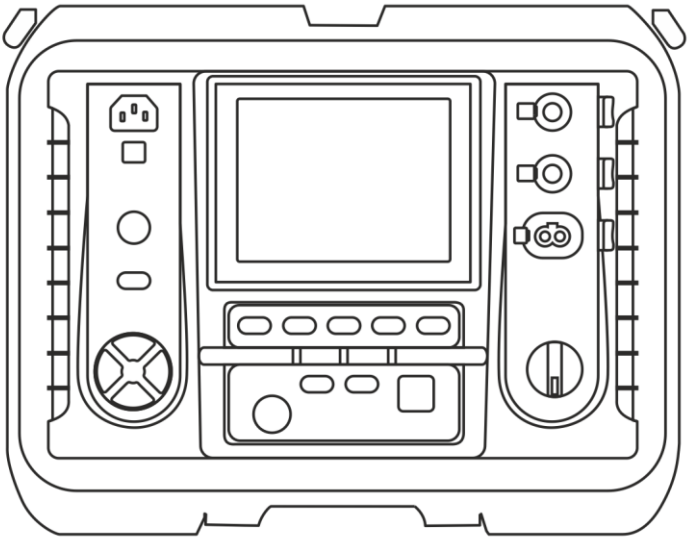


MANUALE D'USO

MISURATORE DELLA RESISTENZA DELL'ISOLAMENTO

MIC-15k1

MIC-15k1

Presa di rete

Presa USB

Accensione e spegnimento del misuratore

Accensione e spegnimento della retroilluminazione del display

Tasti funzione
- **F1** - filtro
- **F2** - taratura dei cavi di misura
- **F3, F4** - indicatore di scariche parzialivisualizzazione dei componenti del risul tato della misurazione
- **F5** - passaggio alla cache

Scorrimento/selezione
- destra/sinistra
- su/giù

Diodi LED
- stato di carica della batteria
- tensione sull'oggetto
- presenza di alta tensione ai terminali

Attivazione della procedura di misurazione

Conferma della selezione

Ritorno alla schermata precedente/uscita

Selezione di impostazioni aggiuntive del misuratore

Presa R_{iso}+ misura R_{ISO} e R_{CONT}

Presa del cavo GUARD: misurazione a tre fili R_{ISO}

Presa R_{iso}- misura R_{ISO} e R_{CONT}

Selettore rotativo delle funzioni
- **MEM** – visualizzazione dei dati in memoria
- **50…15000V** – misura R_{ISO} con tensione regolata nel range tra 50V….15 kV
- **500V** - misura R_{ISO} con tensione di 500 V
- **1000V** - misura R_{ISO} con tensione di 1000 V
- **2500V** - misura R_{ISO} con tensione di 2500 V
- **5000V** - misura R_{ISO} con tensione di 5000 V
- **10000V** - misura R_{ISO} con tensione di 10 kV
- **15000V** - misura R_{ISO} con tensione di 15 kV
- **DD** - indicatore di scarica dielettrica
- **SV** - misura con tensione crescente in modo graduale
- **RT** - misura con tensione crescente in modo lineare
- 🔥 - localizzazione del guasto (bruciatura)

DISPLAY

1. Simbolo della modalità attiva di impostazione dei parametri di misurazione
2. Bargraph
3. Simbolo di presenza della tensione di disturbo
4. Disponibilità per la misurazione
5. Funzionamento con limitazione della corrente di misura
6. Stato di carica della batteria
7. Avvertenza
   - enfasi sull'importanza dell'informazione sull'errore sul display
   - segnalazione della necessità di consultare il manuale d'uso
8. Simboli dei valori visualizzati nel campo ausiliario
9. Campo ausiliario di lettura
10. Simbolo di mantenimento (blocco) della misurazione
11. Segnalazione della presenza di alta tensione sui morsetti U_{ISO}
12. **SV** - segnalazione di misura con tensione crescente
    DD - indicatore di scarica dielettrica
13. - Numero di banco e di cella della memoria
    - Durata della misura
14. Simboli dei coefficienti di assorbimento
15. Simboli dei tempi per il calcolo dei coefficienti di assorbimento
16. Impostazione del valore limite consentito della resistenza
17. Valutazione della correttezza del risultato
18. Valore del valore misurato
19. Unità di lettura
20. Modalità attività di memoria
    - inserimento dei risultati in memoria
    - visualizzazione dei dati in memoria
21. Simboli dei valori misurati

MANUALE D'USO

MISURATORE DELLA RESISTENZA DELL'ISOLAMENTO MIC-15k1

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

Versione 1.16 13.09.2023

Il misuratore MIC-15k1 è uno strumento di misurazione moderno e di alta qualità, facile e sicuro da usare, a condizione che vengano seguite le regole presentate in questo manuale. Inoltre, la lettura di questo manuale aiuterà ad evitare errori di misurazione e a prevenire possibili problemi durante l'utilizzo dello strumento.

CONTENUTO

1 Sicurezza 5

2 Descrizione generale e funzioni del dispositivo 6

3 Configurazione del misuratore 7

4 Misurazioni 12

4.1 Impostazioni delle misurazioni 13
4.2 Controllo remoto del misuratore 15
4.3 Misura a due fili 17
4.4 Misura a tre fili 21
4.5 Misura della resistenza superficiale e della resistenza verticale dell'isolante – modalità Sr 23
4.6 Misure con tensione crescente – SV 25
4.7 Misura con tensione crescente in modo lineare – RT 27
4.8 Localizzazione del guasto (🔥 Bruciatura) 30
4.9 Indicatore di scarica dielettrica – DD 32
4.10 Indicatore di scariche parziali 35
4.11 Test di tensione 36
4.12 Misurazione delle correnti di polarizzazione e depolarizzazione PDC 38
4.13 Determinazione della lunghezza del cavo misurato 40
4.14 Test di tenuta dell'armatura del cavo MT 41

5 Memoria dei risultati di misura 42

5.1 Inserimento dei risultati di misura in memoria. 42
5.2 Visualizzazione dei dati in memoria 44
5.3 Cancellazione della memoria 45
5.3.1 Cancellazione del banco 45
5.3.2 Cancellazione dell'intera memoria 46

6 Trasmissione dati 48

6.1 Pacchetto di attrezzature informatiche 48
6.2 Trasmissione dei dati tramite connessione USB 48
6.3 Trasmissione dati via Bluetooth 49

7 Aggiornamento del software 50

8 Alimentazione dello strumento 51

8.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione 51
8.2 Alimentazione da batteria 51
8.3 Ricarica della batteria 51
8.4 Alimentazione dalla rete elettrica 52
8.5 Regole generali per l'uso delle batterie agli ioni di litio (Li-Ion) 52

9 Pulizia e manutenzione 53

10 Conservazione 53

11 Demolizione e smaltimento 53
12 Dati tecnici 54
12.1 Dati generali 54
12.2 Altri dati tecnici 56
12.3 Dati ulteriori 57
12.3.1 Incertezze ulteriori secondo EN 61557-2 (R_{ISO}) 57
13 Fabbricante 57

1 Sicurezza

Il dispositivo MIC-15k1, progettato per testare la protezione contro le scosse elettriche degli impianti di energia, viene 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 all'utilizzo dello strumento, leggere attentamente il presente manuale e seguire le norme di sicurezza e le raccomandazioni del produttore.
- Qualsiasi uso diverso da quelli specificati in questo manuale può provocare danni allo strumento e costituire una fonte di grave pericolo per l'utente.
- Il misuratore MIC-15k1 può essere utilizzato solo da personale qualificato in possesso delle autorizzazioni necessarie per eseguire lavori 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 ed i non addetti.
- Durante le misurazioni della resistenza d'isolamento, alle estremità dei cavi di prova del misuratore si verifica una tensione pericolosa fino a 16,5 kV (15 kV + (0…10%)).
- Prima di misurare la resistenza d'isolamento, assicurarsi che l'oggetto testato sia stato scollegato dalla tensione.
- Durante la misurazione della resistenza d'isolamento, non si devono scollegare i cavi dall'oggetto testato fino al termine della misurazione stessa (vedi il **capitolo 4.3**). In caso contrario, la capacità dell'oggetto non verrà scaricata e sussiste il rischio di scosse elettriche.
- Misurando la resistenza di isolamento di un cavo, assicurarsi che l'altra estremità sia protetta da contatti accidentali.
- L'uso di questo manuale non esclude la necessità di rispettare le norme di salute e sicurezza sul lavoro e le altre norme di protezione antincendio applicabili richieste per l'esecuzione di un particolare tipo di lavoro. Prima di procedere con i lavori utilizzando il dispositivo in condizioni speciali, ad esempio in atmosfera esplosiva o infiammabile, è necessario consultare il responsabile della sicurezza e dell'igiene sul lavoro.
- È vietato usare:
  - ⇒ il misuratore danneggiato, completamente o parzialmente fuori servizio,
  - ⇒ i cavi con isolamento danneggiato,
  - ⇒ il misuratore conservato per un periodo di tempo eccessivo in condizioni inadatte (per esempio, umido). Dopo aver spostato lo strumento da un ambiente freddo a uno caldo con alta umidità, non eseguire misurazioni finché lo strumento non si riscalda alla temperatura ambiente (circa 30 minuti).
- Va ricordato che il messaggio bAtt che si illumina sul display significa una tensione di alimentazione troppo bassa e segnala la necessità di caricare le batterie.
- I messaggi **Err*X***, dove ***X*** è un numero da 0 a 9, indicano un funzionamento errato. Se dopo il riavvio la situazione si ripete, ciò indica che il misuratore è difettoso.
- Prima di procedere con la misurazione selezionare la funzione di misura richiesta e controllare che i cavi siano collegati alle prese di misurazione appropriate.
- E' vietato alimentare il misuratore con fonti diverse da quelle specificate nel presente manuale.
- Gli ingressi $\mathbf{R_{ISO}}$ sono protetti elettronicamente contro il sovraccarico (ad esempio a causa del collegamento a un circuito sotto tensione) fino a 1500 V per 60 secondi.
- Le riparazioni possono essere effettuate solo da un centro di assistenza autorizzato.

A seguito del continuo sviluppo del software dello strumento, l'aspetto del display per alcune funzioni può essere leggermente diverso da quello presentato in questo manuale.

2 Descrizione generale e funzioni del dispositivo

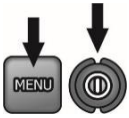
Il misuratore digitale MIC-15k1 è progettato per misurare la resistenza di isolamento. Le caratteristiche più importanti del dispositivo sono:

- **Misurazione della resistenza d'isolamento**
  - tensioni di prova di 500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V, 10 000 V e 15 000 V o regolabili nell'intervallo 50…15 000 V
  - misurazione della resistenza d'isolamento fino a 40 TΩ
  - misura con tensione crescente in modo lineare (RT) o graduale (SV)
  - misurazione dell'indicatore di scarica dielettrica DD
  - funzione Bruciatura
  - indicazione della corrente di dispersione
  - misura diretta di uno o due coefficienti di assorbimento
  - determinazione acustica dei periodi di tempo di cinque secondi, facilitando la rimozione delle caratteristiche temporali durante la misurazione della resistenza di isolamento
  - misurazione della capacità dell'oggetto misurato
  - determinazione della lunghezza del cavo
  - scarica automatica della capacità dell'oggetto testato dopo il completamento della misurazione della resistenza di isolamento
  - il dispositivo consente misurazioni in un ambiente altamente disturbato

- **Altro**
  - selezione automatica del campo di misura
  - memoria per i risultati di misurazione con possibilità del loro trasferimento al PC tramite Bluetooth, USB o RS-232 (opzionale)
  - display ampio e di facile lettura con retroilluminazione
  - monitoraggio dello stato di carica della batteria ricaricabile
  - spegnimento automatico dello strumento quando non in uso (funzione AUTO-OFF)
  - utilizzo ergonomico
  - cooperazione con un'applicazione mobile che consente di controllare il misuratore, leggere i dati e presentarli in forma grafica in modo continuativo
  - cooperazione con un software dedicato per la raccolta e l'analisi dei dati archiviati nella memoria del misuratore.

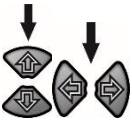
3 Configurazione del misuratore

1



- Spegni il misuratore.
- Tenendo premuto il pulsante **MENU** premi brevemente il pulsante **ON/OFF**. Tieni premuto **MENU** finché non appare l'icona SET.

2

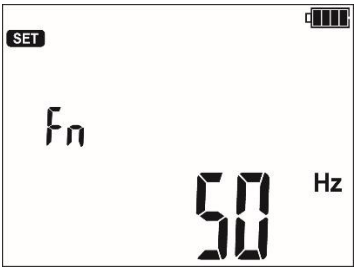


Utilizza i tasti ⬅ ➡ per passare al parametro successivo.
I tasti ⬆ ⬇ permettono di modificare il valore del parametro.

- Nell'impostare parametro, premendo a lungo i tasti ⬆ ⬇ si accelera la modifica del suo valore.
- Dopo aver raggiunto un valore target approssimativo, premi brevemente ⬆ ⬇ per regolare il valore al livello desiderato.

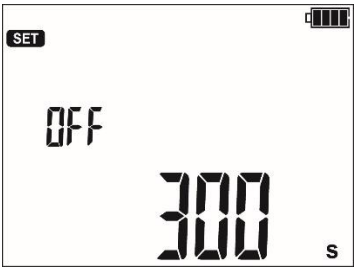
La sequenza di impostazione è la seguente:

3



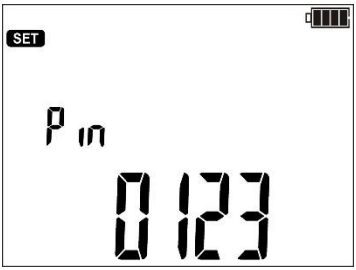
Frequenza nominale della rete (50 Hz o 60 Hz).

4



Tempo allo **spegnimento automatico** (300 s, 600 s, 900 s) o nessun tempo (- - - -).

5



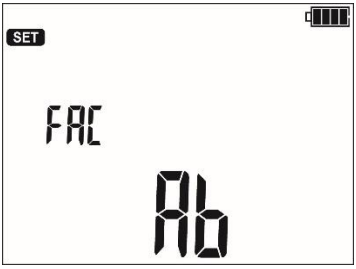
PIN per connessione mediante Bluetooth. La cifra da impostare lampeggia. Passaggio alla cifra successiva con i pulsanti **F3** e **F4**.

Il codice serve a proteggere dalla connessione wireless con il misuratore non autorizzata da parte di terzi (persone non autorizzate).

Lo stesso codice deve essere inserito:

- nel software per la trasmissione senza fili (**Sonel Reader**, **Sonel Reports Plus**),
- nell'applicazione mobile **Sonel MIC Mobile** per stabilire la connessione.

6

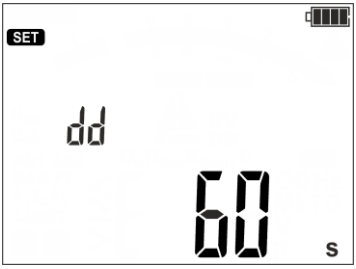


Coefficienti di assorbimento per $\mathbf{R_{ISO}}$:
⇒ Ab1, Ab2 (Ab)
o
⇒ PI, DAR (PI).

Qualsiasi variazione comporta la modifica dei tempi t1, t2 e t3 ai tempi predefiniti.

- Per il coef. **Ab1/Ab2** t1 = 15 s, t2 = 60 s, t3 = 0.
- Per **PI/DAR** t1 = 30 s, t2 = 60 s, t3 = 0).

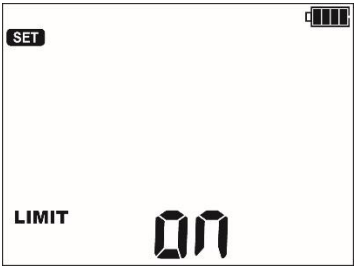
7



Tempo di misurazione della corrente di dispersione per la funzione **DD**.

Il valore predefinito sono 60 s. Tuttavia l'utente può modificare le impostazioni entro un intervallo d 60…5999 s. Vedi anche il **cap. 4.9**, **4.12**.

8



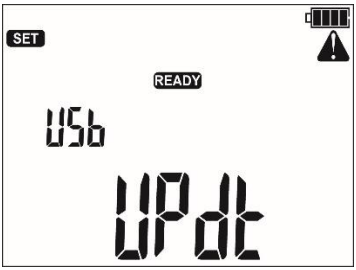
Impostazione dei **limiti**: abilitazione (on) e disabilitazione (OFF).

Per lo stato on appaiono nuovi parametri da impostare.

⇒ Nella misura della resistenza di isolamento: limite di resistenza $\mathbf{R_{ISO}}$ (**cap. 4.1 step** 8).

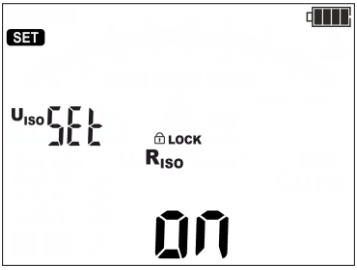
⇒ Nella funzione **RT**: tensione di misura finale $\mathbf{U_{ISO}}$, limite della corrente di dispersione $\mathbf{I_L}$ (**cap. 4.7 step** 8).

9



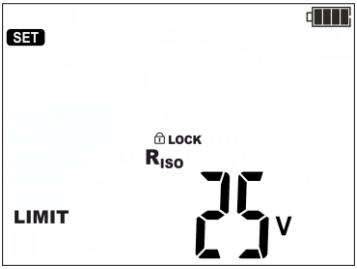
Aggiornamento del software. L'argomento è trattato nel **cap. 7**.

10



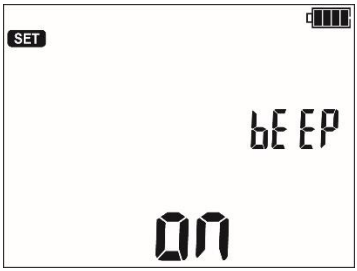
Test di tensione: abilitazione (on) e disabilitazione (OFF).

11



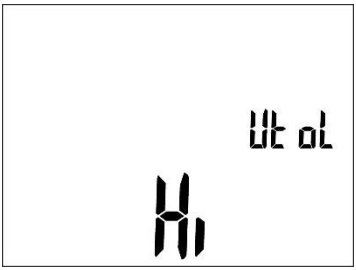
Il valore minimo della tensione di disturbo AC sull'oggetto testato, che viene segnalato dal misuratore con il messaggio **NOISE**. Impostazioni disponibili: 25 V, 30 V, 35 V… 1495 V, 1500 V.

12



Segnali acustici: accensione (on) e spegnimento (OFF).

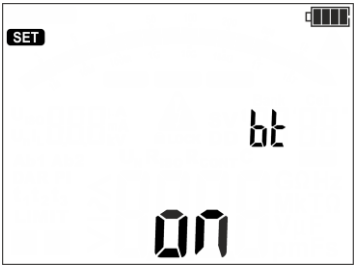
(13)



Precisione dell'impostazione della corrente di prova:
⇒ **Hi** – 0…5%,
⇒ **Lo** – 0…10%.

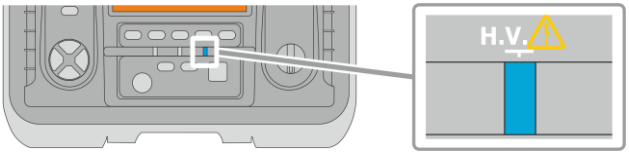
Ad esempio, per l'impostazione **Hi** e la tensione di misurazione di **1000 V**, lo strumento genererà una tensione di circa **1050 V**.

(14)

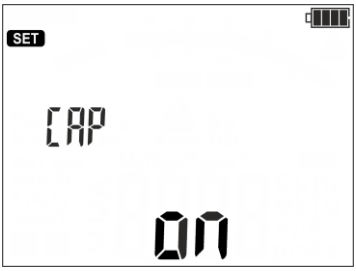


Comunicazione Bluetooth:
⇒ OFF – accesa,
⇒ on – spenta.

Con la comunicazione abilitata, il LED **HV** lampeggia in **blu**.

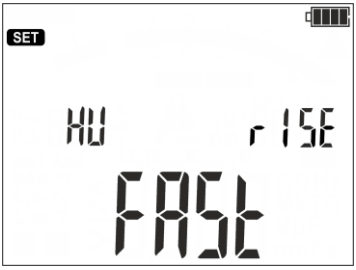


(15)



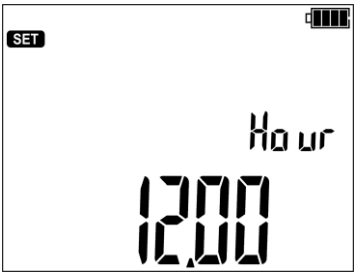
Misurazione della capacità durante la prova:
⇒ OFF – disabilitato
⇒ on – abilitato.

(16)



Metodo di avviamento di un inverter ad alta tensione:
⇒ **NORM RISE** – l'inverter si avvia normalmente, quindi la tensione raggiunge il valore nominale in pochi secondi,
⇒ **FAST RISE** – l'inverter si avvia bruscamente (causando una leggera sovratensione durante i primi secondi di misurazione), quindi la tensione nominale è disponibile ai morsetti in <350 ms dall'inizio della provaa.

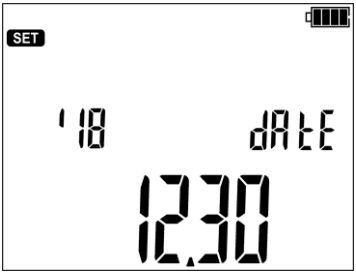
17



Ora attuale.

I tasti ⬅ ➡ permettono di passare dall'impostazione delle ore ai minuti e viceversa.
I tasti ⬆ ⬇ permettono di modificare il valore.

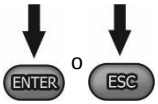
18



Data attuale (AA-MM-GG).

I tasti ⬅ ➡ permettono di passare dall'impostazione dell'anno al mese e al giorno.
I tasti ⬆ ⬇ permettono di modificare il valore.

19



- Utilizzare il tasto **ENTER** per passare alla schermata di misurazione confermando le modifiche.
- Utilizzare il tasto **ENTER** per passare alla schermata di misurazione senza confermare le modifiche.

Per ripristinare le impostazioni di fabbrica, tenere premuto il pulsante ON/OFF per più di 5 secondi.

4 Misurazioni

AVVERTENZA

- **Non commutare il selettore di intervalli nel corso della misurazione, in quanto ciò potrebbe danneggiare lo strumento e mettere in pericolo l'operatore.**
- **L'oggetto da misurare non deve essere sotto tensione.**
- **<u>È necessario prestare attenzione in fase di misurazione dei cavi</u>. Il rischio di scosse elettriche si verifica anche dopo che il misuratore ha scaricato la loro capacità, poiché la tensione può ricostruirsi automaticamente.**

- Il risultato dell'ultima misurazione viene ricordato finché non viene sovrascritto a causa del riempimento della memoria volatile dello strumento (**cap. 5**).
- Il risultato viene visualizzato sullo schermo per 20 secondi, dopodiché lo strumento è pronto per la misurazione successiva.
- L'ultimo risultato può essere richiamato premendo **ENTER** – anche dopo lo spegnimento e la riaccensione dello strumento. Altri risultati non salvati possono essere richiamati come descritto nel **cap. 5**.
- Durante le misure, specialmente di alte resistenze, assicurarsi che **i cavi di misura e le clip a coccodrillo non si tocchino tra loro**, perché il flusso di correnti di superficie può causare un ulteriore errore nel risultato della misura.
- Premendo **F2** è possibile richiamare in sequenza **l'ora** e **la data**. Premendo per la terza volta si torna alla schermata di misurazione.

La corrente di uscita del convertitore **I_{SC}** è limitata a 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA o 10 mA (10 mA è disponibile **solo** per la funzione di **Bruciatura**). L'attivazione della limitazione di corrente è segnalata da un segnale acustico continuo. Il risultato del test è quindi corretto, ma sui **terminali** di misura **la tensione è inferiore alla tensione impostata**. La limitazione della corrente si verifica nella prima fase della misurazione come risultato della carica della capacità dell'oggetto testato.

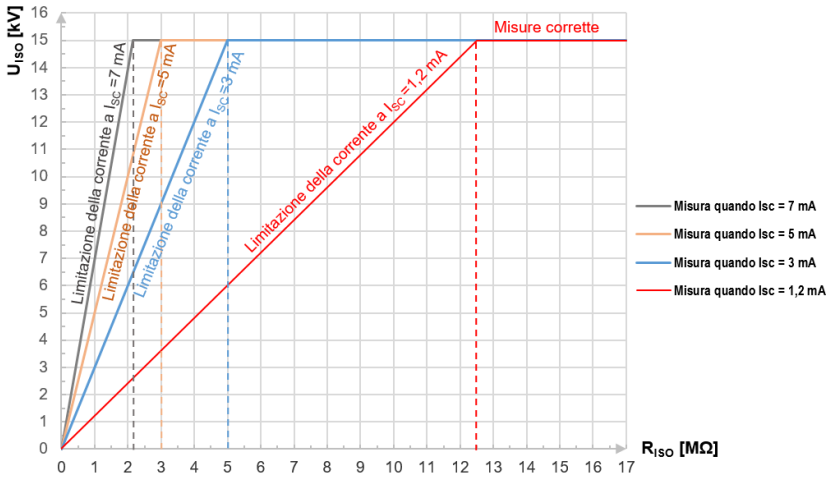


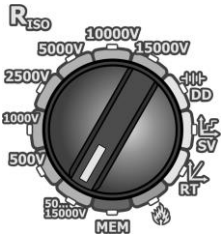
Grafico 4.1. La tensione di prova effettiva U_{ISO} in funzione della resistenza di isolamento misurata R_{ISO} (per la tensione di prova massima)

AVVERTENZA

Nel caso di cavi con una tensione nominale di 15 kV (max. 17 kV), prestare particolare attenzione: i cavi non devono essere tenuti in mano durante la misurazione.

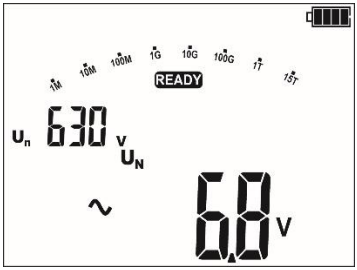
4.1 Impostazioni delle misurazioni

1



Posizionare il selettore rotativo di selezione della funzione in una delle posizioni del R_{ISO}, selezionando così la tensione di misura.
Per la posizione **50…15000 V** è inoltre possibile selezionare qualsiasi tensione da questo intervallo (step 5) con incremento ogni **10 V**.

2



Il misuratore è in modalità di misura della tensione.

3

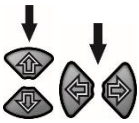
Premendo **MENU** si accede a:

⇒ selezione della tensione di prova U_n (per la posizione del selettore **50…15000 V** è disponibile un'ulteriore opzione per selezionare la tensione di prova),

⇒ selezione dei tempi per il calcolo dei coefficienti di assorbimento (t1, t2, t3),

⇒ misura totale del tempo **t**, corrente di cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$ e limite.

4

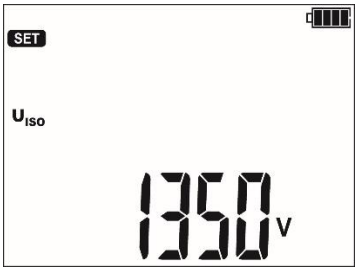


I tasti ⬆⬇ permettono di modificare il valore del parametro.
Utilizzare i tasti ⬅ ➡ per passare al parametro successivo.

- Nell'impostare parametro, premendo a lungo i tasti ⬆⬇ si accelera la modifica del suo valore.
- Dopo aver raggiunto un valore target approssimativo, premere brevemente ⬆⬇ per regolare il valore al livello desiderato.

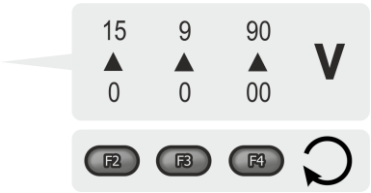
La sequenza di impostazione è la seguente:

5



Tensione di misura U_n (solo per posizioni **50…15000 V**).

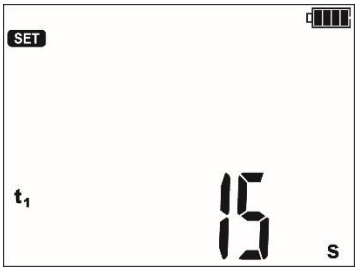
L'impostazione della tensione può anche essere inserita usando i tasti funzione (F2 - passo ogni 1000V, F3 - passo ogni 100V, F4 - passo ogni 10V).



6

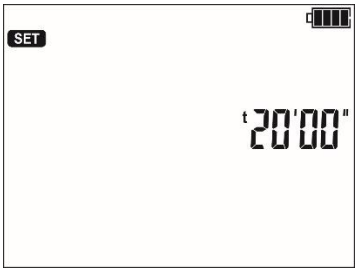
Tempi in sequenza:
⇒ t1 (1 s…600 s),
⇒ t2 (1 s…600 s, ma >t1),
⇒ t3 (1 s…600 s, ma >t2),
⇒ t (indipendente da t1, t2 e t3: 1 s…99 min 59 s).

6a



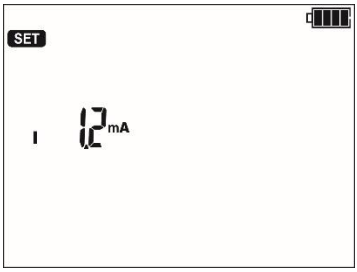
Impostazione dei tempi t1…t3.

6b



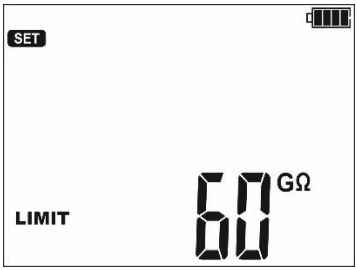
Impostazione del tempo di misura totale **t**.

7



Corrente massima di cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$ forzata dal misuratore:
⇒ 1,2 mA,
⇒ 3 mA,
⇒ 5 mA,
⇒ 7 mA.

8



Limite. L'opzione è disponibile, se nel **cap. 3 step** (8) è abilitata l'impostazione dei limiti.

Per R_{ISO}, il limite è il valore minimo. Il campo di regolazione del limite corrisponde al campo della funzione: da 1 kΩ a 40 TΩ.

Il valore limite viene impostato utilizzando i pulsanti ⬆⬇.

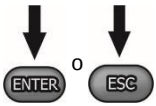
- Nell'impostare parametro, premendo a lungo i tasti ⬆⬇ si accelera la modifica del suo valore.
- Dopo aver raggiunto un valore target approssimativo, premere brevemente ⬆⬇ per regolare il valore al livello desiderato.

L'impostazione del limite è circolare. La risoluzione del limite impostato è coerente con il dato sottointervallo.

Per disattivare il limite impostare il valore **- - -**, ovvero:

- nella posizione 1 kΩ premere ⬇ o
- nella posizione 40 TΩ premere ⬆.

9

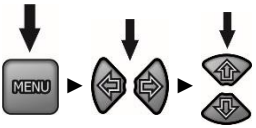


- Premere **ENTER** per confermare le impostazioni (confermato con un segnale acustico).
- Premere **ESC** per uscire senza modificare le impostazioni.

4.2 Controllo remoto del misuratore

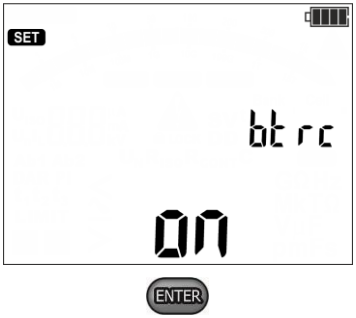
Il dispositivo può essere controllato a distanza utilizzando l'applicazione **Sonel MIC Mobile**. A tal fine attivare la trasmissione dati wireless (**cap. 3 step** (14)) e accedere alla modalità **btrc**, seguendo i passaggi seguenti.

1



- Quando la misurazione non è in corso, premere **MENU**.
- Utilizzare i pulsanti ⬅➡ per passare all'opzione **btrc**.
- Utilizzare i pulsanti ⬆⬇ per passare da modalità **OFF** a **ON**.

2

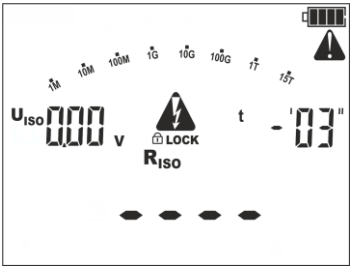


Confermare con il tasto **ENTER**.

3

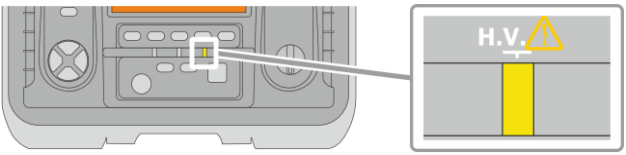
Il controllo remoto è attivo - viene visualizzato il messaggio **btrc**. Nell'angolo del display lampeggia un triangolo di avvertenza.

4



Dopo aver attivato la misurazione dall'applicazione:

- lampeggia un triangolo di avvertenza,
- lampeggia un triangolo di avvertenza ad alta tensione,
- lampeggia il LED **H.V.**,
- è presente un segnale acustico.

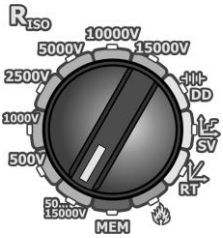


5

Se il controllo a distanza è inattivo, un tentativo di avviare una misurazione dall'applicazione mobile produce il messaggio **btrc OFF**.

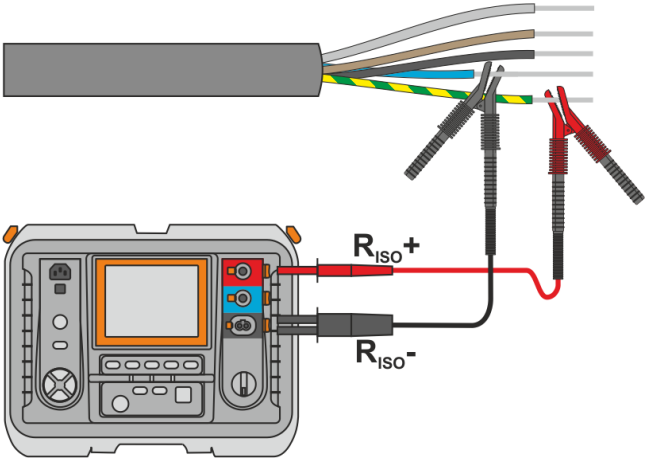
4.3 Misura a due fili

1

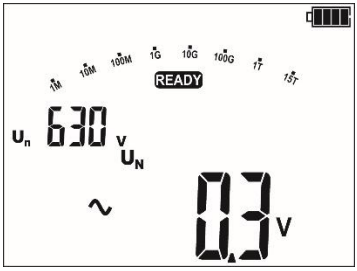


Posizionare il selettore rotativo di selezione della funzione in una delle posizioni del R_{ISO}, selezionando così la tensione di misura.
Per le posizioni **50…15000 V** è inoltre possibile selezionare qualsiasi tensione da questo intervallo (**cap. 4.1** passo (5)) con incremento ogni **10 V**.

2 Collegare i cavi di prova come nella figura.



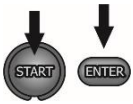
3



Lo strumento è pronto per la misura.

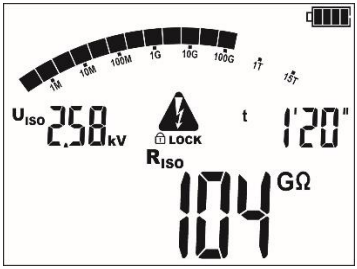
4

Premere e tenere premuto il pulsante **START** per **5 secondi.** Questo attiverà un conto alla rovescia di 5 secondi, dopo il quale verrà **attivata** la misurazione.
Il test continuerà **finché il tempo programmato non verrà raggiunto** (**cap. 4.1** step (6b)) o non verrà premuto il tasto **ESC.**



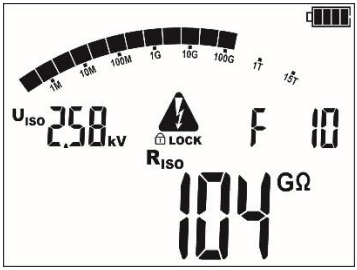
Eseguire l'avvio rapido, senza ritardo di 5 secondi, premendo **ENTER**e tenendo premuto **START**. La misura viene interrotta al raggiungimento del tempo programmato o premendo **ESC**.

5



Visualizzazione dello schermo durante la misurazione.

Durante la misurazione, i pulsanti ⬅ ➡ possono essere utilizzati per **modificare** la visualizzazione della **tensione di prova** pomiarowego U_{ISO} attualmente applicata alla **corrente** di dispersione I_L.



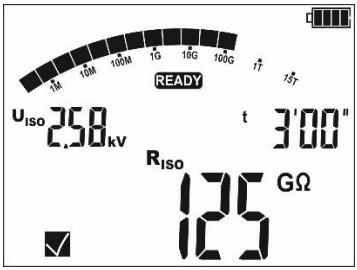
Il dispositivo dispone di un avanzato **filtro digitale**che consente la stabilizzazione del risultato in condizioni di misura particolarmente difficili e instabili. Premendo **F1** prima o durante la misurazione, il dispositivo esegue calcoli volti a stabilizzare le fluttuazioni del risultato del test. Lo strumento visualizza un valore filtrato delle misurazioni da un periodo di tempo selezionato.

Il filtro si seleziona premendo il tasto **F1**. L'impostazione è circolare. Premendo successivamente si presenta un risultato filtrato da ultimi:
⇒ 10 s (**F 10**),
⇒ 30 s (**F 30**),
⇒ 60 s (**F 60**),
⇒ 100 s (**F 100**),
⇒ 200 s (**F 200**),
⇒ quindi il filtro viene spento (**F - -**).

L'impostazione del filtro viene **cancellata** automaticamente dopo lo spegnimento e l'accensione dello strumento o quando la funzione di misurazione viene modificata con il selettore rotativo.

La possibilità di impostare il filtro dipende dal tempo di misurazione impostato. Ad esempio, impostando t = 20 s, possiamo impostare il filtro solo per 10 s.

6



Al termine della misurazione, leggere il risultato.

7

I tasti **F3** e **F4** (**DISPLAY**) permettono di visualizzare i singoli componenti in ordine:

R_{ISO} → I_L e **C → Rt1** e **It1 → Rt2** e **It2 → Rt3** e **It3 →**
→ Ab1 (DAR) → Ab2 (PI) → R_{ISO} → limite → …

dove:
C - capacità dell'oggetto testato.

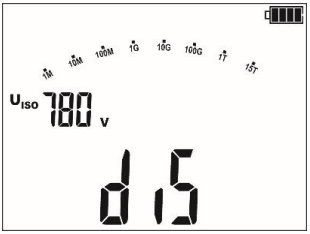
Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

⚠	Presenza della tensione di misura ai terminali del misuratore.
NOISE!	Sull'oggetto testato è presente una tensione di interferenza inferiore a 50 V DC o 25 V…1500 V AC. La misurazione è possibile, ma potrebbe essere gravata da un errore aggiuntivo.
LIMIT I!	Attivazione della limitazione di corrente. La visualizzazione del simbolo è accompagnata da un segnale acustico continuo.
HiLE	Rottura dell'isolamento dell'oggetto, la misurazione viene interrotta. Il comunicato appare dopo la scritta LIMIT I! visualizzato per 20 secondi nel corso della misurazione nella situazione in cui la tensione ha precedentemente raggiunto il livello nominale.
U_n>50 V per la tensione DC) o **U_n~>1500 V** (per la tensione AC)	Durante la misurazione si è verificata la tensione o non è stato possibile scaricare l'oggetto per 120 s. Dopo 5 secondi, lo strumento torna allo stato predefinito - voltmetro. In più, oltre alle informazioni visualizzate: ● è presente un segnale acustico bitonale, ● lampeggia il LED rosso.

ATTENZIONE!

- Durante le misurazioni della resistenza d'isolamento, alle estremità dei puntali del misuratore si verifica una tensione pericolosa fino a 15 kV + (0…10%).
- Non è permesso scollegare i puntali prima che la misurazione sia completata. Lo scollegamento comporta il rischio di una scossa di alta tensione e impedisce la scarica dell'oggetto testato.
- È necessario prestare attenzione in fase di misurazione dei cavi. Una volta che la loro capacità è stata scaricata dal misuratore, la tensione può ricostruirsi spontaneamente.

- Spegnendo il tempo t2 si spegnerà anche il tempo t3.
- Il cronometro per il conto della misurazione si attiva al momento della stabilizzazione della tensione U_{ISO}.
- Il mnemonico **LIMIT I!** indica il funzionamento a corrente limitata dell'inverter (**Grafico 4.1**). Se questa condizione persiste per 20 s, la misurazione viene interrotta.
- Se lo strumento non è in grado di caricare la capacità dell'oggetto testato, viene visualizzato **LIMIT I!**, e dopo 20 s **la misurazione viene interrotta.**. Quindi, se possibile, **aumentare** l'impostazione della corrente $\mathbf{I_{SC}}$ e ripetere la misurazione. Tale necessità può verificarsi, ad esempio, nel caso di test di cavi di alimentazione ad alta capacità.
- Un breve segnale acustico indica intervalli di 5 secondi. Se il cronometro raggiunge i punti caratteristici (tempi tx), allora per 1 s viene visualizzato il mnemonico di questo punto e viene emesso un bip lungo.
- Se il valore di una qualsiasi delle resistenze parziali misurate è fuori dall'intervallo, il valore del coefficiente di assorbimento non viene visualizzato - vengono visualizzati dei trattini orizzontali.
- Durante la misurazione è acceso il LED giallo
- Al termine della misurazione, la capacità dell'oggetto misurato viene scaricata cortocircuitando i terminali $\mathbf{R_{ISO}+}$ e $\mathbf{R_{ISO}-}$ con la resistenza di 255 kΩ. Contemporaneamente viene visualizzato un messaggio d5 e il valore di tensione U_{ISO}mantenuta in quel momento sull'oggetto. U_{ISO} diminuisce nel tempo fino a scaricarsi completamente.



- La misurazione della capacità avviene solo mentre la capacità dell'oggetto in esame viene scaricata. Se la misurazione R_{ISO} viene interrotta prima che il valore R_{ISO} si sia stabilizzato, la scarica inizierà troppo presto e il risultato della misurazione della capacità potrebbe non essere corretto.
- Per i cavi elettrici, va misurata la resistenza d'isolamento tra ogni conduttore e gli altri messi in corto e a terra (**Fig. 4.1**, **Fig. 4.2**). Nei cavi schermati si cortocircuita anche lo schermo con i cavi.

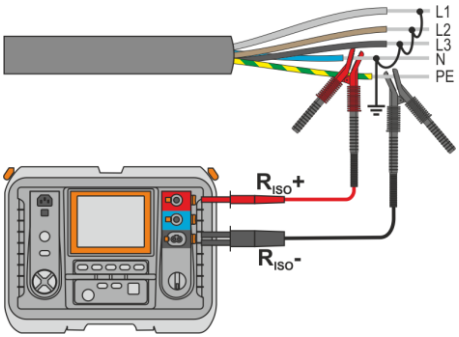


Fig. 4.1. Misura del cavo non schermato

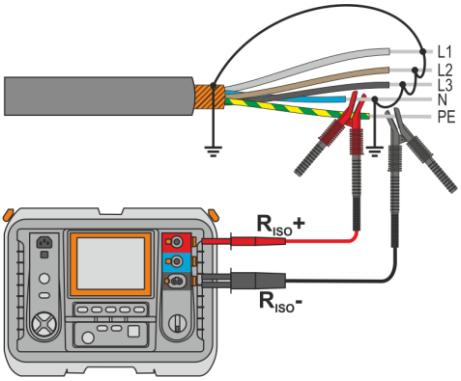
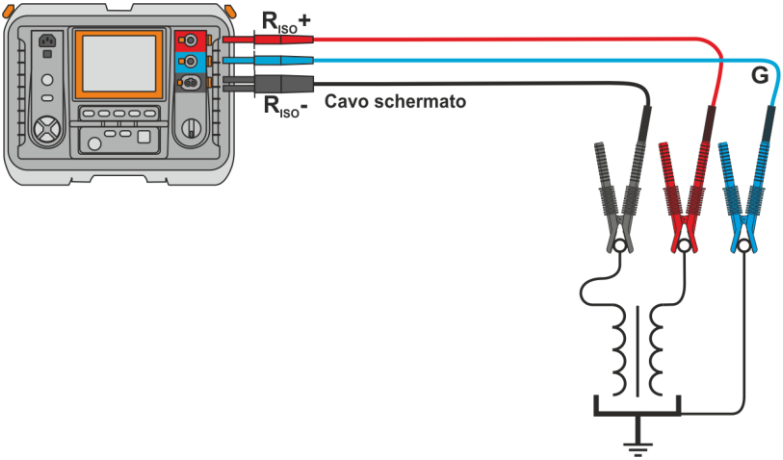


Fig. 4.2. Misura del cavo schermato

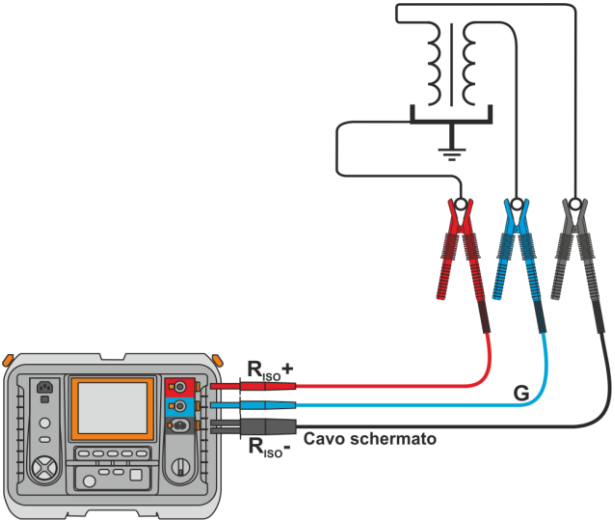
4.4 Misura a tre fili

In trasformatori, cavi, isolatori, ecc., sono presenti **resistenze superficiali**, che possono distorcere il risultato della misurazione. Per **eliminarle** si utilizza una misurazione a tre fili, utilizzando la presa **G** – GUARD. Di seguito vengono presentati esempi di utilizzo di questo metodo.

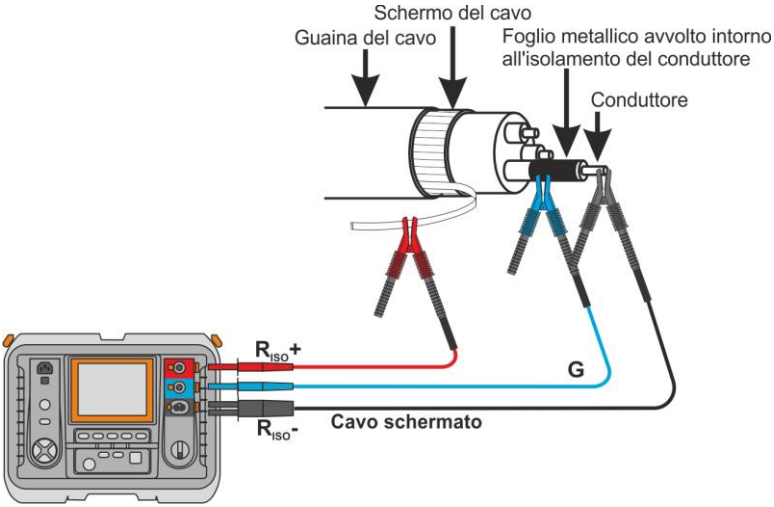
- **Misura della resistenza tra gli avvolgimenti del trasformatore. Collegare la** presa **G** del misuratore alla cassa del trasformatore e le prese **R_{ISO}+** e **R_{ISO}-** agli avvolgimenti.



- **Misura della resistenza di isolamento tra uno degli avvolgimenti e la cassa del trasformatore. Collegare la** presa **G** del misuratore al secondo avvolgimento, e la presa **R_{ISO}+** al potenziale di terra.

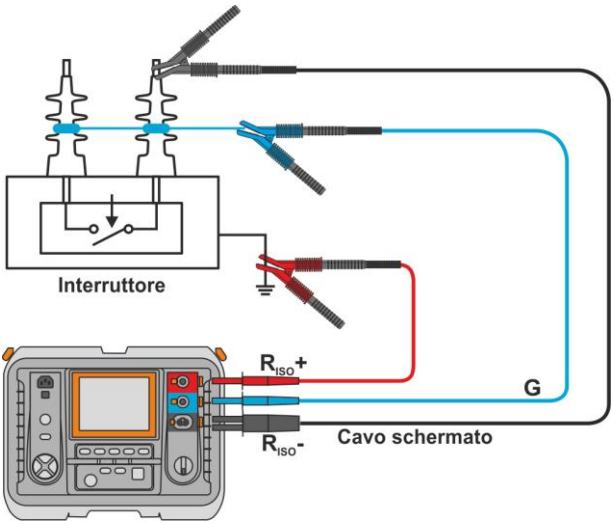


- **Misura della resistenza di isolamento del cavo tra una delle anime del cavo e la sua schermatura.** L'influenza delle correnti di superficie (importante in condizioni atmosferiche difficili) viene eliminata collegando alla presa **G** del misuratore un pezzo di lamina metallica che si avvolge attorno all'isolamento del conduttore testato.



La stessa procedura si esegue quando si misura la resistenza d'isolamento tra due conduttori del cavo - al terminale **G** si collegano i conduttori rimanenti non interessati dalla misurazione.

- **Misura della resistenza di isolamento del sezionatore di alta tensione. Collegare la** presa **G** del misuratore agli isolatori dei terminali del sezionatore.



4.5 Misura della resistenza superficiale e della resistenza verticale dell'isolante – modalità Sr

La resistenza totale dell'isolante (R_{totl}) è influenzata da:

- la condizione del suo strato superiore, spesso provocata da contaminazione superficiale, che influisce sulla resistenza superficiale R_{Sr},
- la sua condizione interna, risultante ad esempio da processi di invecchiamento, che influisce sulla resistenza di volume R_{vol}.

La modalità Sr consente di effettuare entrambe le misurazioni **con un'operazione di collegamento**.

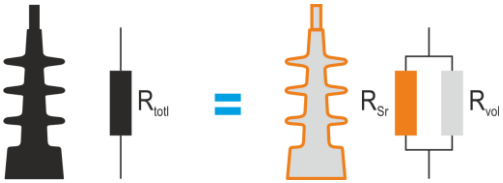
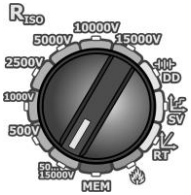


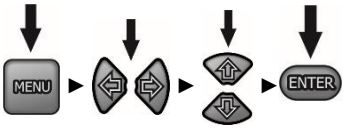
Fig. 4.3. Resistenze presenti nell'isolante

1



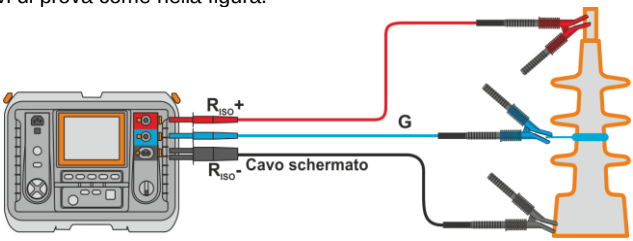
Portare il selettore di funzione sulla posizione di misurazione R_{ISO}.

2



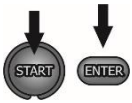
- Quando la misurazione non è in corso, premere **MENU**.
- Utilizzare i pulsanti ⬅ ➡ per passare all'opzione **Sr**.
- Utilizzare i pulsanti ⬆ ⬇ per passare da modalità **OFF** a **ON**.
- Confermare con il tasto **ENTER**.

3 Collegare i cavi di prova come nella figura.



4

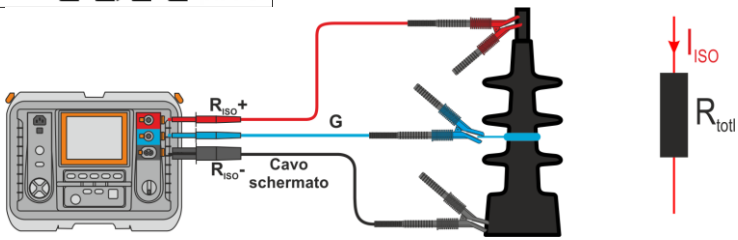
Premere e tenere premuto il pulsante **START** per **5 secondi.** Questo attiverà un conto alla rovescia di 5 secondi, dopo il quale verrà **attivata** la misurazione.
Il test continuerà **finché non verrà raggiunto il <u>doppio</u> del tempo programmato** (**cap. 4.1** step 6b) o non verrà premuto il tasto **ESC.**



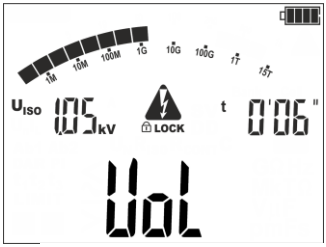
Eseguire l'avvio rapido, senza ritardo di 5 secondi, premendo **ENTER** e tenendo premuto **START**. La misura viene interrotta al raggiungimento del tempo programmato o premendo **ESC**.

5

Nella prima fase della prova viene misurata la resistenza totale dell'isolatore **R_{totl}**. Sullo schermo appare ogni 5 secondi il messaggio **totl**.

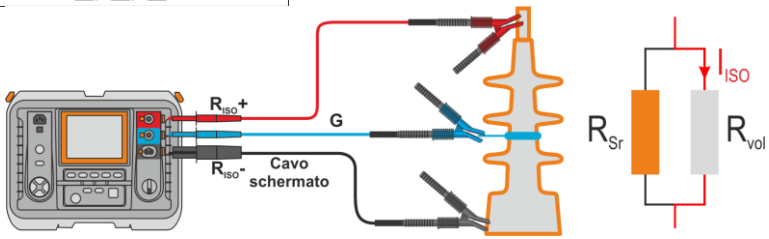


6



Nella seconda fase del test viene misurata la resistenza di volume **R_{vol}**. Sullo schermo appare ogni 5 secondi il messaggio **vol**.

La resistenza superficiale **R_{Sr}** verrà calcolata sulla base della resistenza totale **R_{totl}** e resistenza di volume **R_{vol}**.



7

Al termine della misurazione, leggere il risultato. I tasti **F3** e **F4** (**SCHERMO**) permettono di visualizzare le singoli componenti in ordine:

VOL (resistenza di volume)
└ **R_{vol} → I_L** e **C → Rt1** e **It1 → Rt2** e **It2 → Rt3** e **It3 →**
→ Ab1 (DAR) → Ab2 (PI)
▼
SURF (resistenza superficiale)
└ **R_{Sr} → I_L** e **C → Rt1** e **It1 → Rt2** e **It2 → Rt3** e **It3 →**
→ Ab1 (DAR) → Ab2 (PI)

dove:
C - capacità dell'oggetto testato.

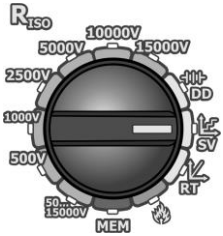
4.6 Misure con tensione crescente – SV

In questa modalità lo strumento esegue una serie di cinque misurazioni con la tensione che aumenta progressivamente di un valore a seconda dalla tensione massima impostata:

- **1 kV**: 200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V,
- **2,5 kV**: 500 V, 1 kV, 1,5 kV, 2 kV, 2,5 kV,
- **5 kV**: 1 kV, 2 kV, 3 kV, 4 kV, 5 kV,
- **10 kV**: 2 kV, 4 kV, 6 kV, 8 kV, 10 kV,
- **15 kV**: 3 kV, 6 kV, 9 kV, 12 kV, 15 kV.

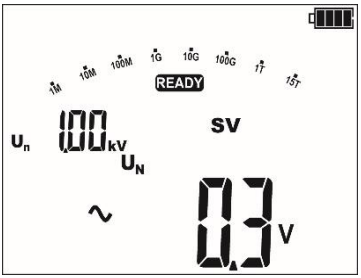
Il risultato finale viene salvato per ciascuna delle cinque misurazioni, che viene segnalato da un segnale acustico e dall'accensione dell'apposito mnemonico.

1



Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **SV**.

2

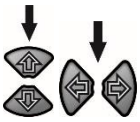


Il misuratore è in modalità di misura della tensione.

3

Premendo **MENU** è possibile selezionare la tensione massima di misura, la durata di ciascuna delle cinque misure e la corrente di cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$.

4

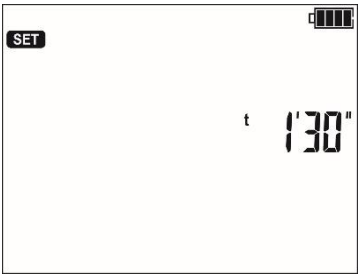


I tasti ⬆⬇ permettono di modificare il valore del parametro. Utilizzare i tasti ⬅ ➡ per passare al parametro successivo.
La sequenza di impostazione è la seguente:

5

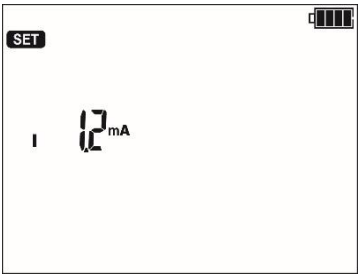
Tensione di prova massima (finale):
⇒ 1 kV,
⇒ 2,5 kV,
⇒ 5 kV,
⇒ 10 kV,
⇒ 15 kV.

6



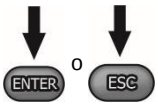
Durata di una singola misurazione nel range tra 30 s … 5 min.

7



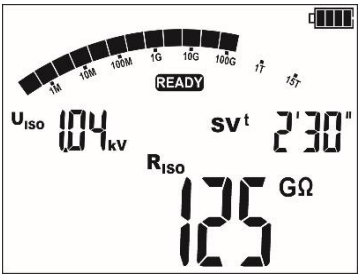
Corrente di cortocircuito I_{SC}:
⇒ 1,2 mA,
⇒ 3 mA,
⇒ 5 mA,
⇒ 7 mA.

8



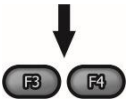
- Confermare le impostazioni con il tasto **ENTER**.
- Premere **ESC** per uscire senza modificare le impostazioni.

9



Effettuare una misurazione. Al termine della misurazione, leggere il risultato.

10



I tasti **F3** e **F4** (**DISPLAY**) permettono di visualizzare le singoli componenti in ordine:

risultati finali (R_{ISO}, U_{ISO}, t) → **I_L** e **C** → → **$U_{ISO}1$** e **t1** / **$R_{ISO}1$** e **I_L1** → **$U_{ISO}2$** e **t2** / **$R_{ISO}2$** e **I_L2** → …

dove:
C - capacità dell'oggetto testato.

Altre osservazioni, avvio della misura, visualizzazione dei simboli, lettura del risultato e visualizzazione dei componenti come per la misura R_{ISO}.

4.7 Misura con tensione crescente in modo lineare – RT

L'essenza della funzione è:

- testare l'oggetto misurato con tensione crescente fino al valore finale **U_{ISO} LIMIT**,
- verificare che l'oggetto conservi le sue proprietà di isolamento elettrico quando la tensione massima **U_{ISO} LIMIT** viene mantenuta per il tempo specificato **t_2**.

La procedura di misurazione è illustrata nella tabella sottostante.

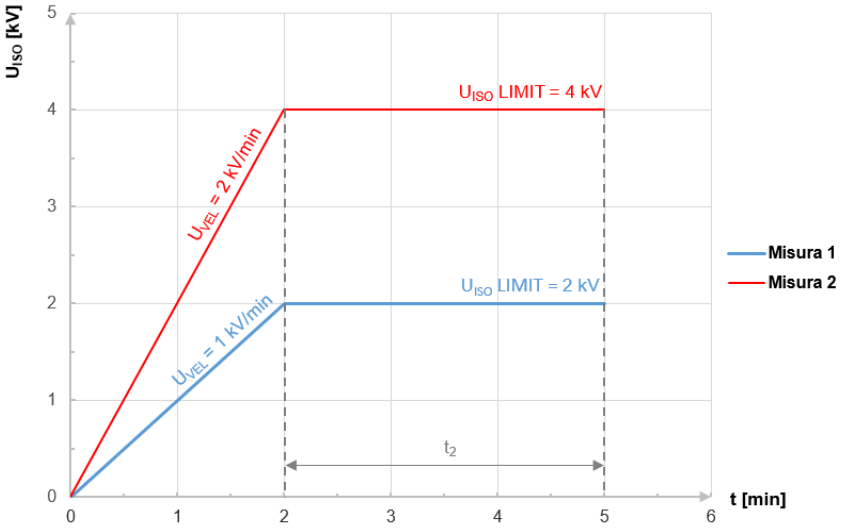
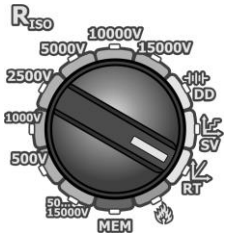


Grafico 4.2. La tensione fornita dal misuratore in funzione del tempo per due velocità di rampa esemplari

1



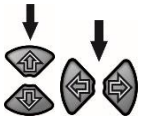
Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **RT**.

2

Premendo **MENU** si accede alle impostazioni di:

⇒ **U_{ISO} LIMIT** (tensione alla quale deve terminare la salita),
⇒ velocità di salita della tensione **U_{ISO} VEL** (V/min),
⇒ tempo di mantenimento della tensione sull'oggetto misurato **t_2**,
⇒ corrente di cortocircuito **I_{SC}**,
⇒ limite della corrente di dispersione **I_L** ($I_L \leq I_{SC}$).

3



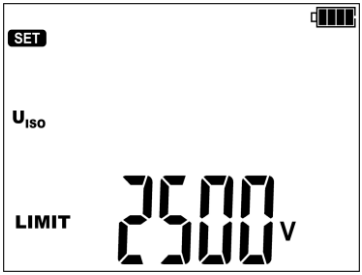
I tasti ⬆⬇ permettono di modificare il valore del parametro.

Utilizzare i tasti ⬅ ➡ per passare al parametro successivo.

- Nell'impostare parametro, premendo a lungo i tasti ⬆⬇ si accelera la modifica del suo valore.
- Dopo aver raggiunto un valore target approssimativo, premere brevemente ⬆⬇ per regolare il valore al livello desiderato.

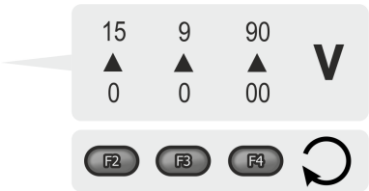
La sequenza di impostazione è la seguente:

4

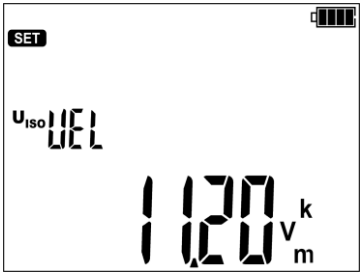


Tensione di misura finale **U_{ISO} LIMIT**. È compresa nell'intervallo di 50 V…15 kV.

L'impostazione della tensione può anche essere inserita usando i tasti funzione (F2 - passo ogni 1000 V, F3 - passo ogni 100 V, F4 - passo ogni 10 V).



5

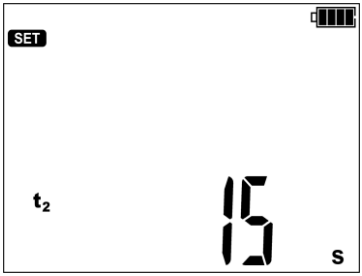


Velocità di salita della tensione **U_{ISO} VEL**. È compresa nell'intervallo tra 100 V/min…12 kV/min. Ad esempio:

⇒ 100 V/min ≈ 1,6 V/s,

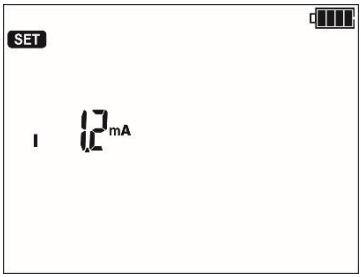
⇒ 12 kV/min = 200 V/s.

6



Tempo **t_2**per il quale deve essere mantenuta la tensione sull'oggetto in prova (**Grafico 4.2**).

7

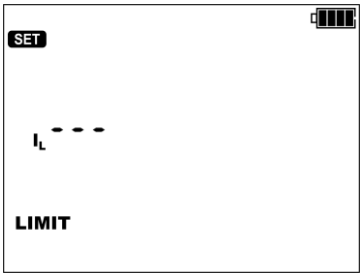


Corrente massima di cortocircuito I_{SC} forzata dal misuratore:

⇒ 1,2 mA,
⇒ 3 mA,
⇒ 5 mA,
⇒ 7 mA.

Se durante la misura lo strumento **raggiunge il valore impostato**, entrerà in modalità di limitazione della corrente, cioè **fermerà l'ulteriore salita** della corrente forzata a questo valore.

8

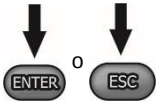


Limite della corrente di dispersione I_L. L'opzione è disponibile, se nel **cap. 3 step** (8) è abilitata l'impostazione dei limiti. Sono disponibili due opzioni:

⇒ corrente regolabile nell'intervallo tra 1…7 mA ogni 1 mA,
⇒ l'impostazione massima di I_L non deve superare il valore di corrente I_{SC} (**step** (7)),
⇒ limite disabilitato (- - -).

Se la corrente di dispersione misurata **raggiunge il valore impostato** (avviene la rottura dell'oggetto testato), la misurazione viene **interrotta**, e lo strumento visualizza la tensione alla quale si è verificata (**step** (13)).

9

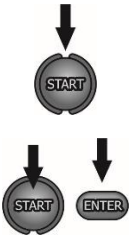


- Confermare le impostazioni con il tasto **ENTER**.
- Premere **ESC** per uscire senza modificare le impostazioni.

10

Lo strumento è pronto per la misura.

11



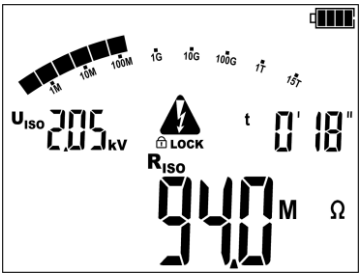
Per avviare la misurazione:

⇒ premere **START** e tenerlo premuto per 5 s

o

⇒ premere contemporaneamente **START** e **ENTER**.

(12)



Visualizzazione dello schermo durante la misurazione. Il misuratore indica:

- il valore di tensione in un dato momento (**U_n**),
- il tempo rimanente fino alla fine della misurazione,
- il valore di resistenza in un dato momento (**R_{ISO}**).

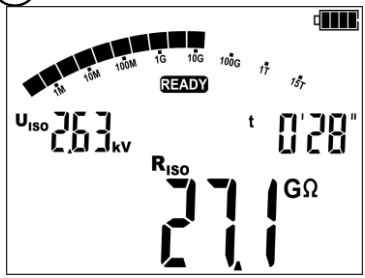
Durante la misurazione, i pulsanti ⬅ ➡ possono essere utilizzati per **modificare** la visualizzazione della **tensione** di prova U_{ISO} alla **corrente di dispersione I_L**.

(13) (a)

Se nel corso di salita della tensione si verifica la rottura, lo strumento visualizzerà:

- il messaggio brdn,
- il valore di tensione al quale si è verificata la rottura.

(b)



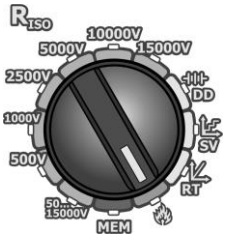
Se la rottura non avrà luogo, lo schermo visualizzerà gli stessi valori della misurazione R_{ISO}.

4.8 Localizzazione del guasto (🔥 Bruciatura)

Lo strumento esegue la misura come per R_{ISO}, ma non la interrompe quando si verifica un guasto. Se si verifica una rottura, la misurazione continua. In questo tempo è possibile trovare il luogo del guasto (rottura) ascoltando il crepitio caratteristico di una scarica elettrica.

- In determinate condizioni favorevoli, può verificarsi un arco elettrico nel punto in cui il cavo è danneggiato, provocando la fusione dell'isolamento. Ciò facilita l'identificazione del guasto - visivamente o con altri metodi (geofono, metodo sismico-acustico, ecc.).
- Nella localizzazione è possibile utilizzare metodi riflettometrici o il cosiddetto frame A. Il frame viene utilizzato per il rilevamento puntuale dei guasti a terra.

1

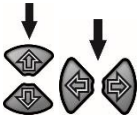


Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **Bruciatura**. Il misuratore è in modalità di misura della tensione.

2

Premendo **MENU** e i tasti ⬅ ➡ si può selezionare:
⇒ **la tensione** di prova $\mathbf{U_{ISO}}$,
⇒ **il tempo** di misura,
⇒ la corrente massima di cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$.

3

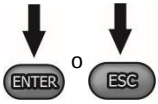


Con i tasti ⬆⬇ si impostano i valori di singoli parametri
Utilizzare i tasti ⬅ ➡ per passare al parametro successivo.

La sequenza di impostazione è la seguente:

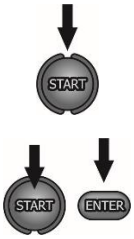
- tensione di prova: 1 kV…15 kV (in passi di 1 kV),
- tempo di misura: 1 s…99 min 59 s (in passi di 1 s),
- corrente massima forzata: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA o 10 mA.

4



- Confermare le impostazioni con il tasto **ENTER**.
- Premere **ESC** per uscire senza modificare le impostazioni.

5



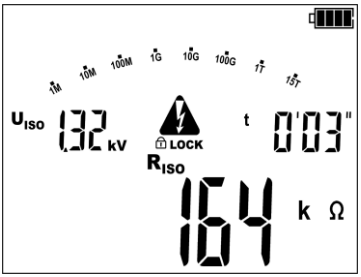
Per avviare la misurazione:

⇒ premere **START** e tenerlo premuto per 5 s

o

⇒ premere contemporaneamente **START** e **ENTER**.

6



Se si verifica la rottura dell'isolamento, lo strumento non interrompe la misurazione. La misurazione continua fino allo scadere del tempo impostato al step (3).

7

Al termine della misurazione, leggere il risultato.

◄ Aspetto dello schermo dopo la misurazione, in caso **di guasto** avvenuto.

- La corrente di cortocircuito effettiva è di >11 mA. Dura 10 secondi. Quindi viene limitato a circa 8 mA.
- Se lo strumento non è in grado di fornire la potenza necessaria per la bruciatura (batteria non sufficientemente carica), è indicato da un'icona della batteria lampeggiante. In tal caso si deve collegare un'alimentazione esterna allo strumento.
- Si consiglia di collegare lo strumento a un alimentatore esterno durante la bruciatura. Ciò garantisce la massima efficienza del metodo.

4.9 Indicatore di scarica dielettrica – DD

Nel test di scarica dielettrica, la corrente di scarica viene misurata 60 secondi dopo il completamento della misurazione (carica) dell'isolamento. Il DD è un valore che caratterizza la qualità dell'isolamento, indipendente dalla tensione di prova.

Il principio di misura è il seguente:

- In primo luogo, l'isolamento testato viene caricato con una tensione per un tempo specifico. Se la tensione non è uguale alla tensione impostata, l'oggetto non viene caricato e dopo 20 secondi lo strumento interrompe la misurazione.
- Al termine del processo di carica e polarizzazione, l'unica corrente che scorre attraverso l'isolamento è la corrente di dispersione.
- L'isolante viene quindi scaricato e la corrente di scarica dielettrica totale inizia a fluire attraverso l'isolamento. Inizialmente, questa corrente è la somma della corrente di scarica capacitiva, che decade molto rapidamente, e della corrente di assorbimento. La corrente di dispersione è trascurabile perché non c'è tensione di prova.
- 1 minuto dal cortocircuito del circuito di misura, viene misurata la corrente che scorre. Il valore di DD è calcolato dalla dipendenza:

$$DD = \frac{I_{1\min}}{U_{pr} \cdot C}$$

dove:
I_{1min} – corrente misurata 1 minuto dal il cortocircuito [nA],
U_{pr} – tensione di prova [V],
C – capacità [μF].

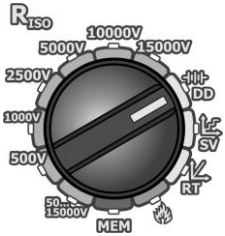
Il risultato della misurazione viene indicato dallo stato dell'isolamento. Può essere confrontato con la tabella sottostante.

Valore DD	Condizione dell'isolamento
>7	Cattiva
4-7	Debole
2-4	Non buona
<2	OK

1 Prima di effettuare la misurazione nelle impostazioni principali secondo il **cap. 3** inserire le impostazioni:

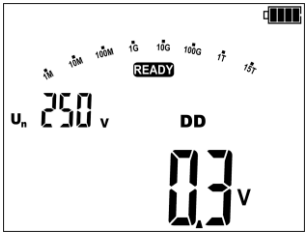
- sezione **CAP** (step 15): abilita la misurazione della capacità.

2



Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **DD**.

3

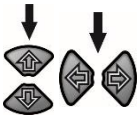


Il misuratore è in modalità di misura della tensione.

4

Premendo **MENU** si può selezionare:
⇒ il tempo di carica,
⇒ la tensione di carica,
⇒ la corrente di carica massima.

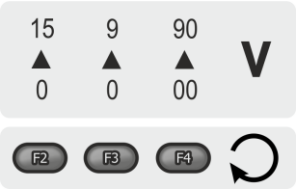
5



I tasti ⬆ ⬇ permettono di modificare il valore del parametro.
Utilizzare i tasti ⬅ ➡ per passare al parametro successivo.

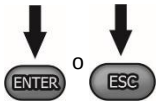
La sequenza di impostazione è la seguente:

- tempo di polarizzazione dell'oggetto: 1 min ... 60 min,
- tensione di polarizzazione:
  - o **da 50 V a 9990 V** (in passi di 10 / 100 /1000 V – premere e tenere premuto il pulsante),
  - o **da 10 kV a 15 kV** (n passi di 100 / 1000 V – premere e tenere premuto il pulsante)
  - o oppure con i tasti funzione (F2 – passo ogni 1000 V, F3 – passo ogni 100 V, F4 – passo ogni 10 V),



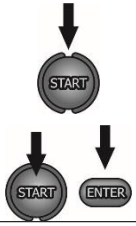
- corrente massima di polarizzazione: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA e 7 mA.

6



- Confermare le impostazioni con il tasto **ENTER**.
- Premere **ESC** per uscire senza modificare le impostazioni.

7



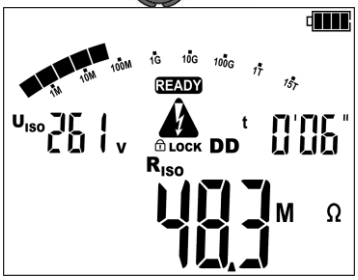
Per avviare la misurazione:

⇒ premere **START** e tenerlo premuto per 5 s

o

⇒ premere contemporaneamente **START** e **ENTER**.

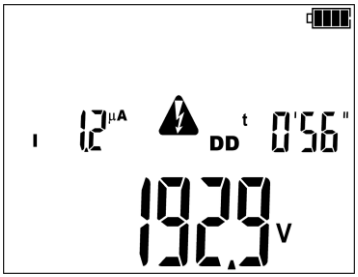
8



Visualizzazione dello schermo durante la misurazione. Fase uno: polarizzazione dell'oggetto. Il misuratore indica:

- il valore di tensione in un dato momento (**U_{ISO}**),
- durata dell'aumento di tensione in base all'impostazione in step (4),
- il valore di resistenza in un dato momento(**R_{ISO}**).

9



Visualizzazione dello schermo durante la misurazione. Fase due: depolarizzazione dell'oggetto. Il misuratore indica:

- corrente di scarica dell'oggetto (**I**),
- tempo rimanente fino allo scarico dell'oggetto,
- tensione sull'oggetto al momento (lettura principale).

10

Schermata dopo aver completato la misurazione:

In ambienti altamente disturbati dal punto di vista elettromagnetico, la misurazione può essere gravata da un errore aggiuntivo.

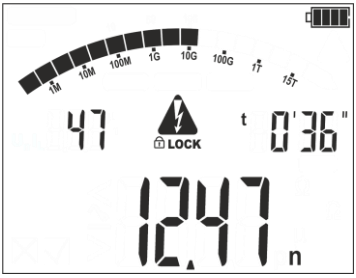
4.10 Indicatore di scariche parziali

Un'ulteriore informazione sulla condizione dell'isolamento è l'intensità di scariche incomplete che vi si verificano. Si tratta di rotture all'interno del materiale, ad esempio all'interno di microscopici vuoti d'aria (le cosiddette inclusioni di gas). Bruciando la superficie degli interstizi, le scariche **deteriorano permanentemente la rigidità elettrica dell'isolante**. Pertanto, minore è il loro numero nel materiale, migliori sono le condizioni dell'oggetto testato.

1

L'indicatore di scarica parziale è disponibile in **qualsiasi modalità di misurazione**, mentre la misurazione è già in corso.. Quindi selezionare il pulsante **F3** o **F4**.

2

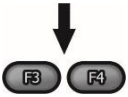


Viene visualizzata la schermata dell'indicatore di scarica. Il misuratore indica:

- scariche parziali al secondo (indicazione in alto a sinistra; qui: **47**),
- tempo rimanente fino alla fine della misurazione, (**t**; qui: **0'36"**),
- carica di scarica in coulomb (**n**C, **p**C ecc.; qui: **12,47 nC**).

La misurazione effettiva avviene in parallelo e non viene interrotta.

3



Premere il tasto **F3** o **F4** per tornare alla schermata con i principali parametri di misura.

- I valori visualizzati devono essere trattati come **approssimativi**. L'indicatore di scariche parziali non misura secondo EN 60270 „Tecniche di prova ad alta tensione, misure di scariche parziali".
- I dati di scariche parziali non vengono salvati nella memoria del dispositivo.

4.11 Test di tensione

Lo strumento consente di regolare la tensione di misura nel corso della misurazione, monitorando al contempo la resistenza dell'isolamento, la corrente di dispersione e la scarica incompleta sull'oggetto in esame. Variando la tensione durante la misurazione, l'utente può verificare la resistenza elettrica dell'isolamento e determinare la tensione di accensione e di spegnimento della scarica incompleta.

Ulteriori informazioni sono disponibili nelle linee guida della norma EN 60270, punto 11 "Misure di scariche parziali durante le prove di tensione continua".

L'aumento della tensione oltre il valore limite dell'oggetto in esame può provocare la rottura del suo isolamento.

1 Prima di effettuare la misurazione nelle impostazioni principali secondo il **cap. 3** inserire le impostazioni:

- sezione **U_{ISO} SET** (step (11)): consentire la variazione della tensione di misura durante la prova.

2

Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **50…15000 V**.

3

Premendo **MENU** si può selezionare:

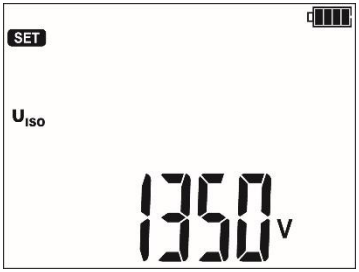
⇒ tensione di prova U_{ISO},

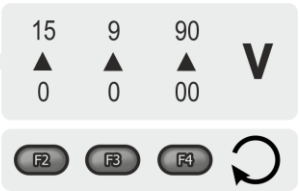
⇒ tempi per il calcolo dei coefficienti di assorbimento (t1, t2, t3),

⇒ durata totale della misurazione:

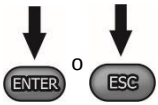
- 1 min (- -’ - -”),
- 1 s … 99 min 59 s,
- continuo (INF),

⇒ corrente di cortocircuito **I_{SC}**.



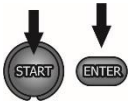


4



- Confermare le impostazioni con il tasto **ENTER**.
- Premere **ESC** per uscire senza modificare le impostazioni.

5



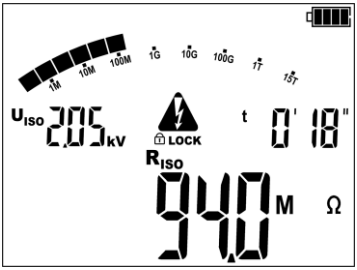
Per avviare la misurazione:

⇒ premere **START** e tenerlo premuto per 5 s

o

⇒ premere contemporaneamente **START** e **ENTER**.

6



Visualizzazione dello schermo durante la misurazione. Il misuratore indica:

- il valore di tensione in un dato momento (**U_{ISO}**),
- tempo di misurazione corrente,
- il valore di resistenza in un dato momento (**R_{ISO}**).

Durante la misurazione:

⇒ i pulsanti ⬅ ➡ possono essere utilizzati per **modificare** la visualizzazione della **tensione** di prova U_{ISO} alla **corrente di dispersione I_L**,

⇒ con i tasti ⬆⬇ viene impostata la tensione di misura nuova **U_n**.

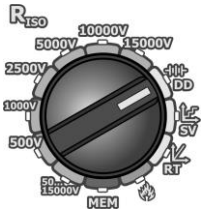
I pulsanti **F3** e **F4** richiamano l'indicatore di scarica parziale (vedere la **sez. 4.10**).

4.12 Misurazione delle correnti di polarizzazione e depolarizzazione PDC

L'MIC-15k1, in collaborazione con l'applicazione mobile **Sonel MIC Mobile** permette di osservare le caratteristiche delle correnti di polarizzazione e depolarizzazione nel dominio del tempo. È stato dimostrato che entrambe le correnti di polarizzazione e depolarizzazione rimangono approssimativamente invariate e possono rappresentare criteri affidabili per valutare le condizioni dell'isolamento, ad esempio, di un cavo in termini di umidità, delaminazione o processi di invecchiamento.

La misura del PDC viene effettuata con la misura DD modificata.

1. Prima di effettuare la misurazione nelle impostazioni principali secondo il **cap. 3** inserire le impostazioni:
   - sezione **DD** (step (7)): imposta un tempo qualsiasi per la misurazione della corrente di depolarizzazione (più è lungo, meglio è),
   - sezione **bt** (step (14)): abilita la comunicazione Bluetooth,
   - sezione **CAP** (step (15)): disabilita la misurazione della capacità. Certamente, il misuratore non indicherà il valore DD, ma allo stesso tempo non commuterà il relè dell'inverter ad alta tensione al momento della scarica dell'oggetto - e quindi non aggiungerà la sua capacità al risultato. In questo modo sarà possibile determinare una caratteristica di corrente di scarica non distorta,
   - sezione **HV** (step (16)): imposta **NORM RISE.** La tensione di misura raggiungerà quindi il suo valore nominale senza sovratensioni. La sovratensione è un effetto negativo, perché al momento della sua caduta, la corrente nell'oggetto in esame scorre in direzione opposta.

2. 

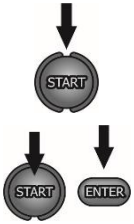
Impostare il selettore rotativo per la selecione della funzione sulla posizione **DD**.

3.

Premendo **MENU** si può selezionare:
   ⇒ il tempo di carica,
   ⇒ la tensione di carica,
   ⇒ la corrente di carica massima.

4. - Attiva il controllo remoto nel misuratore come indicato nella **sez. 4.2**.
   - Accendi l'applicazione **Sonel MIC Mobile** e accoppia con lo strumento.

5. Collega i cavi all'oggetto da testare. I cavi non devono entrare in contatto tra loro, con il potenziale di terra o con l'addetto alla misurazione.

6. 

Per avviare la misurazione:

   ⇒ premere **START** e tenerlo premuto per 5 s

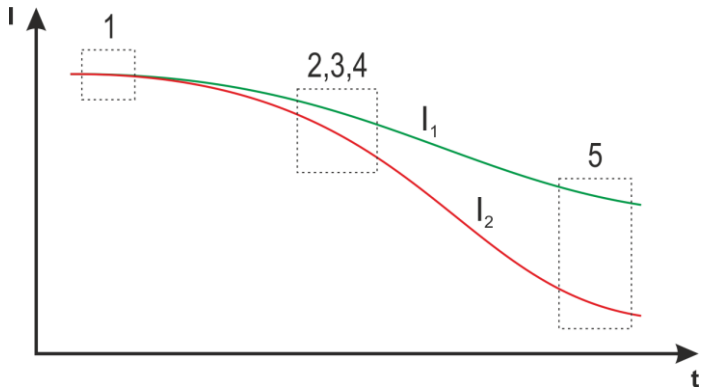
   o

   ⇒ premere contemporaneamente **START** e **ENTER**.

Quando la misurazione è in corso, non toccare i cavi, non manipolare lo strumento e non muoversi in sua prossimità. Poiché la corrente che attraversa l'oggetto in esame è a livello di nanoampere, qualsiasi interazione con il sistema di misura può indurre una corrente aggiuntiva e di conseguenza influenzare il risultato.

7 Attendi il completamento della misurazione. Il risultato sono i grafici della corrente di carica e scarica presentati nell'applicazione Sonel MIC Mobile.

Se la forma delle curve è simile, significa che le condizioni dell'oggetto in esame sono buone. Se le curve divergono, ciò può indicare un degrado dell'isolamento. Il suo grado può essere determinato dall'entità della differenza tra le curve e la sua natura dal punto della misurazione in cui si è verificata la differenza..



Grafio 4.3. Influenza delle caratteristiche del materiale sulle curve PDC.
I_1 – corrente di polarizzazione, I_2 – corrente di depolarizzazione.
1 – conducibilità, 2 – caratteristichei, 3 – forma, 4 – età, 5 – contenuto d'acqua

4.13 Determinazione della lunghezza del cavo misurato

In base alla capacità elettrica dell'oggetto misurato, il dispositivo consente di determinare la lunghezza del conduttore testato. A tal fine è opportuno ricavare i dati sui parametri dell'oggetto (es. dalla scheda catalogo del produttore).

1

Ogni cavo, ogni metro, è contrassegnato da una marcatura che indica:

⇒ il nome del produttore,
⇒ il tipo di cavo,
⇒ la tensione nominale,
⇒ il numero di conduttori e l'area della sezione trasversale di ogni conduttore.

Ad esempio, la foto accanto mostra un cavo del tipo **YHAKXS 1x240 RMC/50 12/20 kV**.

2

S mm²	R (20°C) Ω/km	C µF/km
1x50RMC/16	0,641	0,18
1x70RMC/25	0,443	0,2
1x95RMC/35	0,32	0,22
1x120RMC/50	0,253	0,24
1x150RMC/50	0,206	0,26
1x185RMC/50	0,164	0,28
1x240RMC/50	0,125	0,3
1x300RMC/50	0,1	0,33
1x400RMC/50	0,0778	0,37
1x500RMC/50	0,0605	0,4

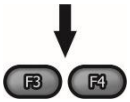
Nella scheda tecnica del produttore, individuare quel cavo specifico. Il parametro cercato è la **capacità unitaria**.

In questo caso il valore letto è **0,3 µF/km**.

3

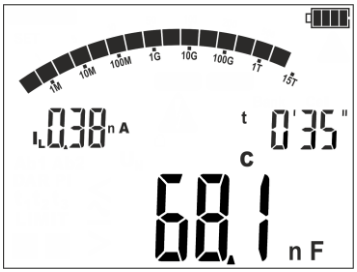
Avvia la misurazione.

4



Dopo aver eseguito la misurazione, utilizza i tasti **F3** e **F4** (**SCHERMO**) per passare alla schermata di visualizzazione dei parametri
I_L e **C**, dove:
C - capacità dell'oggetto testato.

5



Lo strumento misura la capacità totale del cavo **C**. Su questa base, conoscendo la capacità unitaria $\mathbf{C_X}$, si può calcolare la lunghezza **L**.

$$C = C_X \cdot L$$

$$L = \frac{C}{C_X}$$

In questo caso, per:
C = 68,1 nF
C_X = 0,3 µF/km = 300 nF/km
la lunghezza del cavo è:

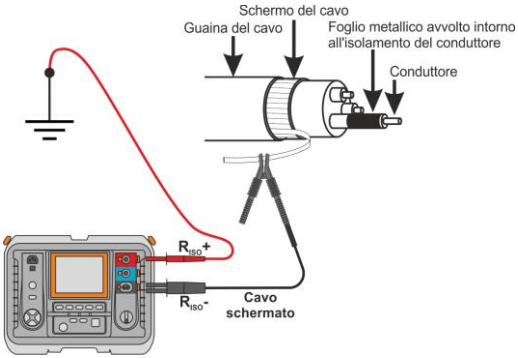
$$L = \frac{C}{C_X} = \frac{68{,}1\,\text{nF}}{300\,\frac{\text{nF}}{\text{km}}} = 0{,}227\,\text{km} = 227\,\text{m}$$

4.14 Test di tenuta dell'armatura del cavo MT

La prova di armatura del cavo MT consiste nell'applicare una tensione di prova tra la sua guaina metallica o il conduttore di ritorno e la terra. In fase di misurazione prestare attenzione al valore della corrente I_L.

La tensione di prova e il tempo di misurazione dipendono dal tipo di oggetto testato e dalle relative linee guida. Per esempio per un cavo con isolamento in polietilene:

- tensione di prova secondo HD 620 S1: ≤5 kV,
- tempo di misura dopo la stabilizzazione della tensione: 1-10 min,
- risultato positivo secondo HD 620 S1: se non si è verificato alcun guasto a terra.



5 Memoria dei risultati di misura

Il misuratore MIC-15k1 ha una **memoria di 990 celle**, ognuna delle quali può contenere il risultato della misurazione R_{ISO}. L'intera memoria è divisa in **10 banchi** di 99 celle ciascuno. Con l'attribuzione dinamica della memoria, ogni cella può contenere un numero diverso di risultati singoli, secondo le necessità Inoltre, le celle contengono dati sulla base dei quali, tramite un software esterno (es. Sonel Reader), è possibile creare grafici dell'andamento dei valori misurati.

Ogni risultato può essere salvato in una cella con un numero selezionato e in un banco selezionato. Questo permette all'**utente di assegnare numeri di celle a singoli punti di misurazione** e numeri di banchi a singoli oggetti. Ciò consente di eseguire misurazioni in qualsiasi ordine e di ripeterle senza perdere altri dati.

Inoltre, **dopo aver avviato la misurazione, i risultati vengono salvati direttamente nella memoria volatile del dispositivo** , in loop. La sua capacità (**0**…**990** celle di memoria) dipende da quante celle sono già occupate nella memoria principale (**Fig. 5.1**).

Quando la memoria temporanea è piena, le misurazioni più vecchie verranno sovrascritte con quelle più recenti. È possibile visualizzare questi risultati premendo **F5**. Durante la loro visualizzazione, l'utente ha la possibilità di salvare il risultato nella memoria in modo permanente (tasto **ENTER**).

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.

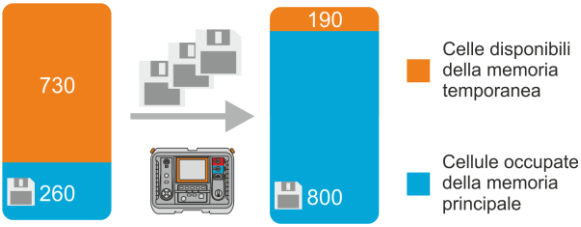


Fig. 5.1. La capacità di memoria temporanea dello strumento dipende dalla quantità di dati nella memoria principale

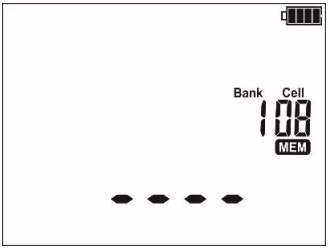
- In una cella si può inserire:
  - o risultato della misurazione R_{ISO} 2p / R_{ISO} 3p,
  - o risultato R_{ISO} SV, DD,
  - o risultato di bruciatura.
- All'inserimento del risultato della misurazione, il numero della cella viene automaticamente aumentato.
- La memoria memorizza anche i dati per i grafici delle modifiche dei parametri nel tempo.

5.1 Inserimento dei risultati di misura in memoria.

1

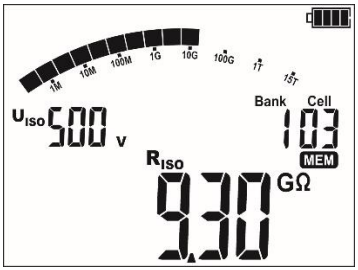
Eseguita la misurazione, premi il tasto **ENTER**

2a



La cella è vuota.

2b

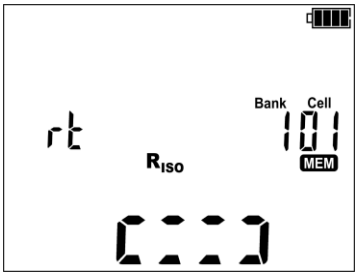


La cella è occupata da un risultato dello stesso tipo che si sta inserendo.

3

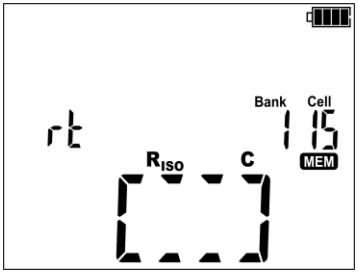
I tasti **F3** e **F4** (**DISPLAY**) permettono di visualizzare le singoli componenti in ordine:

4a



La cella è occupata da un risultato diverso da quello inserito.

4b



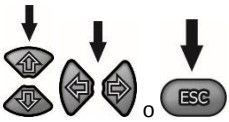
La cella è occupata.

5

Premendo **ENTER** ad una data misura, l'utente può salvare la misura nella memoria non volatile con un banco e un numero di cella specifici.

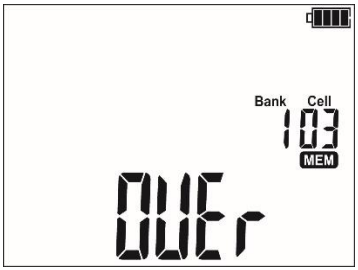
Premere **ENTER** per salvare il risultato in memoria. La registrazione è segnalata con un triplo segnale acustico e un rettangolo sul campo di visualizzazione principale.

6



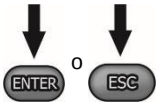
- Il numero di cella può essere modificato con i pulsanti ⬆⬇.
- Il numero di banco può essere modificato con i pulsanti ⬅➡.
- Il tasto **ESC** permette di tornare alla schermata di misura senza salvare i dati.

7



Al tentativo di inserimento in una cella occupata, apparirà un avviso.

8

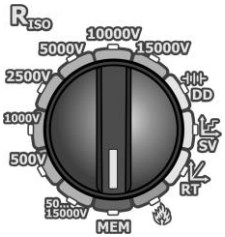


Premere **ENTER** per sovrascrivere il risultato in memoria.
Premere **ESC** per annullare.

In memoria viene memorizzata una serie di risultati (principale e ulteriore) di una determinata funzione di misurazione, i parametri di misurazione impostati e i dati per grafici dell'andamento dei valori misurati.

5.2 Visualizzazione dei dati in memoria

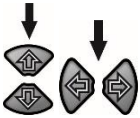
1



Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **MEM**.

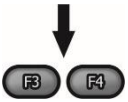
- Per passare alla memoria **volatile**, premere **F5**.
- Per tornare alla memoria principale, premere nuovamente **F5**.

2



- Il numero di cella può essere modificato con i pulsanti ⬆⬇.
- Il numero di banco può essere modificato con i pulsanti ⬅➡.
- Nella memoria **volatile**, i risultati sono visualizzati con frecce ⬆⬇. Vengono salvati nella memoria principale premendo il pulsante **ENTER**.

3



Utilizzando i pulsanti **F3** e **F4** (**DISPLAY**) è possibile visualizzare i componenti dei risultati sia nella memoria volatile che nella memoria principale.

4

Il tasto **F2** può essere utilizzato per richiamare l'ora della misura:

- ora (premere singolarmente),
- data (premere due volte).

I parametri saranno visibili per 3 secondi, dopodiché si tornerà al valore di una determinata misura.

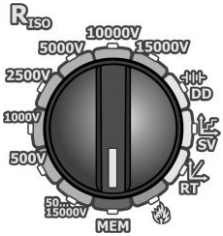
Durante la visualizzazione della misurazione R_{ISO} sul campo di lettura, il cronometro/la memoria visualizza alternativamente il numero del banco e della cella, così come il tempo di misurazione al quale il risultato è stato memorizzato. Questo vale per tutte le misurazioni R_{ISO}.

5.3 Cancellazione della memoria

È possibile cancellare l'intera memoria o i singoli banchi.

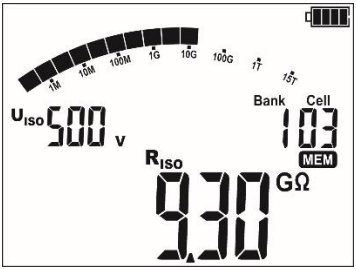
5.3.1 Cancellazione del banco

1



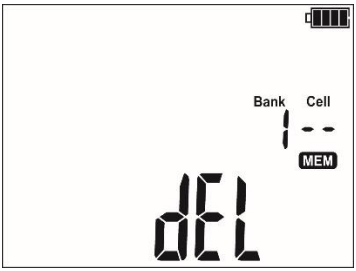
Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **MEM**.

2



Con i tasti ⬅ ➡ impostare il numero di banco da cancellare.
Utilizzare i tasti ⬆⬇ per diminuire o aumentare il numero fino a...

3

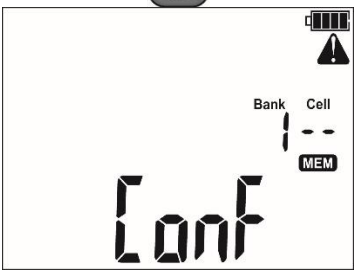


…scomparire, sostituito dal simbolo dEL che indica la disponibilità alla cancellazione.

4

Premere **ENTER**.

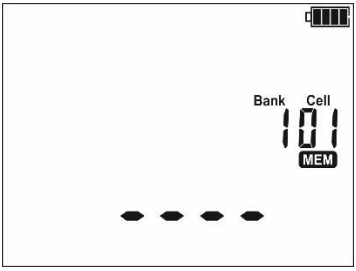
5



Compare ⚠ e il messaggio CONF che indicano una richiesta di conferma della cancellazione.

6

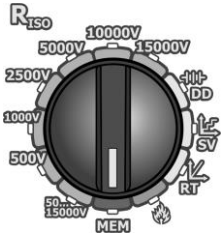
Premere nuovamente **ENTER**.



Il misuratore emette un triplo segnale acustico alla cancellazione del banco e il numero di cella si imposta a "1".

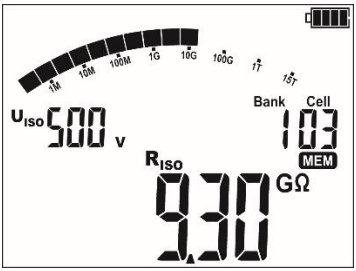
5.3.2 Cancellazione dell'intera memoria

1



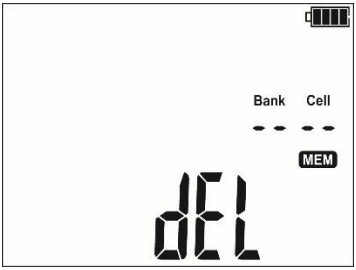
Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **MEM**.

2



Utilizzare i tasti ⬅ ➡ per diminuire o aumentare il numero di banco fino a...

3

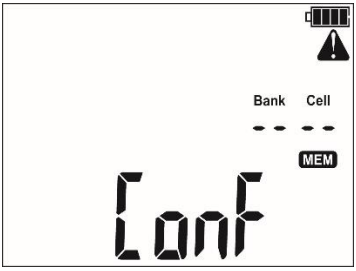


…scomparire, sostituito dal simbolo dEL che indica la disponibilità alla cancellazione.

4

Premere il tasto **ENTER**.

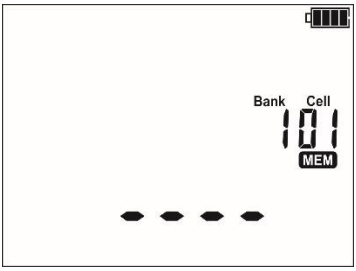
5



Compaiono ⚠ e il messaggio ConF che indicano una richiesta di conferma della cancellazione.

6

Premere di nuovo il tasto **ENTER**.
Il misuratore emette un triplo segnale acustico alla cancellazione della memoria e il numero di cella si imposta a "1".



6 Trasmissione dati

6.1 Pacchetto di attrezzature informatiche

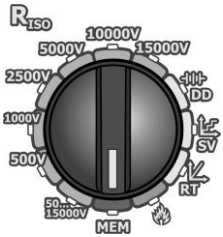
Per la comunicazione dello strumento con il computer sono necessari un cavo USB o un modulo Bluetooth e un software appropriato (scaricabile dal sito web del produttore):

- Sonel Reader,
- Sonel Reports Plus,
- applicazione mobile Sonel MIC Mobile.

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.

Se il software non è stato acquistato con lo strumento, può essere acquistato dal produttore o da un distributore autorizzato.

6.2 Trasmissione dei dati tramite connessione USB

1 

Impostare il selettore rotativo per la selezione della funzione sulla posizione **MEM**.

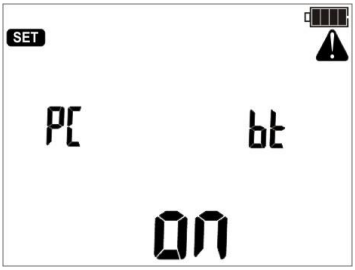
2

Collegare il cavo alla porta USB del computer e alla presa USB del misuratore.

3 Eseguire il software.

6.3 Trasmissione dati via Bluetooth

1



Abilitare la comunicazione Bluetooth come da **cap. 3** step 1 2 14.

2 Se il computer non è dotato di modulo Bluetooth, collegarne uno alla sua presa USB.

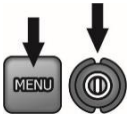
3 In fase dell'accoppiamento del misuratore con il computer, inserire il codice PIN che corrisponde al codice PIN del misuratore nelle impostazioni principali (**cap. 3** step 5).

4 Eseguire il software di archiviazione dei dati sul computer.

- Il pin standard per il Bluetooth è **0123**. Vedi anche il **cap. 3** step 5.
- Con il cavo USB collegato, la trasmissione radio non è possibile.

7 Aggiornamento del software

1



Tenendo premuto il pulsante **MENU** premi brevemente il pulsante **ON/OFF**. Tieni premuto **MENU** finché non appare l'icona SET.

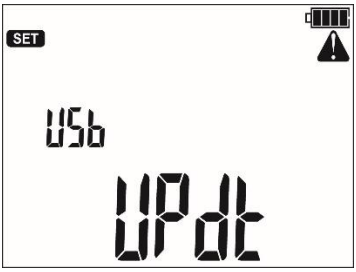
2

Utilizzare i pulsanti ⬅ ➡ per visualizzare la schermata sottostante.

3

Collegare lo strumento al computer con il cavo USB e premere **ENTER**.

4



Seguire le istruzioni del software.

8 Alimentazione dello strumento

8.1 Monitoraggio della tensione di alimentazione

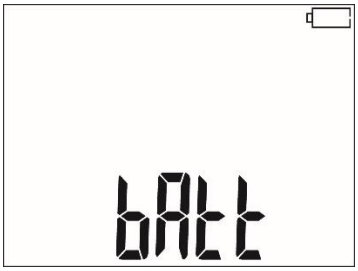
ATTENZIONE!

Prima di procedere con l'uso dello strumento, la batteria deve essere scaricata e poi caricata completamente in modo che l'indicazione del suo stato di carica sia corretta.

Il livello di carica della batteria ricaricabile è continuamente indicato dal simbolo nell'angolo superiore destro dello schermo.

Batteria carica.

Batteria scarica.



Batteria totalmente scarica.
Tutte le misurazioni sono bloccate.
Lo strumento si spegne automaticamente dopo 5s.

8.2 Alimentazione da batteria

Il misuratore MIC-15k1 è alimentato da una batteria agli ioni di litio che può essere sostituita solo al centro di assistenza.

Il caricabatterie è installato all'interno del misuratore e funziona solo con la batteria originale. È alimentato dalla rete 90 V ÷ 265 V 50 Hz/60 Hz. È possibile inoltre l'alimentazione dalla presa accendisigari utilizzando un convertitore opzionale.

ATTENZIONE!

E' vietato alimentare il misuratore con fonti diverse da quelle specificate nel presente manuale.

8.3 Ricarica della batteria

La ricarica inizia quando viene applicata l'alimentazione al misuratore, che sia spento o meno. Il cambio di riempimento del simbolo della batteria sul display indica che il processo è in corso.

La batteria è soggetta all'algoritmo di "ricarica rapida", che consente di ridurre questo processo a circa 5 ore. La fine della procedura è segnalata dal massimo riempimento del simbolo della batteria e dalla luce fissa del diodo verde.

Per spegnere lo strumento, rimuovere la spina di alimentazione del caricabatterie.

La ricarica 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

Segnalazione	Stato
Diodo verde lampeggiante con frequenza 1 volta al secondo, animazione del simbolo della batteria sul display.	La ricarica è in corso.
Luce continua del diodo verde, visualizzazione del simbolo di batteria carica sul display.	Fine della ricarica.
Diodo verde lampeggiante con una frequenza di 2 volte al secondo.	Errore nel corso della ricarica.
Diodo verde lampeggiante con una frequenza di 2 volte al secondo, visualizzazione del simbolo °C.	Temperatura troppo alta della batteria. Le misurazioni sono bloccate.

8.4 Alimentazione dalla rete elettrica

È possibile effettuare misurazioni durante la carica della batteria. A tal fine premere **ESC** in modalità di ricarica - lo strumento entra in modalità di misurazione, pur rimanendo in modalità di ricarica. Lo stesso si applica se l'alimentazione di rete viene applicata mentre il misuratore è in funzione.

Lo spegnimento strumento tramite pulsante o **AUTO-OFF** non interrompe la carica della batteria.

Informazioni aggiuntive visualizzate dal misuratore

Segnalazione	Stato
Tutti i segmenti del simbolo della batteria lampeggiano una volta al secondo.	Fine della ricarica.
Diodo verde lampeggiante con una frequenza di 2 volte al secondo, visualizzazione del simbolo °C e bAtt.	La temperatura della batteria è troppo alta, le misurazioni sono bloccate.

8.5 Regole generali per l'uso delle batterie agli ioni di litio (Li-Ion)

- Conservare lo strumento con batterie cariche min. fino a 50%. Una batteria conservata in uno stato completamente scarico può risultare danneggiata. La temperatura del luogo di conservazione a lungo termine dovrebbe essere mantenuta entro 5°C...25°C. L'ambiente deve essere asciutto e ben ventilato. Proteggere lo strumento dalla luce solare diretta.
- Caricare le batterie in un luogo fresco e ben ventilato ad una temperatura di 10°C...28°C. I caricabatterie moderni e veloci rilevano le temperature troppo basse o troppo alte della batteria e reagiscono di conseguenza. Una temperatura troppo bassa impedisce l'inizio del processo di ricarica che potrebbe danneggiare irrevocabilmente la batteria.
- Non caricare o usare le batterie ricaricabili a temperature estreme. Le temperature estreme riducono la durata delle batterie ricaricabili. Rispettare rigorosamente la temperatura nominale di funzionamento. Non gettare le batterie nel fuoco.
- Le celle Li-Ion sono sensibili ai danni meccanici. Tali danni possono danneggiarla in modo permanente, con conseguente accensione o esplosione. Qualsiasi alterazione nella struttura della batteria agli ioni di litio può essere dannosa. Ciò potrebbe provocare l'auto-innesco o l'esplosione. Il cortocircuito dei poli della batteria "+" e "-" può danneggiare permanentemente il pacco batteria o provocarne l'incendio o l'esplosione.
- Non immergere in liquidi la batteria agli ioni di litio e non conservarla in condizioni di umidità.

- Se l'elettrolito contenuto nella batteria agli ioni di litio entra in contatto con occhi o pelle, sciacquare immediatamente con abbondante acqua e consultare un medico. Proteggere la batteria da bambini e persone non autorizzate.
- Se si notano cambiamenti nella batteria agli ioni di litio (cambio di colore, gonfiore, temperatura eccessiva), interrompere immediatamente l'utilizzo. Le batterie agli ioni di litio danneggiate meccanicamente, sovraccariche o eccessivamente scariche non sono idonee all'uso.
- Qualsiasi uso improprio della batteria può causare danni permanenti. Ciò potrebbe provocare l'auto-innesco. Il venditore e il produttore non sono responsabili per eventuali danni derivanti da un uso improprio del pacco batteria agli ioni di litio.

9 Pulizia e manutenzione

ATTENZIONE!

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

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

Le sonde possono essere lavate con acqua e asciugate.

I cavi si possono pulire con acqua e detergente, poi asciugare

Il circuito elettronico del misuratore non richiede manutenzione.

10 Conservazione

Alla conservazione dello strumento devono essere osservate le seguenti raccomandazioni:

- scollegare tutti i cavi dal misuratore,
- pulire accuratamente lo strumento e tutti gli accessori,
- avvolgere i cavi di prova,
- per evitare una scarica completa della batteria ricaricabile durante l'immagazzinamento a lungo termine, ricaricarla **almeno una volta ogni sei mesi**.

11 Demolizione e smaltimento

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

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

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

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

12 Dati tecnici

12.1 Dati generali

⇒ L' acronimo "v.m." nella misura dell'incertezza di base significa "sul valore misurato di riferimento"

Misura delle tensioni AC/DC

Intervallo di visualizzazione	Risoluzione	Precisione
0,0 V…29,9 V	0,1 V	±(2% v.m. + 20 cifre)
30,0 V…299,9 V	0,1 V	±(2% v.m. + 6 cifre)
300 V…1500 V	1 V	±(2% v.m. + 2 cifre)

- Campo di frequenza: 45…65 Hz

Misurazione della resistenza d'isolamento

- Precisione della tensione applicata (R_{obc} [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): 0…+5% o 0…+10% sul valore impostato
- Campo di misura secondo IEC 61557-2: 50 kΩ …40,0 TΩ (I_{ISOnom} = 1,2 mA / 3 mA / 5 mA / 7 mA)

Misura con tensione continua e crescente (SV) per U_{ISO}	Intervallo di visualizzazione	Risoluzione	Precisione
5 kV	000 kΩ…999 kΩ	1 kΩ	± (3% v.m. + 10 cifre) per U_{ISO} = 5 kV
	1,00 MΩ…9,99 MΩ	0,01 MΩ	
	10,0 MΩ…99,9 MΩ	0,1 MΩ	
	100 MΩ..999 MΩ	1 MΩ	
	1,00 GΩ..9,99 GΩ	0,01 GΩ	
	10,0 GΩ…99,9 GΩ	0,1 GΩ	
	100 GΩ…999 GΩ	1 GΩ	± (3,5% v.m. + 10 cifre) per U_{ISO} = 5 kV
	1,00 TΩ…9,99 TΩ	0,01 TΩ	± (7,5% v.m. + 10 cifre) per U_{ISO} = 5 kV
≥10 kV	10,0 TΩ…20,0 TΩ	0,1 TΩ	± (9% v.m. + 10 cifre) per U_{ISO} = 5 kV
≥15 kV	10,0 TΩ…40,0 TΩ		± (12,5% v.m. + 10 cifre) per U_{ISO} = 10 kV

- Le precisioni citate sono i "peggiori" valori calcolati per l'intervallo di visualizzazione superiore. Più bassa è la lettura, maggiore è la precisione.
- La precisione per qualsiasi tensione di prova e ciascun risultato può essere calcolata dalla formula seguente:

$$\delta_R = \left(3\% + \left(\frac{U_{ISO}}{U_{ISO} - R_{zm} \cdot 21 \cdot 10^{-12}} - 1\right) \cdot 100\%\right) \pm 10\,\text{cifre}$$

dove:

U_{ISO} – tensione alla quale viene eseguita la misurazione [V]
R_{zm} – valore della resistenza misurata [Ω]

I valori approssimativi della resistenza misurata, a seconda della tensione di misurazione, sono presentati nella tabella seguente.

Tensione	Campo di misura
50 V	200 GΩ
100 V	400 GΩ
250 V	1,00 TΩ
500 V	2,00 TΩ
1000 V	4,00 TΩ
2500 V	10,00 TΩ
5000 V	20,0 TΩ
10000 V	40,0 TΩ
15000 V	40,0 TΩ

⇒ **Nota:** Per i valori della resistenza d'isolamento inferiori a R_{ISOmin} non è specificata alcuna precisione a causa del funzionamento del misuratore con la limitazione della corrente dell'inverter secondo la formula:

$$R_{ISO\min} = \frac{U_{ISOnom}}{I_{ISOnom}}$$

dove:

R_{ISOmin} – resistenza d'isolamento minima misurata senza limitazione della corrente dell'inverter
U_{ISOnom} – tensione di misura nominale
I_{ISOnom} – corrente nominale dell'inverter (1,2 mA, 3 mA, 5 mA lub 7 mA)

- Errore aggiuntivo nel metodo a tre fili (influenza del terminale G): 0,05% quando si elimina la perdita causata dalla resistenza di 250 kΩ durante la misurazione di 100 MΩ alla tensione di prova di 50 V.
- Corrente massima di cortocircuito: I_{sc} = 10 mA.
- La corrente I_{SC} nel campo di carico rimanente è selezionata dai valori: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA, 10 mA (10 mA solo nella funzione Bruciatura).

Misurazione della corrente di dispersione

Intervallo di visualizzazione	Risoluzione	Precisione
1 pA ... 99 pA	1 pA	± (1,5% v.m. + 20 cifre)
1,00 nA … 9,99 nA	0,01 nA	± (1,5% v.m. + 2 cifre)
10,0 nA … 99,9 nA	0,1 nA	
100 nA … 999 nA	1 nA	
1,00 uA … 9,99 uA	0,01 uA	
10,0 uA … 99,9 uA	0,1 uA	
100 uA … 999 uA	1 uA	
1,00 mA … 9,99 mA	0,01 mA	

Misura della capacità

Intervallo di visualizzazione	Risoluzione	Precisione
0 nF…999 nF	1 nF	± (5% v.m. + 5 cifre)
1,00 µF…49,99 µF	0,01 µF	

- Misura della capacità solo durante la misurazione R_{ISO} (in fase della scarica dell'oggetto).
- La precisione è soddisfatta per la capacità testata collegata in parallelo con una resistenza maggiore di 10 MΩ.
- Per tensioni di misurazione inferiori a 100 V, l'errore di misurazione della capacità non è specificato.

Misura di scarichi parziali

Numero di scariche parziali al secondo	Intervallo di visualizzazione	Risoluzione
0…100	1000 pC…9999 pC	1 pC

12.2 Altri dati tecnici

a) tipo di isolamento in accordo con EN 61010-1 e IEC 61557.....doppio
b) categoria di misura in accordo con EN 61010-1
- altitudine di esercizio ≤2000 m .....IV 1000 V
- altitudine di esercizio ≤3000 m .....IV 600 V

c) grado di protezione secondo EN 60529
- involucro aperto.....IP40
- involucro chiuso.....IP67

d) alimentazione del misuratore
- numeri di serie con prefisso J5 ..... batteria Li-Ion 14,8 V 5,3 Ah
- numeri di serie con prefisso M3..... batteria LiFePO4 13,2 V 5,0 Ah

e) dimensioni ..... 390 x 308 x 172 mm
f) peso del misuratore
- con batteria Li-Ion.....ca. 6,3 kg
- con batteria LiFePO4.....ca. 6,6 kg

g) temperatura di conservazione.....-25°C…+70°C
h) temperatura di esercizio .....-20°C…+50°C
i) umidità.....20%…90%
j) altitudine (s.l.m.) ..... ≤3000 m
k) temperatura di riferimento..... +23°C ± 2°C
l) umidità di riferimento .....40%…60%
m) display.....LCD a segmenti
n) quantità di misure R_{ISO} secondo EN 61557-2 con alimentazione tramite batteria .....min. 1000
o) tempo di funzionamento con una singola ricarica della batteria
- per R_{ISO}=5 MΩ, U_{ISO}=5 kV, T=(23±5)°C .....ca. 5 h
- per R_{ISO}=100 MΩ, U_{ISO}=15 kV, T=(23±5)°C .....ca. 5 h

p) memoria dei risultati di misura ..... 990 celle
q) trasmissione dei risultati .....via USB o senza cavi via Bluetooth
r) standard di qualità .....progettazione, costruzione e produzione sono conformi a ISO 9001
s) lo strumento soddisfa i requisiti della norma .....EN 61010-1 e IEC 61557
t) il prodotto soddisfa i requisiti EMC (immunità per l'ambiente industriale) secondo le norme.....
.....EN 61326-1 e EN 61326-2-2

ATTENZIONE!

Il misuratore MIC-15k1 è stato classificato in termini di EMC come apparecchiatura di classe A (per l'uso in ambienti industriali - secondo EN 50011). Utilizzando i misuratori in altri ambienti (ad esempio, in casa), si deve tener conto della possibilità di interferenze con altre apparecchiature.

Il fabbricante, SONEL S.A., dichiara che il tipo di apparecchiatura radio MIC-15k1 è conforme alla direttiva 2014/53/UE. Il testo completo della dichiarazione di conformità UE è disponibile al seguente indirizzo Internet: https://sonel.pl/en/download/declaration-of-conformity/

12.3 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.

12.3.1 Incertezze ulteriori secondo EN 61557-2 (R_{ISO})

Valore d'influenza	Indicazione	Incertezza ulteriore
Posizione	E_1	0 %
Tensione di alimentazione	E_2	1 % (nessun messaggio bAtt)
Temperatura 0 °C…35 °C	E_3	6 %

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 74 884 10 53 (Servizio clienti)
e-mail: customerservice@sonel.com
sito web: www.sonel.com

ATTENZIONE!

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

NOTE

NOTE

NOTE

MESSAGGI DI MISURA

ATTENZIONE!

Collegare la tensione superiore a 1500 V tra due terminali di prova può causare danni allo strumento e mettere in pericolo l'utente.

	Presenza della tensione di misura ai terminali del misuratore.
	Necessità di consultare il manuale.
READY	Disponibilità per la misurazione.
NOISE!	Sull'oggetto testato è presente una tensione di interferenza inferiore a 50 V DC o 25 V…1500 V AC. La misurazione è possibile, ma può essere gravata da un errore aggiuntivo.
U_n>50 V (per la tensione DC) o **U_n~>1500 V** (per la tensione AC)	Durante la misurazione si è verificata la tensione o non è stato possibile scaricare l'oggetto per 120 s. Dopo 5 secondi, lo strumento torna allo stato predefinito - voltmetro. In più, oltre alle informazioni visualizzate: ● è presente un segnale acustico bitonale, ● lampeggia il LED rosso.
LIMIT !!	Attivazione della limitazione di corrente. La visualizzazione del simbolo è accompagnata da un segnale acustico continuo.
HiLE	Perforazione dell'isolamento dell'oggetto, la misurazione viene interrotta. Il comunicato appare dopo la scritta LIMIT !! visualizzato per 20 secondi nel corso della misurazione nella situazione in cui la tensione ha precedentemente raggiunto il livello nominale.
dis	Scarico dell'oggetto in corso.
	Stato della batteria:
	Batteria carica.
	Batteria scarica.
bAtt	Batteria scarica. Caricare la batteria.

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

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

www.sonel.com