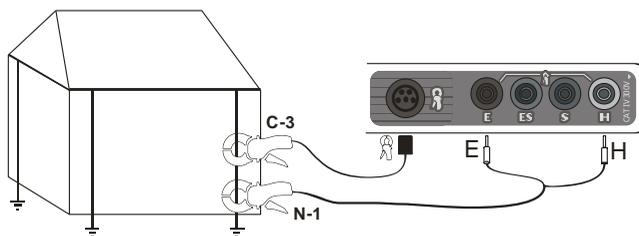
Il metodo con due pinze può essere usato solo quando si misurano le terre costituite da connessioni multiple.

1

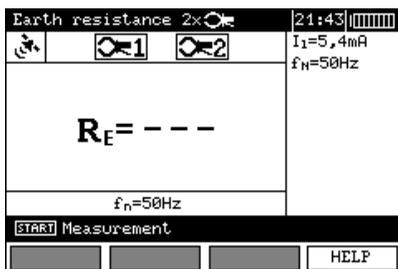


Accendi il misuratore. Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione .

2

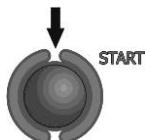


Collega la pinza trasmittente alle prese **H** e **E**, e la pinza di misura alla presa della pinza. Aggancia la pinza trasmittente e la pinza di prova al dispersore da testare ad una distanza di almeno 30 cm l'uno dall'altro.



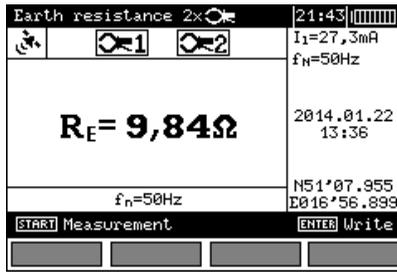
Lo strumento è pronto per la misura. Il display ausiliario mostra la corrente di dispersione che scorre attraverso le pinze e la sua frequenza.

3



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

4



Leggi il risultato.

MRU-200-GPS La data, l'ora e le coordinate GPS sono visualizzate sul lato destro.

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

Nota:


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


La pinza flessibile non è adatta a questa misurazione.

- La pinza non fa parte della dotazione di base del misuratore e deve essere acquistata separatamente.
- La pinza deve essere calibrata prima del suo primo utilizzo. Può essere calibrata periodicamente per evitare gli effetti dell'invecchiamento che potrebbe incidere sulla precisione della misurazione. L'opzione di calibrazione della pinza si trova nel **MENU**.
- Se la corrente della pinza di prova è troppo bassa, il misuratore visualizza il messaggio: "**La corrente misurata con le pinze è troppo piccola. La misurazione non è possibile!**".

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$R_E > 149,9\Omega$	Campo di misura superato.
$U_N > 40V!$ e un segnale acustico continuo 	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
$U_N > 24V!$	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

3.8 Misurazione dell'impedenza di messa a terra con il metodo ad impulsi (R_{E4P})

Il metodo ad impulso è usato per misurare l'impedenza dinamica della messa a terra della protezione contro i fulmini. Non deve essere usato per misure della messa a terra di protezione e di funzionamento.

L'alta ripidità della salita dell'impulso di prova fa sì che l'impedenza di terra è molto influenzata dalla sua induttanza. Pertanto, l'impedenza del dispersore misurata con metodo a impulso dipende dalla sua lunghezza e dalla ripidità della salita dell'impulso di prova.

L'induttanza del dispersore provoca uno spostamento tra i picchi di corrente e la caduta di tensione indotta. Quindi, i dispersori estesi a bassa resistenza misurati con metodo a bassa frequenza possono avere un valore di impedenza molto più alto.

L'impedenza è determinata dalla relazione:

$$Z_E = \frac{U_S}{I_S}$$

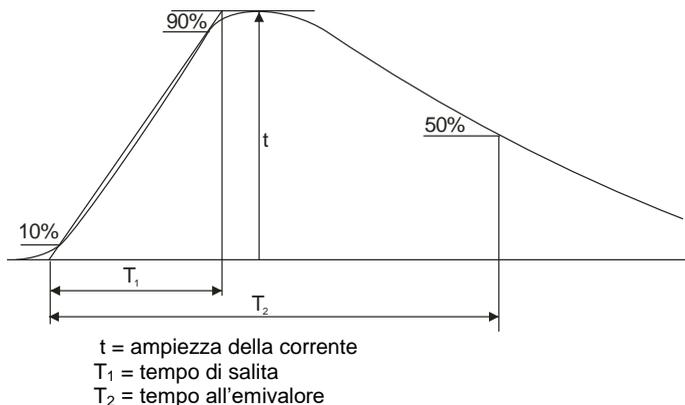
dove U_S , I_S – valore di picco della tensione e della corrente.

Con il metodo a impulso viene determinata l'impedenza risultante della messa a terra. Pertanto, i terminali di controllo non devono essere svitati.

Si raccomanda di disporre i cavi di misura in modo tale che l'angolo tra di loro sia di almeno di 60°.

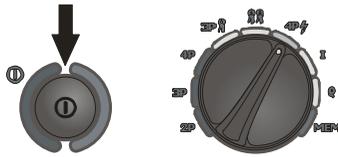
Attenzione:
I cavi di misura devono essere completamente estesi. In caso contrario, il risultato della misurazione potrebbe essere errato.

La figura seguente spiega il significato delle cifre che indicano la forma dell'impulso (secondo EN 62305-1 Protezione dai fulmini - Parte 1. Requisiti generali).



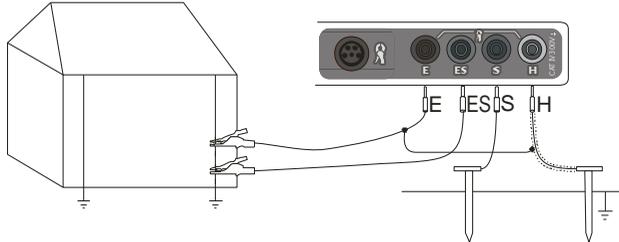
La forma dell'impulso definisce il rapporto T_1/T_2 ad es. 4/10 μs .

1



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

2



Collega con il cavo schermato l'elettrodo di corrente, conficcato nel terreno, alla presa **H** del misuratore.

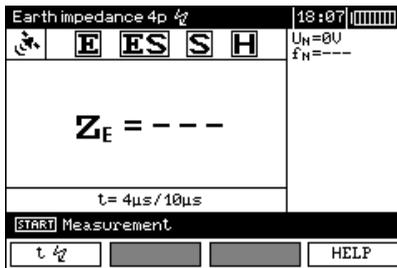
Collega l'elettrodo di tensione, conficcato nel terreno, alla presa **S** del misuratore.

Collega il dispersore testato con la presa **E** del misuratore e lo schermo del cavo **H**.

Collega la presa **ES** con il cavo al dispersore testato sotto il cavo **E**.

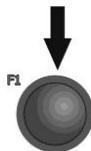
Il dispersore testato e gli elettrodi di corrente e di tensione devono essere posizionati in modo tale che l'angolo tra i conduttori di prova sia almeno di **60°**.

3

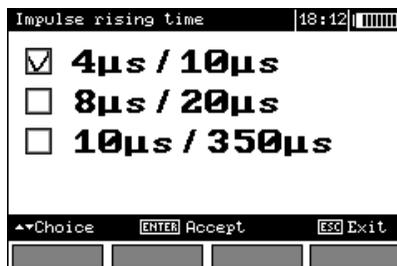


Il misuratore è pronto per la misura.
 Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo e la sua frequenza.
 Sulla barra di regolazione è indicato il tempo di salita dell'impulso.

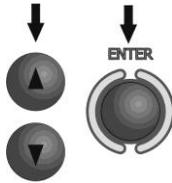
4



Per cambiare la forma dell'impulso di prova, premi il tasto **F1**.

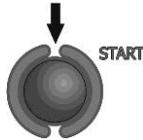


5



Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la forma dell'impulso; premi il tasto ENTER.

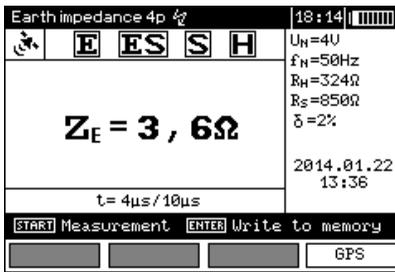
6



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

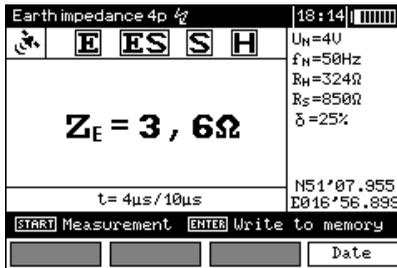
7

Leggi il risultato.



Resistenza dell'elettrodo di corrente
 Resistenza dell'elettrodo di tensione
 Valore dell'incertezza ulteriore
 dovuta alla resistenza degli elettrodi

MRU-200-GPS premendo il tasto **F4** è possibile visualizzare le coordinate GPS.



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

Nota:



La misura dell'impedenza 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. E' vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.

- L'impulso 8/20 μ s è disponibile per le versioni software 2.04 e superiori.
- R_H e R_S sono misurati con metodo a bassa frequenza.
- Prestare particolare attenzione alla qualità della connessione tra l'oggetto testato e il cavo di misura
- il punto di contatto deve essere pulito da vernice, ruggine, ecc.
- Se la resistenza degli elettrodi ausiliari è troppo alta, la misura del dispersore Z_E sarà soggetta a un'ulteriore incertezza. Un'incertezza di misura particolarmente alta si verifica quando un piccolo valore di resistenza a terra viene misurato con elettrodi con scarso contatto con il suolo (tale situazione si verifica spesso quando il dispersore è ben eseguito e la parte superiore del suolo è secca e poco conduttiva). In tal caso, il rapporto tra la resistenza degli elettrodi e la resistenza di terra misurata è molto grande, come pure l'incertezza di misura che ne dipende. Si può quindi fare un calcolo secondo le formule date nella sezione 10.2 per stimare l'effetto delle condizioni di misurazione. È anche possibile migliorare il contatto dell'elettrodo con il suolo, per esempio bagnando con acqua il punto in cui l'elettrodo è stato 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 - se l'isolamento non è danneggiato e i contatti: cavo - spina a banana - sonda non sono corrosi o allentati. Nella maggior parte dei casi la precisione di misurazione raggiunta è sufficiente, tuttavia si dovrebbe sempre essere consapevoli del valore dell'incertezza che interessa la misura.
- Se la resistenza delle sonde **H** o **S** o di entrambe supera 1 k Ω , il misuratore visualizza il messaggio: "**Le resistenze degli elettrodi R_H e R_S sono superiori a 1 k Ω ! La misurazione non è possibile!**".

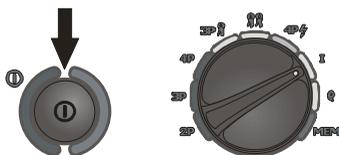
Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$Z_E > 199 \Omega$	Campo di misura superato.
$U_N > 40V!$ e un segnale acustico continuo	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la misura è bloccata.
$U_N > 24V!$	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza dell'elettrodo > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

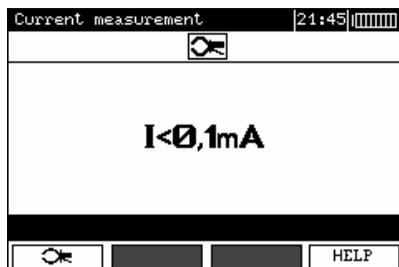
3.9 Misurazione della corrente (I)

Questa funzione permette di misurare il valore efficace della corrente con l'uso di pinza di prova. Può essere usata per misurare ad esempio la corrente di dispersione dell'installazione testata. È possibile scegliere tra diversi tipi di pinze di prova che differiscono per il diametro e le gamme di correnti misurate (vedi Dati tecnici).

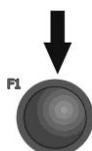
1



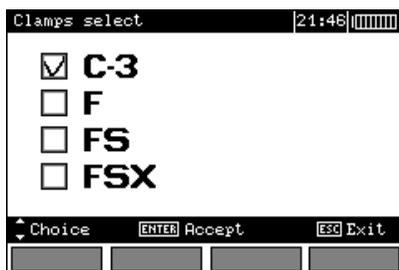
Accendi il misuratore. Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione I.



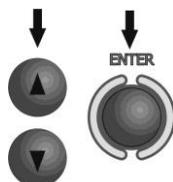
2



Per selezionare il tipo di pinza, premi il tasto F1.



3



Utilizza i tasti ▲, ▼ per selezionare il tipo di pinza; premi ENTER.

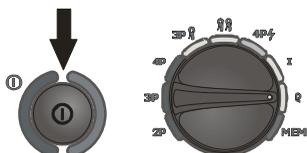
Nota:

- La misura viene eseguita continuamente senza la possibilità di salvarla nella memoria.
- La pinza flessibile della serie F permette di misurare solo le grandi correnti > 1 A.

3.10 Misura della resistività del suolo (ρ)

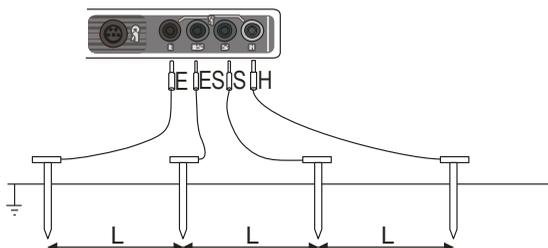
Per le misure di resistività del suolo - utilizzate come preparazione per la progettazione di impianti di messa a terra o in geologia - è prevista una funzione separata, selezionabile con il selettore rotativo: misura della resistività del suolo ρ . Questa funzione è metrologicamente identica alla misura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

1

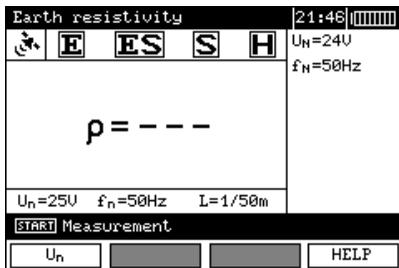


Accendi il misuratore.
Imposta il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione ρ .

2



Collega al misuratore 4 elettrodi metallici infissi nel suolo in una linea ed equamente distanziati come mostrato sopra.

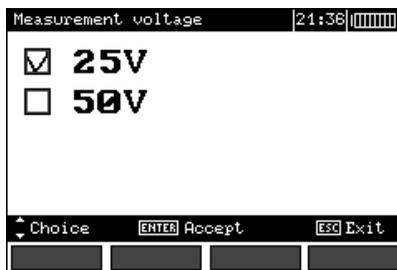


Lo strumento è pronto per la misura.
Sul display ausiliario si può leggere il valore della tensione di disturbo e la sua frequenza.
La barra di impostazione mostra:
la tensione di misurazione, la frequenza di rete impostata nel **MENU** e la distanza tra gli elettrodi.

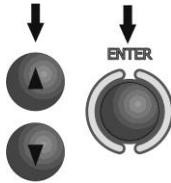
3



per cambiare la tensione di misura premi il tasto **F1**.

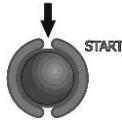


4

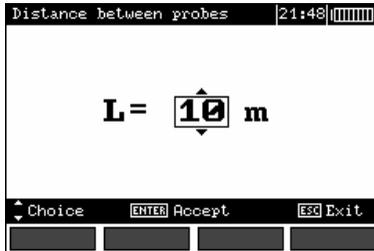


Usa i tasti ▲, ▼ per selezionare la tensione di misura; premi il tasto **ENTER**.

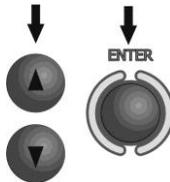
5



Per accedere alla modalità di selezione della distanza tra gli elettrodi, premi il tasto **START**.



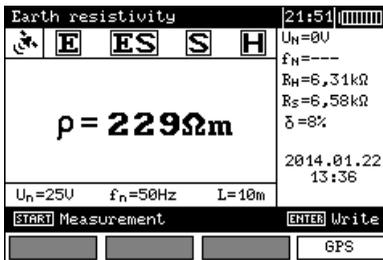
6



Utilizza i tasti ▲, ▼ per selezionare la distanza tra gli elettrodi; premi il tasto **ENTER** per avviare la misurazione.

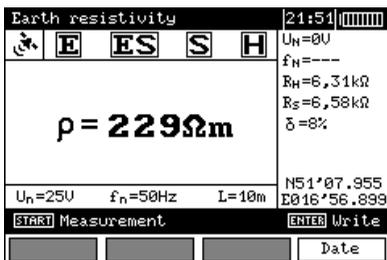
7

Leggi il risultato.



↖ Resistenza dell'elettrodo di corrente
 ↖ Resistenza dell'elettrodo di tensione
 ↖ Valore dell'incertezza ulteriore dovuta alla resistenza degli elettrodi

MRU-200-GPS premendo il tasto **F4** è possibile visualizzare le coordinate GPS.



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

Nota:

⚠
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. E' vietato collegare il misuratore a tensioni superiori a 100 V.

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

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

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

- Se la resistenza degli elettrodi **H** e **S** o uno di essi supera 19,9 kΩ, il misuratore visualizza l'apposito messaggio: **"Le resistenze degli elettrodi R_H e R_S sono superiori a 19,9 kΩ! La misurazione non è possibile!"**.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

$R_E > 999 \text{ k}\Omega\text{m}$	Campo di misura superato.
$U_n > 40 \text{ V!}$ e un segnale acustico continuo 	Tensione sui terminali di prova superiore a 40 V, la tastiera è bloccata.
$U_n > 24 \text{ V!}$	Tensione sui terminali di prova superiore a 24 V, ma inferiore a 40 V, la misura è bloccata.
LIMITE!	Incertezza sulla resistenza dell'elettrodo > 30%. (Per il calcolo dell'incertezza si utilizzano i valori misurati.)
RUMORE!	Il segnale interferente ha un valore troppo grande - il risultato può essere soggetto a ulteriori incertezze.

4 Memoria

I misuratori MRU-200 / MRU-200-GPS sono dotati di una memoria per 990 risultati di misurazione della resistenza. La posizione di memoria in cui viene memorizzato un singolo risultato è chiamata cella di memoria, descritta nel misuratore come "misura". L'intera memoria è divisa in 10 banchi da 99 celle ciascuno. Ogni risultato può essere memorizzato in una cella di un numero selezionato e in un banco selezionato, per cui un utente dello strumento può, a sua discrezione, assegnare i numeri di cella a particolari punti di misurazione e i numeri di banco a particolari oggetti, eseguire misurazioni in qualsiasi ordine e ripeterle senza perdere altri dati.

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

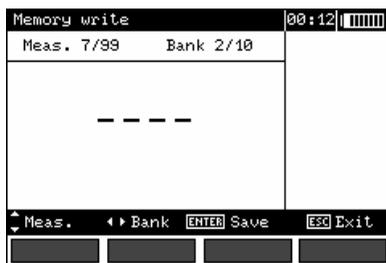
Si raccomanda di cancellare la memoria dopo aver letto i dati o prima di eseguire una nuova serie di misure che possono essere scritte nelle stesse celle al posto di quelle precedenti.

4.1 Inserimento dei risultati nella memoria

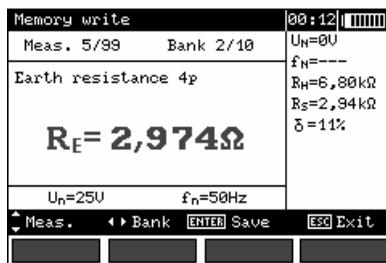
①



Eseguita la misurazione, premi il tasto **ENTER**.



cella libera



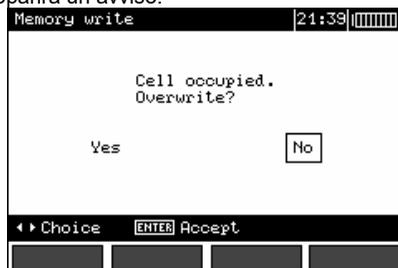
cella occupata

②

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

③

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



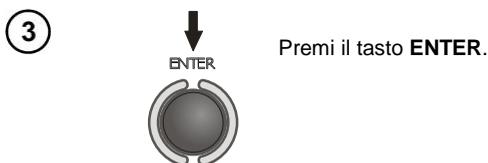
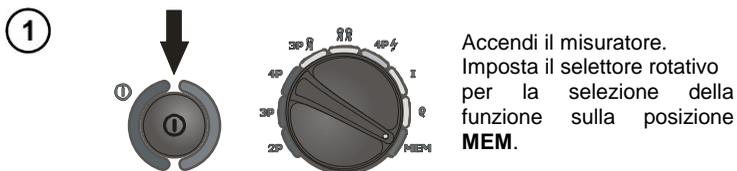
④

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

4.2 Cancellazione della memoria

Attenzione:

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



4



Utilizza i tasti ▲ e ▼ per cancellare la memoria intera, il banco o la misura.

5

Segui le istruzioni visualizzate dallo strumento.

4.3 Visualizzazione dei dati in memoria

1



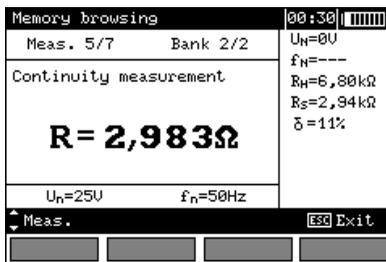
Usando i tasti ▲ e ▼ seleziona "Visualizzazione dei dati in memoria".



2



Premi il tasto ENTER.



3

Utilizza i tasti ◀ e ▶ per sezionare un banco e i tasti ▲ e ▼ per selezionare una cella.

Nota:

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

5 Trasmissione dati

Nota:

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

5.1 Set di attrezzature informatiche

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

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

Informazioni dettagliate sono disponibili presso il produttore e i distributori.

5.2 Trasmissione dei dati tramite connessione USB

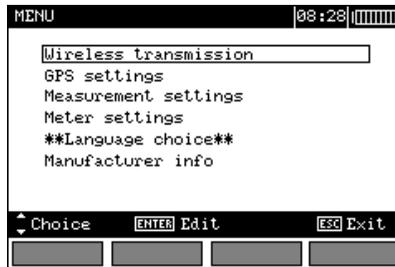
1. Imposta il selettore rotativo sulla posizione MEM.
2. Collega il cavo alla porta USB del computer e alla presa USB del misuratore.
3. Avvia il software SONEL READER.

5.3 Trasmissione dati via Bluetooth

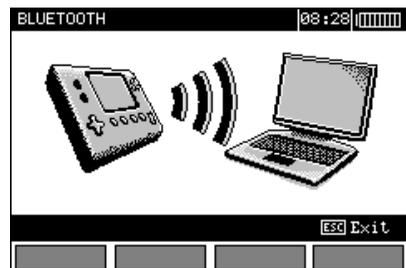
MRU-200 A partire dal numero di serie E30001 viene installato il modulo BT al posto del precedente modulo OR-1.

MRU-200-GPS A partire dal numero di serie E40001 viene installato il modulo BT al posto del precedente modulo OR-1.

1. Nel MENU principale dello strumento, seleziona la voce **Trasmissione wireless**

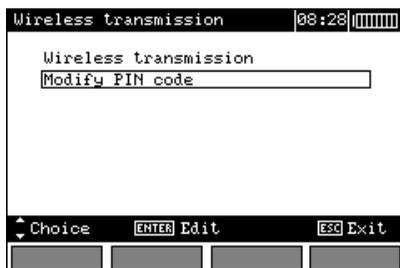


- o imposta il selettore di funzione su **MEM** e premi il tasto **F1**.

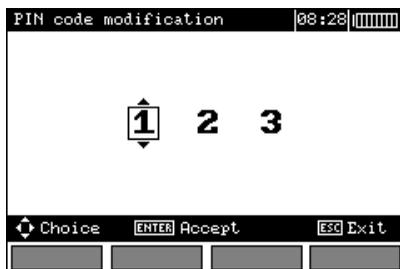


3. Collega il modulo Bluetooth alla porta USB del PC, se non è integrato nel PC.
4. In fase dell'accoppiamento del misuratore con il computer, inserisci un codice PIN che corrisponda al codice PIN del misuratore nelle impostazioni principali.
5. Esegui il software di archiviazione dei dati sul computer.

Se dovesse essere necessario cambiare il codice PIN, seleziona la posizione **Modifica il codice PIN**.



Usa i cursori per impostare il codice desiderato.



Lo stesso codice deve essere inserito nel software del computer. Tale misura serve a rendere sicura la trasmissione.

Nota:



Il PIN standard per il Bluetooth è "123".

- Esci dalla modalità di comunicazione con il tasto **ESC**.
- Con il cavo USB collegato, la trasmissione radio non è possibile.

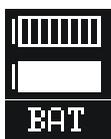
6 Alimentazione dello strumento

Attenzione:

Lo strumento MRU-200 / MRU-200-GPS è progettato per essere utilizzato solo con le batterie ricaricabili originali. L'uso delle pile al posto delle batterie ricaricabili può avere luogo solo in casi di emergenza (ad es. la scarica completa degli accumulatori durante le misurazioni dei tralicci sul campo), dove si deve tener conto della loro rapida scarica (una decina di misurazioni) e del funzionamento difettoso dello strumento con un alto consumo istantaneo di corrente.

6.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione

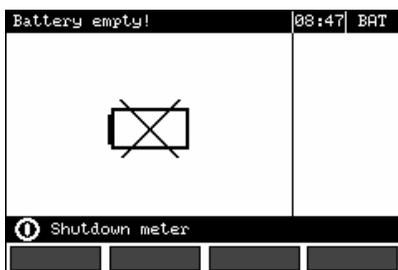
Il livello di carica delle batterie ricaricabili è continuamente indicato dal simbolo nell'angolo superiore destro dello schermo:



Batterie cariche.

Batterie scariche.

Batterie quasi completamente scariche.



Batterie totalmente scariche.
La misurazione è bloccata.

va ricordato che:

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

6.2 Sostituzione delle batterie ricaricabili

Lo strumento MRU-200 / MRU-200-GPS è dotato di un pacchetto di batterie ricaricabili NiMH e di un caricabatterie che permette la loro ricarica.

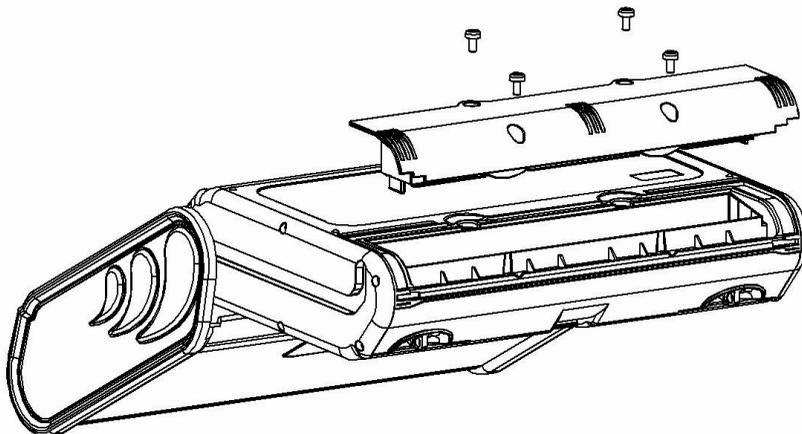
Il pacco batteria viene messo nel contenitore. Il caricabatterie è installato all'interno dell'involucro del misuratore e funziona solo con il pacco batterie originali. È alimentato da un alimentatore esterno. È possibile inoltre l'alimentazione dalla presa accendisigari dell'auto.

AVVERTENZA:

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

Per sostituire il pacco batterie:

- rimuovi tutti i cavi dalle loro prese e spegnere lo strumento,
- svita le 4 viti che fissano il contenitore batterie (nella parte inferiore dell'alloggiamento),
- rimuovi il pacco batterie,
- inserisci un nuovo pacco batterie,
- avvita le 4 viti di fissaggio del contenitore batterie.



ATTENZIONE!

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

6.3 Sostituzione dei fusibili

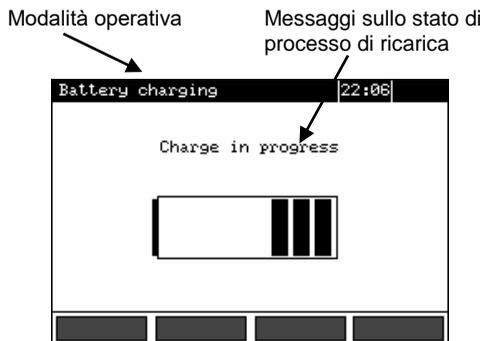
Dopo aver rimosso il contenitore della batteria si ha accesso a due fusibili sostituibili di tipo:

- FST 1A 250Vac, 5x20mm e
- 2A 250Vac, ritardato, 5x20mm.

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

6.4 Ricarica delle batterie

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



Stato di carica delle batterie

l'avanzamento della ricarica indica la carica in corso.

Nota:

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

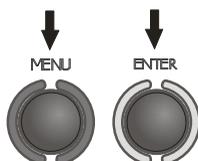
Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

Messaggio	Causa	Procedura
Battery connection error!	Tensione troppo alta sul pacco batterie durante la carica.	Controllare i contatti del connettore del pacco batterie. Se la situazione persiste, sostituire il pacchetto.
No battery!	Nessuna comunicazione con il controllore delle batterie o con il contenitore delle pile inserito.	Controllare i contatti del connettore del pacco batterie. Se la situazione persiste, sostituire il pacchetto. Inserire il pacco batterie al posto delle pile.
Battery temperature too low!	Temperatura ambiente inferiore a 10°C	A questa temperatura non è possibile eseguire una ricarica corretta. Spostare lo strumento in un locale riscaldato e riavviare la modalità di ricarica. Questo messaggio può anche apparire se le batterie sono molto scariche. In questo caso, provare ad inserire il caricabatterie diverse volte.
Precharge error	Pacco batterie difettoso o molto scarico	Il messaggio appare per un momento e poi il processo di precarica ricomincia da capo. Se dopo vari tentativi lo strumento visualizza il messaggio: Temperatura del pacco batterie troppo alta! , è necessario sostituire il pacco.

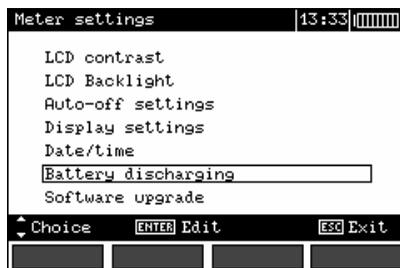
6.5 Scarica delle batterie

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

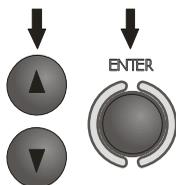
①



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



②



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

Leggi il testo visualizzato e conferma.

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

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

- Se non si utilizza il dispositivo per periodo di tempo prolungato, rimuovere le batterie dal dispositivo e conservarle separatamente.
- Conservare le batterie in un luogo asciutto, fresco e ben ventilato e proteggerle dalla luce solare diretta. La temperatura ambiente per la conservazione a lungo termine dovrebbe essere mantenuta sotto i 30 gradi C. Se le batterie vengono conservate per molto tempo a una temperatura elevata, i processi chimici che si verificano possono ridurre la loro vita.
- Le batterie Ni-MH 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 Ni-MH in modo limitato. Queste batterie possono essere ricaricate senza particolari conseguenze. Tuttavia, è consigliabile scaricarle completamente ogni alcuni cicli.
- Durante la conservazione, le batterie Ni-MH si scaricano spontaneamente a un tasso di circa il 30% al mese. Conservare le batterie ad alte temperature può accelerare questo processo fino al doppio. Per evitare la scarica eccessiva delle batterie, dopo la quale sarà necessario la formattazione, è necessario di tanto in tanto ricaricare le batterie (anche quando non sono in uso).

- I caricabatterie moderni e veloci rilevano le temperature troppo basse o troppo alte della batteria e reagiscono di conseguenza. Una temperatura troppo bassa dovrebbe impedire l'inizio del processo di ricarica che potrebbe danneggiare irreversibilmente 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 detersivi generalmente disponibili. Non usare solventi o detersivi che potrebbero graffiare l'alloggiamento (polveri, paste, ecc.).

Gli elettrodi possono essere lavati con acqua e asciugate. Si raccomanda di lubrificare gli elettrodi con un lubrificante per macchinari prima di uno stoccaggio prolungato.

Le bobine, la pinza flessibile e i cavi si possono pulire con acqua e detersivo, poi asciugare.

Il circuito elettronico del misuratore non richiede manutenzione.

8 Stoccaggio

Alla conservazione dello strumento devono essere osservate le seguenti raccomandazioni:

- scollega tutti i cavi dal misuratore,
- pulisci accuratamente lo strumento e tutti gli accessori,
- avvolgi su bobine i cavi di prova lunghi,
- al periodo di non utilizzo prolungato, rimuovi le pile o le batterie ricaricabili dal misuratore,
- per evitare una scarica completa delle batterie durante l'immagazzinamento a lungo termine, ricaricale 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.

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.
- L' acronimo "v.m." nella misura dell'precisione significa "sul valore misurato di riferimento"

10.1 Dati generali

Misura della tensione di disturbo U_N (RMS)

Portata	Risoluzione	Precisione
0...100 V	1 V	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 3 \text{ cifre})$

- misura per f_N 15...450 Hz
- frequenza delle misurazioni - min. 2 misurazioni/s

Misura della frequenza di disturbo f_N

Portata	Risoluzione	Precisione
15...450 Hz	1 Hz	$\pm(1\% \text{ v.m.} + 2 \text{ cifre})$

- misura per le tensioni di disturbo >1 V (per tensioni presunte <1 V viene visualizzato $f=---$)

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

Metodo di misurazione: secondo la norma EN 61557-4

Campo di misura secondo la norma EN 61557-4: 0,045 Ω ... 19,99 k Ω

Portata	Risoluzione	Precisione
0,000...3,999 Ω *	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 4 \text{ cifre})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ cifre})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 2 \text{ cifre})$

* - Nell'intervallo 0,000...0,045 Ω non è specificata alcuna precisione.

Misurazione della resistenza di terra – il metodo a 3 poli (R_{E3P}) e a 4 fili (R_{E4P})

Metodo di misurazione: a 3 poli, secondo la norma EN 61557-5

Campo di misura secondo la norma EN 61557-5: 0,100 Ω ... 19,99 k Ω

Portata	Risoluzione	Precisione
0,000...3,999 Ω *	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 4 \text{ cifre})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ cifre})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 2 \text{ cifre})$

* - Per la misura a 3 poli nell'intervallo 0,000...0,045 Ω non è specificata alcuna precisione.

Misura della resistenza degli elettrodi ausiliari R_H e R_S

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

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

Campo di misura secondo la norma EN 61557-5: 0,120 Ω ... 1999 Ω

Portata	Risoluzione	Precisione
0,000...3,999 Ω *	0,01 Ω	±(8% v.m. + 4 cifre)
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 3 cifre)
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...1999 Ω	1 Ω	

* - Nell'intervallo 0.000...0.045 Ω non è specificata alcuna precisione.

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

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

Misura della resistività del suolo (ρ)

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

Portata	Risoluzione	Precisione
0,0...199,9 Ωm	0,1 Ωm	Dipende dalla precisione della misurazione di R _E in un sistema R _E 4P, ma non meno di ±1 cifra
200...1999 Ωm	1 Ωm	
2,00...19,99 kΩm	0,01 kΩm	
20,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100...999 kΩm	1 kΩm	

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

Misurazione dell'impedenza di messa a terra – il metodo ad impulsi (R_E4P)

Portata	Risoluzione	Precisione
0,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2,5% v.m. + 3 cifre)
100...199 Ω	1 Ω	

- forma dell'impulso d'urto: 4/10 μs, 8/20 μs o 10/350 μs
- corrente di misura nell'impulso: 1 A
- tensione di picco: 1500 V

Misura delle correnti di dispersione e di guasto (RMS)

Portata	Risoluzione	Precisione
0,1...99,9 mA ¹	0,1 mA	±(8% v.m. + 5 cifre)
100...999 mA ¹	1 mA	±(8% v.m. + 3 cifre)
1,00...4,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% v.m. + 5 cifre) ^{1,3,4} non specificato ² non specificato 0...2 A ³ non specificato 0...1 A ⁴
5,00...9,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% v.m. + 5 cifre)
10,0...99,9 A ^{1,2,3,4}	0,1 A	
100 ... 300 A ^{1,2,3,4}	1 A	

¹ – pinza amperometrica (diametro 52mm) – C-3

² – pinza amperometrica flessibile – serie F

³ – pinza amperometrica flessibile – FS-2

⁴ – pinza amperometrica flessibile – FSX-3

- range di frequenza: 45...400 Hz

Altri dati tecnici

- a) tipo di isolamento doppio secondo EN 61010-1 e EN 61557
- b) categoria di misura (per 2000 m s.l.m.m.)..... IV 300 V secondo EN 61010-1
- c) grado di protezione dell'involucro secondo EN 60529..... IP54
- d) massima tensione di interferenza AC + DC alla quale viene eseguita la misurazione 24 V
- e) massima tensione di interferenza misurata..... 100 V
- f) massima corrente di disturbo alla quale viene eseguita la misurazione della resistenza di terra con pinza..... 3 A RMS
- g) frequenza di misurazione della corrente.....125 Hz per la rete 16 2/3 Hz, 50 Hz, e 400 Hz e 150 Hz per la rete 60 Hz
- h) tensione e la corrente di misura per 2P U < 24 V RMS, I ≥ 200 mA dla R ≤ 2 Ω
- i) tensione di misura per R_E3P, R_E4P..... 25 V o 50 V
- j) corrente di misura (corto circuito) per R_E3P, R_E4P..... >200 mA
- k) resistenza massima degli elettrodi ausiliari 20 kΩ
- l) segnalazione di una corrente troppo bassa della pinza per..... ≤0,5 mA
- m) alimentazione del misuratore pacco batterie tipo SONELE NIMH 4,8 V 4,2 Ah
- n) parametri dell'alimentatore del caricabatterie per batterie ricaricabili 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) numero di misurazioni per R 2P..... >1500 (1 Ω, 2 misurazioni/minuto)
- p) numero di misurazioni per R_E3P, R_E4P..... > 1200 (R_E=10 Ω, R_H=R_S=100 Ω, 2 misurazioni/minuto)
- q) tempo di misurazione della resistenza con metodo a 2 poli<6 s
- r) tempo di misurazione della resistenza con altri metodi e della resistività<8 s
- s) **MRU-200-GPS** precisione di misurazione del posizionamento GPS (con buone condizioni meteorologiche e visibilità dei satelliti)..... 3 m (50%CEP)
- t) dimensioni 288 x 223 x 75 mm
- u) peso del misuratore con batterie ricaricabili ca. 2 kg
- v) temperatura di esercizio -10...+50°C
- w) temperatura di esercizio del caricabatterie..... +10...+35°C
- x) temperature alle quali la carica della batteria viene interrotta <5°C oraz ≥50°C
- y) temperatura di riferimento..... 23 ±2°C
- z) temperatura di conservazione.....-20...+80°C
- aa) umidità relativa 20...90%
- bb) umidità relativa nominale 40...60%
- cc) altitudine..... ≤2000 m*
- dd) standard di qualità sviluppo, progettazione e produzione secondo la norma ISO 9001
- ee) il prodotto soddisfa i requisiti della compatibilità elettromagnetica secondo le norme... EN 61326-1 e EN 61326-2-2

NOTA!

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

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

EN55022 Nota:

MRU-200 / MRU-200-GPS è un dispositivo di classe A. In un ambiente domestico, questo prodotto può causare interferenze radio, che possono richiedere all'utente di prendere misure necessarie.

10.2 Dati ulteriori

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

10.2.1 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per le funzioni R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R	Incetezza ulteriore [Ω]
0,000...3,999 Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_z}{R_E}) \cdot U_z$
>3,999 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-2}) \cdot U_z$

10.2.2 Effetto della tensione di interferenza in serie sulla misura della resistenza per la funzione della resistività del suolo (ρ)

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

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

10.2.3 Effetto degli elettrodi ausiliari sulle misure della resistenza di terra per le funzioni R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R _E	R _H ,R _S	Incetezza ulteriore [%]
0,000... ...3,999 Ω	R _H ≤500 Ω e R _S ≤500 Ω	Nei limiti dell'precisione
	R _H >500 Ω o R _S >500 Ω o R _H e R _S >500 Ω	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + (1 + \frac{1}{R_E}) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$
>3,999 Ω	R _H ≤1 kΩ i R _S ≤1 kΩ	Nei limiti dell'incetezza di base
	R _H >1 kΩ o R _S >1 kΩ o R _H e R _S >1 kΩ	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$

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

Per la misurazione con l'adattore ERP-1

R _E	R _H ,R _S	Incetezza ulteriore per U = 25 V [%]
0,000 ...3,999 Ω	R _H ≤500 Ω e R _S ≤500 Ω	Nei limiti dell' precisione
	R _H >500 Ω o R _S >500 Ω o R _H i R _S >500 Ω	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + (1 + \frac{1}{R_E}) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$
>3,999 Ω	R _H ≤1 kΩ i R _S ≤1 kΩ	Nei limiti dell'incetezza di base
	R _H >1 kΩ o R _S >1 kΩ o R _H e R _S >1 kΩ	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 20 \cdot 10^{-4})$

R_E	R_H, R_S	Incertezza ulteriore per $U = 50 \text{ V}$ [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	$R_H \leq 500 \text{ } \Omega$ e $R_S \leq 500 \text{ } \Omega$	Nei limiti dell' precisione
	$R_H > 500 \text{ } \Omega$ o $R_S > 500 \text{ } \Omega$ o R_H e $R_S > 500 \text{ } \Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ e $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	Nei limiti dell'incertezza di base
	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ o $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ o R_H e $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 15 \cdot 10^{-4} \right)$

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

10.2.4 Effetto degli elettrodi ausiliari sulle misure della resistenza di terra per la funzione della resistività del suolo (ρ)

Incertezza ulteriore [%]
$\pm \left(\frac{R_H \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} + 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{R_H^2 + R_S^2} \right)$

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

10.2.5 Effetto degli elettrodi ausiliari sulla misura dell'impedenza di terra con il metodo ad impulsi ($R_E 4P \nabla$)

R_H	Z_E	Incertezza [%]
$R_H \leq 150 \text{ } \Omega$	0,0...199 Ω	nei limiti dell' precisione
$R_H > 150 \text{ } \Omega$	0,0...4,9 Ω	$\pm \left(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \right)$
	5,0...199 Ω	$\pm ((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

$Z_E[\Omega]$ e $R_H[\Omega]$ sono i valori visualizzati dallo strumento.

10.2.6 Effetto della corrente di interferenza sul risultato della misurazione della resistenza di terra con il metodo a 3 poli con pinza ulteriore ($R_E 3P+C$)

Il misuratore MRU-200 / MRU-200-GPS possono eseguire misure in presenza di correnti di interferenza di valore non superiore a 3 A RMS e frequenza secondo l'impostazione nel MENU.

R_E	U_{wy}	Incertezza [Ω]
$\leq 50 \text{ } \Omega$	25 V	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_{zaki}^2)$
	50 V	$\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_{zaki}^2)$
$> 50 \text{ } \Omega$	25 V	$\pm (70 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_{zaki}^2)$
	50 V	$\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_{zaki}^2)$

Per i valori di corrente $> 3 \text{ A}$ viene bloccata la possibilità di eseguire misure.

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

Il misuratore MRU-200 / MRU-200-GPS possono eseguire misure in presenza di correnti di interferenza di valore non superiore a 3 A rms e frequenza secondo l'impostazione nel MENU.

R_E	Incertezza [Ω]
0,00...4,99 Ω	nei limiti dell'precisione
5,00...19,9 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^3)$
20,0...149,9 Ω	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^3)$

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

10.2.8 Effetto del rapporto tra la resistenza misurata dalla pinza del ramo della terra multipla e la resistenza risultante (R_{E3P+C})

R_C	Incertezza [Ω]
$\leq 99,9 \Omega$	$\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$
$> 99,9 \Omega$	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$

$R_C[\Omega]$ è il valore della resistenza misurata dalla pinza del ramo visualizzato dallo strumento e $R_w[\Omega]$ è il valore della resistenza risultante della terra multipla.

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

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore	
Posizione	E_1	0%	
Tensione di alimentazione	E_2	0% (e BAT spento)	
Temperatura	E_3	$\leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3$ cifre/ $^{\circ}C$
		$> 3,999 \Omega, < 1 k\Omega$	$\pm 0,2$ cifre/ $^{\circ}C$
		$\geq 1 k\Omega$	$\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm 0,2$ cyfry/ $^{\circ}C$

10.2.10 Incertezze ulteriori secondo IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C})

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore	
Posizione	E_1	0%	
Tensione di alimentazione	E_2	0% (e BAT spento)	
Temperatura	E_3	$\leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3$ cifre/ $^{\circ}C$
		$> 3,999 \Omega, < 1 k\Omega$	$\pm 0,2$ cifre/ $^{\circ}C$
		$\geq 1 k\Omega$	$\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm 0,2$ cifre/ $^{\circ}C$
Tensione di interferenza seriale	E_4	Secondo le formule della sez. 10.2.1 ($U_z=3 V 50/60/400/16 2/3 Hz$)	
Resistenza degli elettrodi e dei dispersori ausiliari	E_5	Secondo la formula della sez. 10.2.3	

11 Accessori

11.1 Accessori standard

- elettrodo ausiliario per la misura di terra 30 cm (4 pz.) – **WASONG30**
- cavo di misura nero di 2,2 m con spine a banana– **WAPRZ2X2BLBB**
- cavi di misura su bobine da 25 m di lunghezza (blu **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 pz. e rosso **WAPRZ025REBBSZ** – 1 pz.), con terminazioni a banana su entrambe le estremità, che consentono l'estensione dei cavi (per la misurazione della messa a terra su vasta area),
- cavo di misura da 50 m di lunghezza su bobina (schermato, giallo), con terminazioni a banana su entrambe le estremità – **WAPRZ050YEBBSZE**
- cavo da 1,2 m di lunghezza rosso – **WAPRZ1X2REBB**
- terminale a coccodrillo nero – **WAKROBL20K01**
- terminale a coccodrillo rosso – **WAKRORE20K02**
- morsetto – **WAZACIMA1**
- pacco batterie ricaricabili – **WAAKU07**
- custodia per il misuratore – **WAFUTL2**
- cinghie di supporto per lo strumento 2 pz. (lunghe e corte) – **WAPOZSZEKPL**
- cavo USB – **WAPRZUSB**
- cavo per ricarica batterie da accendisigari auto– **WAPRZLAD12SAM**
- alimentatore per la ricarica di batterie (adattato per i diversi paesi) – **WAZASZ7**
- certificato di calibrazione
- manuale d'uso

11.2 Accessori opzionali

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

WASONG80



- Elettrodo ausiliario di 80 cm

WACEGC3OKR



- pinza ricevitore C-3

WACEGF2AOKR



- pinza flessibile F-2A

WACEGF4AOKR



- pinza flessibile F-4A

WACEGFSX3OKR



- pinza flessibile FSX-3

WAFUTL3



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

WACEGN1BB



- pinza trasmittente N-1

WACEGF1AOKR



- pinza flessibile F-1A

WACEGF3AOKR



- pinza flessibile F-3A

WACEGFS2OKR



- pinza flessibile FS-2

WAWALXL3



- valigetta XL3 per il misuratore e gli accessori

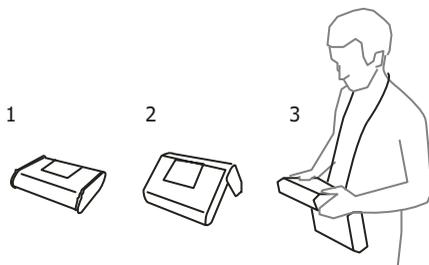
WAPOJ1



- contenitore per pile
- certificato di taratura rilasciato da un laboratorio accreditato

12 Posizioni del coperchio del misuratore

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



1 – Coperchio della parte inferiore del misuratore

2 – Coperchio come supporto

3 – Il coperchio in una posizione che permetta un uso confortevole del misuratore trasportato al collo con l'imbracatura

13 Fabbricante

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

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polonia

tel. +48 74 858 38 60

fax +48 74 858 38 09

E-mail: export@sonel.pl

Sito web: www.sonel.pl

Nota:

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

NOTE



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



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

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