

BEDIENUNGSANLEITUNG

ISOLATIONSWIDERSTANDS-MESSGERÄT

MIC-15k1

MIC-15k1





BEDIENUNGSANLEITUNG

ISOLATIONSWIDERSTANDSMESSGERÄT MIC-15k1

(6

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

Version 1.19 13.06.2025

Das MIC-15k1 ist ein modernes, leicht zu handhabendes und sicheres Prüfgerät. Machen Sie sich bitte vorab mit dieser Anleitung vertraut, um Messfehlern oder einem fehlerhaften Gebrauch vorzubeugen.

INHALT

1	Al	lgemeine Informationen	. 5
	1.1	Sicherheitssymbole	. 5
	1.2	Sicherheit	. 6
2	AI	lgemeine Beschreibung und Funktionen des Geräts	7
3	Ko	onfiguration des Messgeräts	8
4	Ме	essungen	13
-	41	Finstellungen für die Messung	15
	42	Ernsteuerung des Messgeräts	17
	4.3	2-Leiter-Messuna	19
	4.4	3-Leiter-Messuna	23
	4.5	Messung des Oberflächen- und Volumenwiderstands der Isolierung – Sr-Modus.	25
	4.6	Messung mit schrittweise ansteigender Spannung – SV	27
	4.7	Messung mit stetig ansteigender Spannung – RT	29
	4.8	Fehlerortung (💩 Nachbrennen)	32
	4.9	Dielektrische Entladung – DD	34
	4.10	Anzeige der Teilentladungen	37
	4.11	Prüfung der Spannung	38
	4.12	Messung der Polarisations- und Depolarisationsströme PDC	40
	4.13	Bestimmung der Länge des gemessenen Kabels	42
	4.14	Dichtheitsprüfung der MV-Kabelarmierung	43
			40
	4.15	Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43
5	4.15 Sp	Fests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47
5	4.15 Sp 5.1	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten Deicherung der Messergebnisse Speichern der Messergebnisse	43 47 47
5	4.15 Sp 5.1 5.2	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten beicherung der Messergebnisse Speichern der Messergebnisse Speicher durchsuchen	43 47 47 49
5	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3	Fests von SPD-Überspannungsschutzgeräten beicherung der Messergebnisse Speichern der Messergebnisse Speicher durchsuchen Löschen des Speichers	43 47 47 49 50
5	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 50
5	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3	Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten Speicherung der Messergebnisse Speichern der Messergebnisse Speicher durchsuchen Löschen des Speichers Löschen der Datenbank Z Löschen des gesamten Speichers	43 47 49 50 .50 .51
5 6	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 Da	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 50 51 53
5 6	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 Da 6.1	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 50 51 53 53
5 6	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 Da 6.1 6.2	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 50 51 53 53
5 6	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 Da 6.1 6.2 6.3	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 50 51 53 53 53 54
5 6 7	4.15 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 6.1 6.2 6.3 Ak	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 51 53 53 53 53 54 55
5 6 7 8	4.15 5.1 5.2 5.3 5.3 0.3 6.1 6.2 6.3 Ak Sta	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 50 51 53 53 53 53 54 55 56
5 6 7 8	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 Da 6.1 6.2 6.3 Ah St 8.1	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 51 53 53 53 53 55 55 56 56
5 6 78	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.2 5.3 5.2 5.3 6.1 6.2 6.3 Ak Sta 8.1 8.2	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	43 47 49 50 51 53 53 53 53 54 56 56 56
5 6 7 8	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 Da 6.1 6.2 6.3 Ma 8.1 8.2 8.3	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	47 47 49 50 50 50 53 53 53 55 56 56 56 56 56
5 6 78	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 6.1 6.2 6.3 Ak 8.1 8.2 8.3 8.4	 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	47 47 49 50 50 50 53 53 53 55 56 56 56 56 56 57
5 6 7 8	4.15 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 6.1 6.2 6.3 Ak 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	47 47 47 47 49 50 51 53 53 55 56 56 57 57 57
5 6 78 9	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 6.1 6.2 6.3 Da 6.1 6.2 6.3 Ak 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 Re	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	47 47 47 47 47 47 47 47
5 6 78 91	4.15 Sp 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten	47 47 47 47 47 47 47 47
5 6 78 911	4.15 5.1 5.2 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3 5.3	i Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten peicherung der Messergebnisse Speicher durchsuchen Löschen des Speichers 3.1 Löschen der Datenbank 3.2 Löschen des gesamten Speichers Menübertragung Image: Speicher Structure Zubehör zur Datenübertragung an PC Image: Speicher Structure Datenübertragung via USB Image: Speicher Structure Datenübertragung mithilfe des Moduls Bluetooth Image: Speicher Structure Kuualisierung der Software Image: Speicher Structure Überwachung der Versorgungsspannung Image: Speicher Structure Aufladen des Akkus Image: Speicher Structure Zasilanie z sieci Image: Speicher Structure Generelle Handhabung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Li-Ion) Image: Speicher Structure Speicher Sorgung Image: Speicher Structure Speicher Structure Image: Speicher Structure Speicher Substructure Image: Speicher Structure	43 47 49 50 53 53 55 55 56 56 56 57 58 58 58

12 Technische Daten	59
12.1 Grundlegende Daten	59
12.2 Betriebsdaten	61
12.3 Weitere Daten	62
12.3.1 Zusätzliche Ungenauigkeiten nach EN IEC 61557-2 (R _{ISO})	62
13 Hersteller	62

1 Allgemeine Informationen

1.1 Sicherheitssymbole

Die folgenden internationalen Symbole werden im Gerät und/oder in dieser Anleitung verwendet:

	Weitere Informationen und Erläuterungen finden Sie in der Bedienungsanleitung	Ţ	Boden	\sim	AC-Strom/Spannung
	DC-Strom/Spannung		Doppelte Isolierung (Schutzklasse)	CE	Erklärung der Konformität mit den EU-Richtlinien (Con- formité Européenne)
X	Nicht mit anderem Hausmüll entsorgen	15000 V	Vorsicht, Gefahr eines elektrischen Schlages. Das Gerät erzeugt eine Span- nung von 15000 V	<u></u> ∧7 %(∨	Schließen Sie das Gerät nicht an Systeme mit Span- nungen über 750 V an



Messkategorien nach EN IEC 61010-2-030:

- CAT II betrifft Messungen in Stromkreisen, die direkt an Niederspannungsanlagen angeschlossen sind,
- CAT III betrifft Messungen in Gebäudeanlagen,
- CAT IV betrifft Messungen, die an der Quelle der Niederspannungsanlage durchgeführt werden.

1.2 Sicherheit

Das Gerät MIC-15k1 wurde zur Überprüfung von Isolationsschäden und zum Schutz gegen elektrischen Schlag in Versorgungsnetzten entwickelt. Die erzielten Messergebnisse werden zur Ermittlung der Sicherheit von elektrischen Installationen verwendet, deshalb müssen, um eine einwandfreie Funktion und Genauigkeit der erzielten Ergebnisse zu gewährleisten folgende Punkte beachtet werden:

- Bevor Sie das Messgerät in Betrieb nehmen, machen Sie sich gründlich mit dieser Anleitung vertraut und beachten Sie die vom Hersteller festgelegten Sicherheitsvorschriften und Spezifikationen.
- Jede Anwendung, die von den Angaben in diesem Handbuch abweicht, kann zu Schäden am Messgerät führen und eine Gefahrenquelle für den Anwender darstellen.
- Das Messgerät darf nur von entsprechend qualifiziertem Personal mit entsprechenden Zertifikaten für die Durchführung von Messungen an elektrischen Anlagen bedient werden. Die Bedienung des Analysators durch nicht autorisiertes Personal kann zu Schäden am Gerät führen und eine Gefahrenquelle für den Benutzer und umstehende Personen darstellen.
- Bei der Messung des Isolationswiderstands liegt an den Enden der Drähte des Messgeräts eine gefährliche Spannung von bis zu 16,5 kV (15 kV + (0...10%)) an.
- Vor der Isolationswiderstandsmessung muss das zu pr
 üfende Objekt von der Netzspannung getrennt werden.
- Achten Sie beim Messen des Isolationswiderstands des Kabels darauf, dass das andere Ende gegen unbeabsichtigtes Berühren geschützt ist.
- Die Verwendung dieses Handbuchs schließt nicht aus, dass bei der Durchführung einer bestimmten Art von Arbeit die Arbeitsschutzvorschriften und andere einschlägige Brandschutzvorschriften eingehalten werden müssen. Vor Beginn der Arbeit mit dem Gerät in besonderen Umgebungen – z. B. in einer potenziell feuergefährdeten/explosionsgefährdeten Umgebung – ist eine Rücksprache mit der für Gesundheit und Sicherheit zuständigen Person erforderlich.
- Es ist inakzeptabel zu arbeiten:
 - \Rightarrow es ist beschädigt und ganz oder teilweise außer Betrieb,
 - \Rightarrow seine Kabel und Leitungen eine beschädigte Isolierung aufweisen,
 - ⇒ wenn Sie das Messgerät von einem kühlen an einen warmen Ort mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit gebracht haben, starten Sie die Messungen erst, wenn sich das Gerät auf die Umgebungstemperatur erwärmt hat (ca. 30 Minuten).
- Leuchtet die Aufschrift bit auf dem Display, weist dies auf eine zu niedrige Spannung der Energieversorgung und die Notwendigkeit des Batteriewechsels, bzw. auf die Notwendigkeit die Akkus aufzuladen, hin.
- Die Meldung *ErrX*, wobei X eine Zahl von 0 bis 9 ist, deuten auf eine Fehlfunktion des Geräts. Falls nach erneutem Einschalten sich die Situation wiederholt, deutet dies auf eine Beschädigung des Messgeräts.
- Das Messgerät darf nicht von abweichenden Spannungsquellen, als in der Bedienungsanleitung vermerkt betrieben werden.
- Die Riso-Eingänge des Messgeräts sind elektronisch gegen Überlast (z.B. durch Anschluss an einen stromführenden Stromkreis) bis zu 1500 V für 60 Sekunden geschützt.
- Reparaturen dürfen nur von einer autorisierten Servicestelle durchgeführt werden.



Aufgrund der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Geräts können die in diesem Handbuch beschriebenen Funktionen vom tatsächlichen Stand abweichen.

2 Allgemeine Beschreibung und Funktionen des Geräts

Das digitale Messgerät MIC-15k1 ist für die Messung des Isolationswiderstands bestimmt. Zu den Hauptmerkmalen des Geräts gehören:

□ Isolationswiderstandsmessung

- Messspannung 500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V, 10 000 V und 15 000 V bzw. im Bereich 50...15 000 V einstellbar
- Messung des Isolationswiderstands bis 40 TΩ
- Messung bei ansteigender Spannung stetig (RT) oder diskret (SV)
- Entladezustand-Messung des Dielektrikums DD
- Nachbrennen-Funktion
- Ableitstromanzeige
- Direktmessung von einem oder zwei Absorptionskoeffizienten
- Akustische Signale im 5-Sekunden-Takt vereinfachen die Aufnahme von Zeitcharakteristiken bei der Isolationswiderstandsmessung
- Kapazitätsmessung des Prüflings
- Bestimmung der Kabellänge
- Selbsttätige Entladung der Kapazität des Prüflings beim Beenden der Isolationswiderstandsmessung
- Messung im stark gestörten Umfeld möglich

Sonstige

- Automatische Auswahl des Messbereichs
- Speicher f
 ür Messdaten mit der Exportm
 öglichkeit (Option) an einen PC
 über Bluetooth, USB oder RS-232
- Große, gut lesbare Anzeige mit Option der Hintergrundbeleuchtung
- Überwachung des Akkuladezustands
- Selbsttätige Abschaltung bei Nichtbenutzung (AUTO-OFF-Funktion)
- Ergonomische Bedienung
- Unterstützung für mobile App, die Steuerung des Messgeräts, Ablesen der Messdaten und deren laufende Präsentation auf Diagrammen ermöglicht
- Unterstützung für maßgeschneiderte Software zur Erfassung und Auswertung der im Messgerät gespeicherten Daten.

3 Konfiguration des Messgeräts



- Messgerät ausschalten.
- Die MENU Taste gedrückt halten und die ON/OFF Taste kurz drücken. Die MENU Taste solange gedrückt halten, bis das Symbol SET erscheint.



Parameters eingestellt und mit den Tasten 🗭 🗭 wird zum nächsten Parameter gewechselt.

Mit den Tasten 🛧 I wird der Wert des Parameters eingestellt.

- Beim Einstellen eines Parameters, damit sich dessen Werte schneller ändern, die Tasten + länger gedrückt halten.

Die Reihenfolge der Einstellung ist wie folgt:



Nennfrequenz des Netzes (50 Hz oder 60 Hz).



Zeit bis zur **automatischen Abschaltung** (300 s, 600 s, 900 s) oder keine (- - - -).

۳۰۰ (۱۳۵۹) ۱۹۹۹ (۱۳۹۹) ۱۹۹۹ (۱۹۹۹)

PIN für die Bluetooth-Verbindung. Die einzustellende Ziffer blinkt. Zur nächsten Ziffer mit den Tasten **F3** und **F4** übergehen.

Der Code schützt vor einer unbefugten Herstellung der drahtlosen Verbindung durch Drittpersonen (Außenstehenden).

Denselben Code eingeben:

- in der Software für drahtlose Datenübertragung (Sonel Reader, Sonel Reports Plus),
- in der mobilen App **Sonel MIC Mobile**, um die Verbindung herzustellen.

6 FRE

Absorptionskoeffizienten für Riso:

⇒ Ab1, Ab2 ($\frac{1}{10}$) oder ⇒ PI, DAR ($\frac{1}{10}$).

Jede Änderung modifiziert die Zeiten t1, t2 und t3 zu den Standardzeiten.

- Für Ab1/Ab2 t1 = 15 s, t2 = 60 s, t3 = 0.
- Für **PI/DAR** t1 = 30 s, t2 = 60 s, t3 = 0.



Zeit der Ableitstrommessung für die DD-Funkton.

Voreingestellt sind 60 s. Diese Einstellung kann jedoch durch den Benutzer im Bereich 60...5999 s geändert werden. Siehe auch **Kap. 4.9**, **4.12**.



Grenzwerte einstellen: Einschalten ()) und Ausschalten ())

Beim Status an werden neue einstellbaren Parameter angezeigt.

- \Rightarrow Bei der Isolationswiderstandsmessung: Grenzwert des Widerstand R_{ISO} (Kap. 4.1 Schritt (8)).
- ⇒ Bei **RT**-Funktion: End-Messspannung U_{Iso} , Ableitstrom-Grenzwert I_L (Kap. 4.7 Schritt (8)).



Aktualisierung der Software. Die Besprechung des Themas befindet sich in Kap. 7.







Um die Werkseinstellungen wiederherzustellen, halten Sie die **ON/OFF-**Taste länger als 5 Sekunden gedrückt.

4 Messungen



WARNUNG

- Während der Messung darf der Bereichsschalter nicht verwendet werden, da dies die Beschädigung des Gerätes zur Folge haben kann und Quelle einer Gefahr für den Benutzer sein kann.
- Das zu messende Objekt darf nicht unter einer Spannung stehen.
- <u>Beim Messen von Kabeln ist Vorsicht geboten</u>. Die Gefahr eines elektrischen Schlags besteht auch, nachdem ihre Kapazität durch das Messgerät entladen wurde, da die Spannung automatisch wiederhergestellt werden kann. Es wird daher empfohlen, dass:
 - vor der Messung die Kerne des Kabels an die geerdete Abschirmung oder an die örtliche Erdung anzuschließen,
 - die Erdung der Kerne erst nach dem Anschluss der Leiter des Messgeräts an das Kabel zu unterbrechen und erst dann mit der Messung zu beginnen,
 - nach der Messung und der Entladung des Kabels durch das Messgerät erden Sie die Kerne wie im ersten Schritt,
 - Trennen Sie die Erdung der Kerne unmittelbar vor dem Anlegen der Betriebsspannung an das Kabel.
- Während der Messungen ist es ratsam, eine persönliche Schutzausrüstung zu tragen, um das Risiko der Berührung von Drähten, die für den Benutzer gefährlich sein könnten, zu verringern.



- Der letzte Messwert bleibt gespeichert und wird erst dann überschrieben, wenn der Zwischenspeicher des Messgeräts voll ist (**Kap. 5**).
- Der Messwert wird auf dem Bildschirm 20 Sekunden lang angezeigt. Danach geht das Messgerät in den Bereitschaftszustand für den nächsten Messvorgang über.
- Der letzte Messwert kann mit der Taste **ENTER** wieder aufgerufen werden auch nach dem Ausschalten und Wiedereinschalten des Messgeräts. Die übrigen nicht gespeicherten Messdaten können aufgerufen werden, wie im **Kap. 5** dargestellt.
- Während des Messvorgangs insbesondere bei hohen Widerstandswerten sicherstellen, dass die Pr
 üfkabel und Krokodilklemmen nicht miteinander in Ber
 ührung kommen, da sonst die Messwerte durch den Oberflächenstrom mit einem zusätzlichen Fehler behaftet sein können.
- Das Drücken der Taste **F2** ruft nacheinander die **Uhrzeit** und das **Datum** auf. Das dritte Drücken verursacht die Rückkehr zum Bildschirm des Messvorgangs.

Der Ausgangsstrom I_{sc} des Wandlers wird auf 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA oder 10 mA beschränkt (10 mA **ausschließlich** bei der **(b)** Nachbrennen-Funktion verfügbar). Die Aktivierung der Strombegrenzung wird durch einen kontinuierlichen Piepton signalisiert. Das Testergebnis ist dann korrekt, aber **an den Messklemmen** liegt eine Spannung an, **die niedriger ist als die eingestellte** Spannung. Die Strombegrenzung erfolgt in der ersten Phase der Messung durch die Aufladung der Kapazität des Testobjekts.



Graph 4.1. Die momentane Prüfspannung $U_{\rm ISO}$ als Funktion des gemessenen Isolationswiderstandes $R_{\rm ISO}$ (zur Nennspannung) dargestellt



WARNUNG

Bei Kabeln, die auf die Nennspannung von 15 kV ausgelegt sind (max. 17 kV) eine besondere Vorsicht walten lassen – Kabel während des Messvorgangs nicht in der Hand halten.

4.1 Einstellungen für die Messung

1

2

3

v, bill



MENU

1000

Den Funktionswahl-Drehumschalter auf eine der Riso -Stellungen umschalten und so die Messspannung auswählen.

Die Stellung 50...15000 V ermöglicht die Auswahl einer beliebigen Spannung aus diesem Bereich (Schritt (5)) in 10 V -Intervallen.

Das Messgerät befindet sich im Modus der Spannungsmessung.

Durch das Drücken der Taste MENU überspringt man:

- \Rightarrow zur Auswahl der Messspannung U_n (die Schalterstellung 50...15000 V bietet die Zusatzoption zur Auswahl der Messspannung),
- ⇒ zur Auswahl der Zeiten zur Berechnung der Absorptionskoeffizienten (t1, t2, t3),
- ⇒ zur Auswahl der Gesamtdauer des Messvorgangs t, des Kurzschlussstroms Isc und des Grenzwertes.

Mit den Tasten 🛧 den Parameterwert einstellen. Mit den Tasten **+** zum nächsten Parameterwert überspringen.

- Beim Einstellen eines Parameters, damit sich dessen Werte schneller ändern, die Tasten 14- länger gedrückt halten.
- Wird der gewünschte Wert in etwa erreicht, kurz drücken und den Wert präzise einstellen.

Die Einstellungen sind in folgender Reihenfolge vorzunehmen:





Grenzwert. Die Option ist verfügbar, wenn im Kap. 3 Schritt (8) das Einstellen der Grenzwerte aktiviert wurde.

Der Grenzwert ist für R_{ISO} der Mindestwert. Der Grenzwert-Einstellbereich entspricht dem Bereich der Funktion: von 1 k Ω bis 40 T Ω .

Den Grenzwert mit den Tasten 🛧 und 🖶 einstellen.

- Beim Einstellen eines Parameters, damit sich dessen Werte schneller ändern, die Tasten + länger gedrückt halten.
- Wird der gewünschte Wert in etwa erreicht, kurz drücken und den Wert präzise einstellen.

Das Einstellen des Grenzwerts verläuft im Kreis. Die Auflösung des einzustellenden Grenzwertes entspricht mit dem gegebenen Unterbereich.

Um den Grenzwert zu deaktivieren, den Wert - - einstellen, d.h.:

- in der Stellung 1 kΩ drücken oder
- Mit der Taste ENTER die Einstellungen übernehmen (wird durch ein akustisches Signal bestätigt).
- Mit der Taste ESC verlassen, ohne die Einstellungen zu ändern.

4.2 Fernsteuerung des Messgeräts

oder

Das Gerät kann mithilfe der mobilen App **Sonel MIC Mobile** ferngesteuert werden. Zu diesem Zweck die drahtlose Datenübertragung aktivieren (**Kap. 3 Schritt** (14)) und den **btrc**-Modus aktivieren, indem die folgenden Schritte verfolgt werden.



9





- Wenn kein Messvorgang läuft, die Taste MENU drücken.
- Mit den Tasten <table-cell-rows> 🗭 zur Option btrc übergehen.

Die Auswahl mit der Taste ENTER übernehmen.





bbrc

4.3 2-Leiter-Messung



3



Den Funktionswahl-Drehumschalter auf eine der ${f R}_{\rm Iso}$ -Stellungen umschalten und so die Messspannung auswählen.

Die Stellung **50...15000 V** ermöglicht zusätzlich die Auswahl einer beliebigen Spannung aus diesem Bereich (**Kap. 4.1** Schritt (5)) mit einem Intervall von **10 V**.

(2) Prüfkabel anschließen wie auf der Zeichnung dargestellt.





Das Messgerät ist zum Messen bereit.



Die **START**-Taste drücken und **5 Sekunden** lang gedrückt halten. Daraufhin wird es 5 Sekunden lang rückwärts gezählt und dann wird der Messvorgang **aktiviert**.

Die Prüfung wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist (**Kap. 4.1** Schritt (**6b**)) bzw. die **ESC**-Taste gedrückt wird.

Einen Schnellstart ohne die 5-Sekunden-Verzögerung ausführen, indem die Taste ENTER gedrückt wird, während die Taste START gedrückt gehalten wird. Der Messvorgang wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder die ESC-Taste gedrückt wird.

Bildschirmansicht während des Messvorgangs.

Während des Messvorgangs ermöglichen die Tasten \clubsuit das Ändern der momentan angegebenen Messspannung U_{ISO} auf den Ableitstrom I_L.

Das Gerät ist mit einem fortschrittlichen **Digitalfilter** ausgestattet, das Messdaten bei besonders schwierigen und unstabilen Messbedingungen stabilisiert. Wird vor bzw. während des Messvorgangs die Taste **F1** gedrückt, führt das Gerät Berechnungen durch, die Messdaten stabilisieren. Das Messgerät zeigt die gefilterten Messwerte aus dem gewählten Zeitabschnitt an.

Die Filterauswahl erfolgt durch das Drücken der **F1**-Taste. Das Einstellen verläuft im Kreis. Die Taste wiederholt drücken, um die gefilterten Ergebnisse aus den letzten:

- ⇒ 10 s (**F 10**),
- ⇒ 30 s (**F 30**),
- \Rightarrow 60 s (**F 60**),
- ⇒ 100 s (**F 100**),
- ⇒ 200 s (**F 200**),
- ⇒ anzuzeigen. Danach wird der Filter deaktiviert (F - -).

Die Filtereinstellungen werden automatisch nach dem Aus- und Einschalten des Messgeräts oder beim Ändern der Messfunktion mit dem Drehumschalter **gelöscht**.

Verfügbare Filtereinstellungen hängen von der Zeiteinstellung des Messvorgangs ab. Wenn beispielsweise t = 20 s eingestellt ist, kann der Filter nur auf 10 s gesetzt werden.



Nach dem Abschluss des Messvorgangs Messdaten ablesen.

Mit den Tasten **F3** und **F4** (**BILD**) können die einzelnen Bestandteile in der folgenden Reihenfolge angezeigt werden:

 $\begin{array}{l} {\sf R}_{{\sf I}{\sf S0}} \rightarrow {\sf I}_{{\sf L}} \mbox{ und } {\sf C} \rightarrow {\sf Rt1} \mbox{ und } {\sf It1} \rightarrow {\sf Rt2} \mbox{ und } {\sf It2} \rightarrow \\ \rightarrow {\sf Rt3} \mbox{ und } {\sf It3} \rightarrow {\sf Ab1} \mbox{ (DAR)} \rightarrow {\sf Ab2} \mbox{ (PI)} \rightarrow {\sf R}_{{\sf I}{\sf S0}} \rightarrow \\ \rightarrow {\sf Grenzwert} \rightarrow \ldots \end{array}$

WO:

C - Kapazität des Prüflings.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

	Das Vorhandensein einer Messspannung an den Klemmen des Messgeräts.
NOISE	Auf dem zu prüfenden Objekt tritt eine Störspannung von weniger als 50 V oder 25 V1500 V AC auf. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzlicher Unsicherheit versehen sein.
LIMIT I!	Strombegrenzung aktiv. Das Symbol wir begleitet durch ein kontinu- ierliches Tonsignal.
H "FE	Unterbrechung der Isolierung des Objekts, die Messung wird unter- brochen. Die Aufschrift wird nach der Aufschrift [[MIT]] angezeigt und bleibt während der Messung für 20 s bestehen, wenn die Span- nung zuvor den Nennwert erreicht hat.
U _n >50 V (für DC Spannung) oder U _n ~>1500 V (für AC Spannung)	 Während des Messvorgangs ist Spannung aufgetreten oder der Prüfling kann 120 s lang nicht entladen werden. Nach 5 s kehrt das Messgerät zum voreingestellten Zustand eines Spannungsmessge- räts zurück. Zusätzlich zu den angezeigten Informationen: ertönt ein zweistimmiger Signalton, blinkt eine rote Diode.

- Bei der Messung des Isolationswiderstands liegt an den Enden der Drähte des Messgeräts eine gefährliche Spannung von bis zu 15 kV + (0...10%) an.
- Es ist nicht zulässig, die Drähte abzutrennen, bevor die Messung abgeschlossen ist. Dadurch besteht die Gefahr eines Hochspannungsschocks und es wird verhindert, dass das Testobjekt entladen wird.



- Abschalten von t2 deaktiviert gleichzeitig t3.
- Die Timer-Messung wird erst dann gestartet, wenn sich die Spannung UISO stabilisiert hat.
- Meldung (Graph 4.1). Dauert dieser Zustand länger als 20 Sekunden an, wird die Messung unterbrochen.
- Wenn das Messgerät nicht in der Lage ist, die Kapazität des Testobjekts aufzuladen, wird
 (IMIT) angezeigt und die Messung wird nach 20 s beendet. Dann, falls möglich, die Stromeinstellung Isc erhöhen und die Messung wiederholen. Ein solches Vorgehen kann beispielsweise bei der Prüfung der Stromkabel von großer Kapazität erforderlich sein.
- Ein kurzer Piepton markiert die 5-Sekunden-Intervalle. Wenn die Stoppuhr charakteristische Punkte (Zeiten tx) erreicht, wird die Anzeige dieses Punktes 1 s lang angezeigt und ein langer Piepton ertönt.
- Liegt der Wert eines der gemessenen Wirkwiderstände außerhalb des Bereichs, wird der Wert des Absorptionskoeffizienten nicht angezeigt – es werden horizontale Striche angezeigt.
- Während des Messvorgangs leuchtet die gelbe LED-Diode.
- Nach Beendigung der Messung, wird die Kapazität des Prüflings durch Kurzschließen von **R**_{Iso}+ und **R**_{iso}- über einen ca. 255 k Ω entladen. Die Meldung \int_{I} \int_{I}^{L} und der U_{Iso}-Spannungswert, der dann am Objekt gehalten wird, werden angezeigt. U_{Iso} nimmt mit der Zeit ab, bis sie vollständig entladen ist.



- Die Kapazitätsmessung findet nur statt, während die Kapazität des Pr
 üfobjekts entladen wird. Wenn die R_{ISO}-Messung unterbrochen wird, bevor sich der R_{ISO}-Wert stabilisiert hat, beginnt die Entladung zu fr
 üh, so dass das Ergebnis der Kapazit
 ätsmessung m
 öglicherweise nicht korrekt ist.
- Bei Stromkabeln sollte der Isolationswiderstand zwischen jedem Leiter und den anderen kurzgeschlossenen und geerdeten Leitern gemessen werden (Abb. 4.1, Abb. 4.2). Bei geschirmten Kabeln wird mit ihnen auch der Schirm kurzgeschlossen.



Abb. 4.1. Messung ungeschirmter Kabel



Abb. 4.2. Messung geschirmter Kabel

4.4 3-Leiter-Messung

In Transformatoren, Kabeln, Isolatoren usw. gibt es **Oberflächenwiderstände**, die das Messergebnis verfälschen können. Um sie zu **eliminieren**, wird eine Drei-Draht-Messung unter Verwendung der **G** – GUARD-Buchse verwendet. Im Folgenden finden Sie Beispiele für die Anwendung dieser Methode.

 Messung des Abwicklungswiderstands eines Transformators. Die G-Buchse des Z\u00e4hlers ist mit dem Trafokessel verbunden, die R_{Iso}+ i R_{Iso}- Buchsen mit den Wicklungen.



 Messung des Isolationswiderstands zwischen einer der Wicklungen und dem Trafokessel. Wir verbinden die G-Buchse des Messgeräts mit der zweiten Wicklung und die R_{iso}+ Buchse mit dem Erdpotenzial.



 Messung des Isolationswiderstands eines Kabels zwischen einem der Kabelleiter und seiner Abschirmung. Der Einfluss von Oberflächenströmen (wichtig bei rauen atmosphärischen Bedingungen) wird eliminiert, indem ein Stück Metallfolie an die G-Buchse des Messgeräts angeschlossen wird, das über die Isolierung des zu prüfenden Leiters gewickelt wird.



Ähnlich verhält es sich bei der Messung des Isolationswiderstandes zwischen zwei Kabeladern – die anderen Adern, die nicht an der Messung beteiligt sind, werden an die **G**-Klemme angeschlossen.

Messung des Isolationswiderstands von Hochspannungstrennschaltern. Die G-Buchse des Messgeräts ist mit den Isolatoren der Trennklemmen verbunden.



4.5 Messung des Oberflächen- und Volumenwiderstands der Isolierung – Sr-Modus

Auf den gesamten Isolierungswiderstand (Rtotl) wirken sich die folgenden Faktoren aus:

- Zustand der oberen Schicht, der häufig auf Verunreinigungen der Oberfläche zurückzuführen ist, was sich auf den Oberflächenwiderstand R_{sr} auswirkt,
- der innere Zustand, der beispielsweise auf Alterungsprozesse zurückzuführen ist, was sich auf den Volumenwiderstand R_{vol} auswirkt.

Im Sr-Modus können die beiden Messungen bei einem Verbindungsvorgang durchgeführt werden.



Abb. 4.3. Widerstandsarten in der Isolierung



4

Den Funktionswahl-Drehumschalter in die Stellung zur Messung von ${\bf R}_{\rm ISO}$ bringen.

- Wenn kein Messvorgang läuft, die Taste MENU drücken.
- Mit den Tasten träcken zur Option Sr übergehen.
- Mit den Tasten **+** den Modus von **OFF** auf **ON** umschalten.
- Die Auswahl mit der Taste ENTER übernehmen.

3) Prüfkabel anschließen wie auf der Zeichnung dargestellt.

ENTER



Die **START**-Taste drücken und **5** Sekunden lang gedrückt halten. Daraufhin wird es 5 Sekunden lang rückwärts gezählt und dann wird der Messvorgang **aktiviert**.

Die Prüfung wird fortgesetzt, bis der <u>zweifache</u> Wert der voreingestellten Zeit erreicht ist (Kap. 4.1 Schritt (6b)) bzw. die ESC-Taste gedrückt wird.

Einen Schnellstart ohne die 5-Sekunden-Verzögerung ausführen, indem die Taste **ENTER** gedrückt wird, während die Taste **START** gedrückt gehalten wird. Der Messvorgang wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder die **ESC**-Taste gedrückt wird.





 $\begin{array}{c} \mathbf{U} \\ \mathbf{$

Nach dem Abschluss des Messvorgangs Messdaten ablesen. Mit den Tasten **F3** und **F4** (**BILD**) können die einzelnen Bestandteile in der folgenden Reihenfolge angezeigt werden:



MIC-15k1 - BEDIENUNGSANLEITUNG

7

4.6 Messung mit schrittweise ansteigender Spannung – SV

In diesem Modus führt das Prüfgerät eine Serie von 5 Messungen mit ansteigender Spannung durch. Die Spannung erhöht sich abhängig von der eingestellten Maximalspannung:

- 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.

Das Endergebnis wird für jede der 5 Messungen gespeichert, was durch ein Tonsignal und Aufleuchten einer entsprechenden mnemonischen Anzeige signalisiert wird.



Den Funktionswahl-Drehumschalter in die SV-Stellung bringen.

Das Messgerät befindet sich im Modus der Spannungsmessung.

Durch das Drücken der Taste **MENU** überspringt man zur Auswahl der Höchstspannung der Messung, der Dauer jeder der 5 Messungen und des Kurzschlussstroms I_{sc}.

Mit den Tasten Mit den Tasten wit den Tasten um nächsten Parameterwert überspringen.

Die Einstellungen sind in folgender Reihenfolge vorzunehmen:

Maximale (End-) Messspannung:

6	(III)	Dauer eines einzelnen Messvorgangs im Bereich 30 s 5 min.
	, 1.30.	
7	GET (DmA	Kurzschlussstrom I _{sc} : \Rightarrow 1,2 mA, \Rightarrow 3 mA, \Rightarrow 5 mA, \Rightarrow 7 mA.
8		 Mit der Taste ENTER die Einstellungen übernehmen. Mit der Taste ESC verlassen, ohne die Einstellungen zu ändern.
9		Die Messung durchführen. Nach dem Abschluss des Messvorgangs Messdaten ablesen.
10		Mit den Tasten F3 und F4 (BILD) können die einzel- nen Bestandteile in der folgenden Reihenfolge ange- zeigt werden:
		$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$
		wo: C – Kapazität des Prüflings.
	Sonstige Bemerkungen, Start of Messdaten und Ansehen deren	des Messvorgangs, angezeigte Symbole, Ablesen der Bestandteile wie für die R _{iso} -Messung.

4.7 Messung mit stetig ansteigender Spannung – RT

Das Wesentliche der Funktion ist:

- die Untersuchung des Messobjektes mit einer ansteigenden Spannung bis zum Endwert Uiso LIMIT,
- die Pr
 üfung, ob das Objekt seine elektroisolierenden Eigenschaften beibeh
 ält, wenn die H
 öchstspannung U_{ISO} LIMIT daran durch eine Sollzeit t₂ anh
 ält.

Das Messverfahren wird im folgenden Diagramm dargestellt.



Graph 4.2. Vom Messgerät angelegte Spannung als Funktion der Zeit für zwei Beispiele der Aufbaugeschwindigkeit



2



MENU

Den Funktionswahl-Drehumschalter in die RT-Stellung bringen.

Durch das Drücken der Taste **MENU** überspringt man zu den folgenden Einstellungen:

- ⇒ U_{ISO} LIMIT (Spannungsgrenzwert, bei dem der Anstieg beendet werden soll),
- \Rightarrow Schnelligkeit des Spannungsanstiegs \textbf{U}_{ISO} VEL (V/min),
- \Rightarrow Zeit, in der die Spannung im Messobjekt aufrechterhalten wird $t_2,$
- \Rightarrow Kurzschlussstrom I_{sc},
- \Rightarrow Ableitstrom-Grenzwert I_L (I_L \leq I_{sc}).



Mit den Tasten + den Parameterwert einstellen. Mit den Tasten + zum nächsten Parameterwert überspringen.

- Beim Einstellen eines Parameters, damit sich dessen Werte schneller ändern, die Tasten + länger gedrückt halten.
- Wird der gewünschte Wert in etwa erreicht, kurz drücken und den Wert präzise einstellen.

Die Einstellungen sind in folgender Reihenfolge vorzunehmen:



Die Einstellung der Spannung kann auch mithilfe von Funktionstasten (F2 – Abstufung 1000 V, F3 – Abstufung 100 V, F4 – Abstufung 10 V) vorgenommen werden.





Schnelligkeit des Spannungsanstiegs **U**_{Iso} **VEL**. Sie liegt im Bereich 100 V/min...12 kV/min. Zum Beispiel: \Rightarrow 100 V/min \approx 1,6 V/s,

 \Rightarrow 12 kV/min = 200 V/s.

 t_2 Zeit, während der die Spannung am Prüfling aufrechterhalten werden soll (Graph 4.2).

4

SET

Uiso

LIMIT





Bildschirmansicht während des Messvorgangs. Das Messgerät zeigt an:

- die momentane Spannung (**U**_n),
- die bis zum Ende des Messvorgangs verbleibende Zeit,
- den momentanen Widerstand (R_{ISO}).

Während des Messvorgangs ermöglichen die Tasten das Ändern der angezeigten Messspannung U_{ISO} auf den Ableitstrom I_L.



Kommt es während des Spannungsanstiegs zum Durchbruch der Isolierung, zeigt das Messgerät

- die Meldung **bron** an,
- Spannungswert, bei dem es zum Durchbruch gekommen ist.



Wenn es nicht zu einem Durchbruch kommt, dann werden auf dem Bildschirm Werte wir für die Messung von $R_{\rm ISO}$ angezeigt.

4.8 Fehlerortung (Nachbrennen)

Das Prüfgerät führ die Messung von R_{ISO} durch, solange diese nicht durch einen Durchschlag unterbrochen wurde. Im Falle eines Durchschlages wird die Messung weiterhin aufrecht erhalten. In dieser Zeit kann die defekte Stelle (Durchbruch) lokalisiert werden, indem auf Knackgeräusche wie bei elektrischen Entladungen gelauscht wird.



- In gewissen vorteilhaften Umständen kann an der Stelle des Kabeldefekts ein Lichtbogen entstehen und das Schmelzen der Isolierung verursachen. Dadurch fällt es leichter, den Defekt zu identifizieren – visuell oder nach anderen Methoden (mit Geophon, nach der seismisch-akustischen Methode o.ä.).
- Vor Ort können reflektometrische Verfahren oder der so genannte A-Rahmen eingesetzt werden. Der Rahmen dient zur Ortung von Erdschlüssen.



Den Funktionswahl-Drehumschalter in die Stellung **Nachbrennen** bringen. Das Messgerät befindet sich im Modus der Spannungsmessung.

Durch das Drücken der Taste MENU und der Tasten

- 🗖 📭 überspringt man zur Auswahl:
- \Rightarrow der Mess**spannung** U_{ISO},
- \Rightarrow der **Dauer** des Messvorgangs,
- \Rightarrow des maximalen Kurzschlussstroms I_{sc}.

Mit den Tasten **1** die einzelnen Parameterwerte einstellen.

Mit den Tasten < I ist zum nächsten Parameterwert überspringen.

Die Einstellungen sind in folgender Reihenfolge vorzunehmen:

- Messspannung: 1 kV...15 kV (in 1 kV-Abstufung),
- Dauer des Messvorgangs: 1 s...99 min 59 s (in 1 s-Abstufung),
- Maximaler erzwungener Strom: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA oder 10 mA.
- Mit der Taste ENTER die Einstellungen übernehmen.
- Mit der Taste **ESC** verlassen, ohne die Einstellungen zu ändern.

Um den Messvorgang zu starten:

⇒ START drücken und 5 s lang gedrückt halten

oder

⇒ die Tasten START und ENTER gleichzeitig drücken.

Kommt es zum Durchbruch der Isolierung, bricht das Messgerät nicht den Messvorgang ab. Die Messung läuft bis zum Ablauf der im Schritt (3) eingestellten Zeit.



Nach dem Abschluss des Messvorgangs Messdaten ablesen.

 Bildschirmansicht nach dem Messvorgang, wenn es zum Durchbruch gekommen ist.

- Der tatsächliche Kurzschlussstrom beträgt >11 mA. Dieser wird 10 Sekunden lang aufrechterhalten. Daraufhin wird er auf ca. 8 mA beschränkt.
- Wenn das Messgerät nicht die f
 ür die Nachbrennung erforderliche Leistung liefern kann (Akku zu schwach aufgeladen), blinkt das Akku-Symbol. Dann an das Gerät externe Stromversorgung anschließen.
- Es wird empfohlen, beim Verwenden der Nachbrennen-Funktion das Messgerät an eine externe Stromversorgungsquelle anzuschließen. Dadurch wird die höchste Leistung der Methode sichergestellt.

4.9 Dielektrische Entladung – DD

Bei der Entladungsprobe des Dielektrikums wird der Entladungsstrom gemessen, der 60 Sekunden nach dem Ende der Messung der Isolation (Aufladung) auftritt. Der DD-Index ist eine Größe, die die Qualität der Isolation unabhängig von der Spannung der Probe charakterisiert.

Das Messprinzip lautet wie folgt:

- Zuerst wird die zu pr
 üfende Isolation durch eine bestimmte Zeit mit Spannung geladen. Entspricht die Spannung der eingestellten Spannung nicht, wird das Objekt nicht geladen. Nach 20 Sekunden wird die Messung unterbrochen.
- Nach der Beendigung des Lade- und Polarisationsprozesses fließt durch die Isolation nur noch der Leckstrom.
- Folglich wird der Isolator entladen und durch die Isolation beginnt der gesamte Entladungsstrom des Dielektrikums zu fließen. Dieser Strom ist anfänglich die Summe des Entladestroms der Kapazität, der schnell verschwindet, und des Absorptionsstroms. Der Leckstrom ist vernachlässigbar, weil keine Prüfspannung vorhanden ist.
- Nach einer Minute ab dem Kurzschluss des Messkreises wird der fließende Strom gemessen. Der Wert der DD wird wie folgt berechnet:

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

wobei gilt:

 $I_{1\min}$ – gemessener Strom, 1 Minute nach dem Stromkreis geschlossen wurde [nA], U_{pr} – Prüfspannung [V],

C – Kapazität [µF].

Das Ergebnis der Messung gibt Aufschluss über den Zustand der Isolierung. Es kann mit der unten stehenden Tabelle verglichen werden.

DD Wert	Zustand der Isolation
>7	Schlecht
4-7	Schwach
2-4	Nicht gut
<2	OK

 ${f D}$ Vor der Messung in den Haupteinstellungen entsprechend dem Kap. 3 die folgenden Einstellungen vornehmen:

• Abschnitt CAP (Schritt (15)): Kapazitätsmessung aktivieren.



3

4

5

. 1511.



DD

MENU

Den Funktionswahl-Drehumschalter in die **DD**-Stellung bringen.

Das Messgerät befindet sich im Modus der Spannungsmessung.

Durch das Drücken der Taste **MENU** überspringt man zur Auswahl:

- \Rightarrow der Ladezeit,
- \Rightarrow der Ladespannung,
- \Rightarrow des maximalen Ladestroms.

Mit den Tasten + den Parameterwert einstellen. Mit den Tasten + zum nächsten Parameterwert überspringen.

Die Einstellungen sind in folgender Reihenfolge vorzunehmen:

- Polarisationszeit des Prüflings: 1 min...60 min,
- Polarisationsspannung:
 - o von 50 V bis 9990 V (in Abstufung 10 / 100 /1000 V die Taste drücken und gedrückt halten),
 - von 10 kV bis 15 kV (in Abstufung 100 / 1000 V die Taste drücken und gedrückt halten)
 - bzw. mithilfe von Funktionstasten (F2 Abstufung 1000 V, F3 – Abstufung 100 V, F4 – Abstufung 10 V).



• Maximaler Polarisationsstrom: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA und 7 mA.



- Mit der Taste ENTER die Einstellungen übernehmen.
- Mit der Taste **ESC** verlassen, ohne die Einstellungen zu ändern.

Um den Messvorgang zu starten:

 \Rightarrow die Taste **START** drücken und 5 s lang gedrückt halten

oder

⇒ die Tasten START und ENTER gleichzeitig drücken.

Bildschirmansicht während des Messvorgangs. Phase eins: Polarisation des Prüflings. Das Messgerät zeigt an:

- die momentan zugeführte Spannung (UIso),
- die Dauer des Spannungsanstiegs entsprechend der Einstellung im Schritt (4),
- den momentanen Widerstand (R_{Iso}).

Bildschirmansicht während des Messvorgangs. Phase zwei: Depolarisation des Prüflings. Das Messgerät zeigt an:

- den Entladestrom des Prüflings (I),
- die bis zur Entladung des Prüflings verbleibende Zeit,
- die momentane Spannung am Pr
 üfling (Hauptablesung).

Bildschirm nach dem Abschluss des Messvorgangs.



In stark elektromagnetisch gestörten Umgebungen kann die Messung mit zusätzlichen Fehlern behaftet sein.

4.10 Anzeige der Teilentladungen

Eine zusätzliche Information über den Zustand der Isolation liefert die Intensität, mit der Teilentladungen darin auftreten. Es handelt sich um Durchbrüche im Materialinneren, beispielsweise im Bereich der mikroskopischen Luftspalten. Durch das Ausbrennen der Oberfläche von Spalten **beeinträchtigen die Entladungen dauerhaft die elektrische Widerstandsfähigkeit der Isolierung**. Deshalb je geringer deren Anzahl im Material, desto besser ist der Zustand des Prüflings.

EB

Die Anzeige der Teilentladungen ist in jedem Messmodus zugänglich, wenn der Messvorgang bereits läuft. Dann die Taste **F3** oder **F4** auswählen.

Es wird der Bildschirm mit der Anzeige der Entladungen aktiviert. Das Messgerät zeigt an:

- die Anzahl der Teilentladungen pro Sekunde (Anzeige oben links; hier: 47),
- die bis zum Ende des Messvorgangs verbleibende Zeit (t; hier: 0'36"),
- Ladung der Entladungen in Coulomb (nC, pC usw.; hier: 12,47 nC).

Die eigentliche Messung läuft im Hintergrund ab und wird nicht abgebrochen.

Mit der Taste **F3** oder **F4** ist die Rückkehr zum Bildschirm mit den Hauptparametern der Messung möglich.

 Die angezeigten Werte sollen nur zur Orientierung dienen. Die Anzeige der Teilentladungen führt die Messung nicht nach EN 60270 "Hochspannungs-Prüftechnik -Teilentladungsmessungen" durch.

• Die Daten der Teilentladungen werden nicht im Gerät gespeichert.

4.11 Prüfung der Spannung

Mit dem Gerät ist es möglich, die Messspannung während des Messvorgangs bei einer gleichzeitigen Überwachung des Isolationswiderstands, des Ableitstroms und der Teilentladungen im Prüfobjekt einzustellen. Durch das Ändern der Spannung während der Messung kann der Benutzer die Durchschlagfestigkeit der Isolation prüfen sowie die Zünd- und Teilentladungsaussetzspannung ermitteln.

Weitere Angaben siehe Bestimmungen in EN 60270, Abschnitt 11 "Teilentladungsmessungen bei Versuchen mit Gleichspannungsbelastung".



2

3

Die Erhöhung der Spannung über den Grenzwert kann zum Durchbruch der Isolierung führen.

Uvr der Messung in den Haupteinstellungen entsprechend dem **Kap. 3** die folgenden Einstellungen vornehmen:

• Abschnitt **U**_{Iso} **SET** (Schritt (11)): Ändern der Messspannung während der Prüfung zulassen.



Den Funktionswahl-Drehumschalter in die **50...15000 V** -Stellung bringen.

Durch das Drücken der Taste **MENU** überspringt man zu den Einstellungen:

- \Rightarrow der Messspannung U_{ISO},
- ⇒ der Zeiten zur Berechnung der Absorptionskoeffizienten (t1, t2, t3),
- \Rightarrow der Gesamtdauer des Messvorgangs:
 - 1 min (- -' -"),
 - 1 s ... 99 min 59 s,
 - kontinuierlich (INF),
- \Rightarrow des maximalen Kurzschlussstroms I_{sc}.



Mit der Taste ENTER die Einstellungen übernehmen.

• Mit der Taste ESC verlassen, ohne die Einstellungen zu ändern.

Um den Messvorgang zu starten:

⇒ die Taste START drücken und 5 s lang gedrückt halten

oder

⇒ die Tasten START und ENTER gleichzeitig drücken.

Bildschirmansicht während des Messvorgangs. Das Messgerät zeigt an:

- die momentane Spannung (UISO),
- die aktuelle Dauer des Messvorgangs,
- den momentanen Widerstand (R_{ISO}).

Während der Messung:

- ⇒ ermöglichen die Tasten 🗬 🗭 das Ändern der angezeigten Messspannung UISO auf den Ableitstrom IL,
- ⇒ mit den Tasten neuen Wert der Messspannung **U**_n einstellen.

Mit den Tasten F3 und F4 wird die Anzeige der Teilentladungen aufgerufen (siehe Kap. 4.10).



B

R4





ENTER

ESC

oder

5

4.12 Messung der Polarisations- und Depolarisationsströme PDC

In Verbindung mit der mobilen App **Sonel MIC Mobile** ermöglicht das MIC-15k1-Gerät die Beobachtung von Verlaufscharakteristiken der Polarisations- und Depolarisationsströme im Zeitverlauf. Es wurde bewiesen, dass sowohl Polarisations- als auch Depolarisationsströme annähernd unverändert bleiben und als verlässliche Kriterien zur Beurteilung des Zustands der Isolierung z.B. eines Kabels im Hinblick auf Feuchteeindringung, Enthaftung oder Alterungsprozesse herangezogen werden können.

Die PDC-Messung erfolgt anhand einer geänderten DD-Messung.

Vor der Messung in den Haupteinstellungen entsprechend dem **Kap. 3** die folgenden Einstellungen vornehmen:

- Abschnitt **DD** (Schritt (7)): eine beliebige Zeit für die Messung des Depolarisationsstroms einstellen (je höher desto besser),
- Abschnitt bt (Schritt (14)): Bluetooth-Kommunikation aktivieren,
- Abschnitt CAP (Schritt (15)): Kapazitätsmessung aktivieren. Das Messgerät wird dann zwar nicht den DD-Wert anzeigen, wird jedoch zugleich nicht mit dem Relais des Hochspannungswandlers beim Entladen des Prüflings schalten – daher wird der Messwert nicht um dessen Kapazität erhöht werden. Dadurch wird es möglich sein, eine ungestörte Charakteristik des Entladestroms anzuzeigen.
- Abschnitt HV (Schritt (16)): NORM RISE einstellen. Dann erreicht die Messspannung den Nennwert, ohne dass eine übermäßige Spannung erzeugt werden muss. Die übermäßige Spannung ist eine negative Erscheinung, denn wenn sie zu sinken anfängt, fließt der Strom im Prüfling in die Gegenrichtung.



MENU

Den Funktionswahl-Drehumschalter in die **DD**-Stellung bringen.

- Durch das Drücken der Taste MENU überspringt man zur Auswahl:
- \Rightarrow der Ladezeit,
- \Rightarrow der Ladespannung,
- \Rightarrow des maximalen Ladestroms.
- (4) Am Messgerät die Fernsteuerung gemäß Kap. 4.2 aktivieren.
 - Die Sonel MIC Mobile-App einschalten und das Messgerät paaren.

Kabel an den Prüfling anschließen. Die Kabel dürfen nicht miteinander, mit dem Erdpotential und dem Prüfer in Berührung kommen.

6

3

Um den Messvorgang zu starten:

⇒ **START** drücken und 5 s lang gedrückt halten

oder

ENTE

⇒ START und ENTER gleichzeitig drücken.



Während des Messvorgangs Kabel nicht berühren, das Messgerät nicht bedienen, keine Bewegungen in dessen Nähe machen. Da der durch den Prüfling fließende Strom die Nanoampere-Größenordnung hat, kann jede Interaktion mit dem Messschaltkreis einen zusätzlichen Strom erzeugen und in Konsequenz die Messdaten beeinträchtigen. Das Ende des Messvorgangs abwarten. Dessen Ergebnis sind Lade- und Entladestromdiagramme, die im Anwenderprogramm Sonel MIC Mobile angezeigt werden.

7



Ähnliche Kurvenverläufe weist auf einen guten Zustand des Prüflings hin. Voneinander abweichende Kurven können auf eine Beeinträchtigung der Isolierung hindeuten. Deren Grad kann danach bestimmt werden, wie stark sich die Kurven unterscheiden, und deren Charakter danach, zu welchem Zeitpunkt des Messvorgangs dieser Unterschied zustande gekommen ist.



Diagramm 4.3. Einfluss des Materials auf die PDC-Kurven. I₁ – Polarisationsstrom, I₂ – Depolarisationsstrom. 1 – Leitfähigkeit, 2 – Eigenschaften, 3 – Form, 4 – Alter, 5 – Wassergehalt

4.13 Bestimmung der Länge des gemessenen Kabels

Basierend auf der elektrischen Kapazität des Messobjekts, erlaubt das Gerät, die Länge des gemessenen Kabels zu bestimmen. Zu diesem Zweck muss man die Daten über die Parameter des Objekts vor der Messung erhalten (z. B. aus der Katalogkarte des Herstellers).



s	R (20°C)	С
mm ²	Ω/km	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

Auf jedem Kabel befindet sich jeden Meter eine aus folgenden Angaben bestehende Markierung:

- \Rightarrow Name des Herstellers,
- \Rightarrow Kabeltyp,
- \Rightarrow Nennspannung,
- ⇒ Anzahl der Adern und Querschnittsfläche von jeder von ihnen.

Auf dem Bild links wurde beispielsweiseKabelYHAKXS1x240RMC/5012/20 kVdargestellt.

In der Katalogkarte des Herstellers finden Sie bitte diesen konkreten Kabel. Der gesuchte Parameter ist **Kapazitätsbelag**.

Sein Wert muss nun in **Nanofarad pro Kilometer** (nF/km) umgewandelt werden – das ist der Wert, der in das Messgerät im Feld C_x einzutragen ist.

In diesem Fall beträgt der Wert 0,3 μF/km = 300 nF/km.

Starten Sie die Messung.

Nach der durchgeführten Messung mit den Tasten **F3** und **F4** (**BILD**) zum Bildschirm übergehen, auf dem die Parameter I_L und **C** angezeigt werden, wo: C – Kapazität des Prüflings.

INTER

3

4



5

Das Gerät misst die Gesamtkapazität des Kabels C [nF]. Auf dieser Basis und mithilfe des eingegebenen Kapazitätsbelags C_{X} [nF/km] kann das Gerät die Länge L berechnen.

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

Im vorliegenden Fall bei: C = 68,1 nFCx = 300 nF/kmbeträgt die Länge des Kabels wie folgt:



4.14 Dichtheitsprüfung der MV-Kabelarmierung

Bei der Dichtheitsprüfung der MV-Kabelarmierung wird die Prüfspannung zwischen dem Metallmantel oder Rückleiter und der Erde angelegt. Achten Sie während der Messung auf den Wert des I_L-Stroms.

Die Prüfspannung und die Messzeit hängen von der Art des Prüfobjektes und der Prüfrichtlinien ab. Beispiel für ein Kabel mit Polyethylenisolierung:

- Prüfspannung nach HD 620 S1: ≤5 kV,
- Messzeit nach Spannungsstabilisierung: 1-10 min,
- positives Ergebnis nach HD 620 S1: wenn kein Erdschluss aufgetreten ist.



4.15 Tests von SPD-Überspannungsschutzgeräten

Überspannungsschutzgeräte SPD (englisch: *Surge Protection Device*) werden in Objekten mit und ohne Blitzschutzanlagen eingesetzt. Sie gewährleisten die Sicherheit der Elektroinstallation bei unkontrolliertem Spannungsanstieg im Netz, z.B. durch Blitzeinschlag. Überspannungsschutzgeräte zum Schutz elektrischer Anlagen und daran angeschlossener Geräte basieren meist auf Varistoren oder Funkenstrecken.

Überspannungsschutzgerät vom Typ Varistor unterliegen Alterungsprozessen: Der Ableitstrom, der bei Neugeräten 1 mA beträgt (so schreibt das auch die Norm EN 61643-11 vor), steigt mit der Zeit an, was zu einer Überhitzung des Varistors führt, was wiederum zu einem Kurzschluss seiner Struktur führen kann. Wichtig für die Lebensdauer des Überspannungsschutzgerätes sind auch Umgebungsbedingungen, unter denen er installiert wurde (Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw.) und die Anzahl der ordnungsgemäß zur Erde abgeleiteten Überspannungen.

Das Überspannungsschutzgerät wird durchschlagen (leitet den Überspannungsimpuls zur Erde ab), wenn die Überspannung seine höchste Dauerbetriebsspannung U_C überschreitet. Mit dem Test kön-

nen Sie feststellen, ob dies korrekt durchgeführt wird. Der Benutzer legt eine immer höhere Spannung an den Überspannungsschutzgerät an und prüft bei welchem Wert ein Leckstrom von 1 mA auftritt.

Es wird zwischen AC- und DC- Überspannungsschutzgeräte unterschieden. Die Messung erfolgt mit Gleichspannung. Wenn das zu prüfende Überspannungsschutzgerät mit Wechselspannung arbeitet, wird das Ergebnis nach der folgenden Formel von Gleichspannung in Wechselspannung umgerechnet:

$$U_C = \frac{U_{DC}}{1,15\sqrt{2}}$$

Ein Überspannungsschutzgerät kann als fehlerhaft angesehen werden, wenn **die höchste Dauerbe-**triebsspannung U_c:

- zu hoch ist (z. B. 30% höher als vom Hersteller angegeben) dann ist die durch das Überspannungsschutzgerät geschützte Installation nicht vollständig geschützt, da kleinere Überspannungsstöße in sie eindringen können,
- zu niedrig ist das bedeutet, dass das Überspannungsschutzgerät Signale nahe der Nennspannung gegen Erde ableiten kann.

Vor dem Test:

 überprüfen Sie die sicheren Spannungen für das getestete das Überspannungsschutzgerät. stellen Sie sicher, dass Sie es mit den von Ihnen eingestellten Testparametern nicht beschädigen. Bei Schwierigkeiten befolgen Sie die Norm EN 61643-11 oder die Richtlinien des Herstellers des Überspannungsschutzgerätes,

trennen Sie das Überspannungsschutzgerät von der Spannung – trennen Sie die Spannungsleitungen davon oder entfernen Sie den zu prüfenden Einsatz.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie Messspannung U_n einstellen – maximale Spannung, die an das Überspannungsschutzgerät angelegt werden kann.

- Im Falle eines DC-Begrenzers ist dies dessenSpannungsgrenze U_{C MAX} Parameter, der auf dem Gehäuse des getesteten Überspannungsschutzgerätes angegeben ist. Dies ist die maximale Spannung, bei der kein Durchschlag auftreten sollte.
- Im Falle eines AC-Begrenzers ist dies der $U_{DC MAX}$ -Wert, der sich aus der Formel $U_{DC MAX} = 1,15\sqrt{2U_{C MAX}}$ ergibt.

Es wird empfohlen, die Messspannung U_n zunächst niedriger als U_{C MAX} oder U_{DC MAX} einzustellen. Für einen Begrenzer mit einer Spannung von U_{C MAX} = 280 V AC, also U_{DC MAX} = 455 V DC stellen Sie beispielsweise U_n = 400 V DC ein. Dann sollte der U_n-Wert schrittweise alle 10 V erhöht werden, bis der Leckstrom I_L = 1 mA erreicht ist.

D Vor der Messung in den Haupteinstellungen entsprechend dem **Kap. 3** die folgenden Einstellungen vornehmen:

- Abschnitt **U**_{Iso} **SET** (Schritt (1)): Ändern der Messspannung während der Prüfung zulassen.
- 2) Am Messgerät die Fernsteuerung gemäß Kap. 4.2 aktivieren.
 - Die Sonel MIC Mobile-App einschalten und das Messgerät paaren.

3



Den Funktionswahl-Drehumschalter in die **50...15000 V** -Stellung bringen.



Durch das Drücken der Taste **MENU** überspringt man zu den Einstellungen:

- \Rightarrow der Messspannung U_{ISO},
- ⇒ der Zeiten zur Berechnung der Absorptionskoeffizienten (t1, t2, t3),
- \Rightarrow der Gesamtdauer des Messvorgangs:
 - 1 min (- -' -"),
 - 1 s ... 99 min 59 s,
 - kontinuierlich (INF),
- ⇒ des maximalen Kurzschlussstroms I_{sc}: 1,2 mA für den Niederspannungsbegrenzer, höhere Werte für den Hochspannungsbegrenzer.



- Mit der Taste ENTER die Einstellungen übernehmen.
- Mit der Taste ESC verlassen, ohne die Einstellungen zu ändern.

Um den Messvorgang zu starten:

⇒ die Taste START drücken und 5 s lang gedrückt halten

oder

⇒ die Tasten START und ENTER gleichzeitig drücken.

Bildschirmansicht während des Messvorgangs. Das Messgerät zeigt an:

- die momentane Spannung (UISO),
- die aktuelle Dauer des Messvorgangs,
- den momentanen Widerstand (R_{ISO}).

Während der Messung:

- ⇒ ermöglichen die Tasten ♥♥ das Ändern der angezeigten Messspannung U_{ISO} auf den Ableitstrom I_L,
- \Rightarrow mit den Tasten \clubsuit neuen Wert der Messspannung U_n einstellen.

In der Sonel MIC Mobile-Anwendung können Sie Messparameter verfolgen. Nach Erreichen des Werts des Leckstroms I_L=1 mA können Sie die Messung stoppen und ablesen, bei welcher Spannung der Leckstrom aufgetreten ist (d. h. bei welcher Spannung der Begrenzer ausgefallen ist).



Diagramm für einen Varistor-Überspannungsableiter. Durchschlag für U_{DC} = 944 V DC



Diagramm für einen Funkenstrecken-Überspannungsableiter. Durchschlag für U_{DC} = 1,25 kV DC

Wenn ein AC-Begrenzer getestet wurde, sollte die erhaltene Spannung gemäß der Formel von DC in AC-Spannung umgewandelt werden:

$$U_C = \frac{U_{DC}}{1,15\sqrt{2}}$$

9

8

5 Speicherung der Messergebnisse

Das Messgerät MIC-15k1 hat einen **Speicher mit 990 Zellen**, von denen jede ein Messergebnis R_{ISO} beinhalten kann. Der gesamte Speicher ist in **10 Banken** mit je 99 Zellen unterteilt. Dank der dynamischen Speicherplatzzuteilung kann jede Zelle je nach Bedarf eine andere Anzahl von Einzeldaten beinhalten. Darüber hinaus sind in Zellen Daten enthalten, die verwendet werden können, um mithilfe einer externen Software (z.B. Sonel Reader) Verlaufsdiagramme der Messwerte zu erstellen.

Jedes Ergebnis kann in einer Zelle mit einer gewählten Nummer und in einer gewählten Datenbank gespeichert werden. Dadurch ist der **Benutzer in der Lage, die Zellennummern den jeweiligen Messpunkten** und die Nummern der Banken den jeweiligen Prüflingen zuzuordnen. Dadurch können die Messvorgänge in einer beliebigen Reihenfolge durchgeführt und wiederholt werden, ohne die übrigen Daten zu verlieren.

Zusätzlich werden die Messdaten nach dem Start des Messvorgangs direkt im Zwischenspeicher des Geräts in einer Schleife gespeichert. Dessen Speicher (0...990 Speicherzellen) hängt davon ab, wie viele Zellen im Hauptspeicher bereits belegt sind (Abb. 5.1).

Sobald der Zwischenspeicher gefüllt ist, werden die ältesten Messwerte mit den jüngsten überschrieben. Diese Messdaten können durch das Drücken der **F5**-Taste angezeigt werden. Benutzer können die angezeigten Messdaten im Dauerspeicher (Taste **ENTER**) speichern.

Der Messdaten-Speicher beim Ausschalten des Messgeräts **nicht gelöscht**, so dass diese später aufgerufen oder an einen PC exportiert werden können. Die Nummer der laufenden Zelle und die Nummer der laufenden Bank bleiben auch unverändert.



Abb. 5.1. Die Kapazität des Zwischenspeichers des Messgeräts hängt von der Datenmenge im Hauptspeicher ab

- In einer Zelle können gespeichert werden:
 - o Messergebnis R_{ISO} 2p / R_{ISO} 3p,
 - o Ergebnis R_{ISO}SV, DD,
 - o Nachbrennen-Ergebnis.
- Sobald der Messwert eingegeben ist, wird die Zellennummer automatisch erhöht.
- Im Speicher werden auch Daten für Verlaufsdiagramme untergebracht, die Parameteränderungen auf Zeitachse darstellen.

Die Zelle ist leer.

5.1 Speichern der Messergebnisse

(1)

ENTER

Nach der Messung drücken Sie die Taste ENTER.

				4
			Bank	Cell
			i	LI LI Mem
-	•	•	-	



Zelle besetzt durch ein Ergebnis vom gleichen Typ, wie das eingegebene.

Mit den Tasten **F3** und **F4** (**BILD**) können die jeweiligen Komponenten in folgender Reihenfolge angezeigt werden:

Zelle besetzt durch ein Ergebnis vom andere Typ, als das eingegebene.

Die Zelle ist vollständig besetzt.

Das Drücken der Taste **ENTER** bei der gegebenen Messung gibt dem Benutzer die Möglichkeit, den Messvorgang im Dauerspeicher mit einer bestimmten Bank- und Zellennummer zu speichern.

Die Taste **ENTER** drücken, um das Ergebnis im Speicher zu hinterlegen. Die Speicherung wird durch ein dreifaches Tonsignal und ein Rechteck auf dem Hauptfeld des Displays angezeigt.

- Die Zellennummer wird mit den Tasten **+** geändert.
- Die Nummer der Datenbank wird mit den Tasten
 geändert.
- Mit der Taste **ESC** kann man zur Ergebnisanzeige zurückkehren, ohne es zu speichern.



oder

Beim Versuch in einer besetzten Zelle Daten zu speichern, erscheint eine Warnmeldung.

Drücken Sie **ENTER**, um das Ergebnis zu überschreiben. Drücken Sie **ESC**, um abzubrechen.

Im Speicher werden komplette Messdaten (Haupt- und zusätzliche Messwerte) der gegebenen Messfunktion, die eingestellten Parameter des Messvorgangs und Daten für Verlaufsdiagramme der Messwerte gespeichert.

5.2 Speicher durchsuchen

1

2

3



FB) (FA)

Drehschalter zur Funktionswahl auf MEM stellen.

- Um in den Zwischenspeicher zu wechseln, Taste F5 drücken.
- Um zum Hauptspeicher zurückzukehren, die Taste **F5** erneut drücken.
- Die Nummer der Zelle mit den Tasten 🛧 ändern.
- Die Nummer der Bank mit den Tasten 4 mit andern.
- Zum Anzeigen der im **Zwischenspeicher** gespeicherten Messdaten dienen die Tasten ******. Deren Speicherung im Hauptspeicher erfolgt mithilfe der Taste **ENTER**.

Mit den Tasten **F3** und **F4** (**BILD**) können Bestandteile der Messergebnisse sowohl aus dem Zwischen- als auch Hauptspeicher angezeigt werden.

Mit der **F2**-Taste kann die Uhrzeit der Durchführung des Messvorgangs einzeln aufgerufen werden:

Stunde (einmal drücken),

• Tag (zweimal drücken).

Die Parameter werden für 3 s eingeblendet und danach kehrt die Anzeige zum Messwert der gegebenen Messung zurück.



Beim Anzeigen der R_{ISO}-Messung werden im Anzeigefeld Stoppuhr/Speicher wechselweise die Bank- und Zellennummer sowie der Zeitpunkt, zu dem der betroffene Messwert im Speicher geschrieben wurde, angezeigt. Dies gilt für alle Messungen von R_{ISO}.

5.3 Löschen des Speichers

Es können der gesamte Speicher oder nur die jeweiligen Datenbanken gelöscht werden.

5.3.1 Löschen der Datenbank

1



Drehschalter zur Funktionswahl auf MEM stellen.



Mit den Tasten **+ b** die Nummer der zum Löschen ausgewählten Bank einstellen.

Mit den Tasten 🛧 die Nummer solange senken bzw. erhöhen...

...bis sie erlischt und durch den Symbol **dEL** ersetzt wird, der auf die Bereitschaft zum Löschen hindeutet.



Die Taste ENTER drücken.

Es erscheint **A** und eine Aufschrift **L D**, die Sie zur Bestätigung des Löschvorganges auffordern.

Erneut ENTER drücken.



ENTER

Nach Löschen der Datenbank gibt das Messgerät ein Tonsignal aus und stellt die Nummer der Zelle auf "1".

5.3.2 Löschen des gesamten Speichers

(1)

(2)



Risc

Drehschalter zur Funktionswahl auf **MEM** stellen.

Mit den Tasten **(**) die Nummer der Bank solange senken bzw. erhöhen ...



... bis sie erlischt und durch den Symbol **d**EL ersetzt wird, der auf die Bereitschaft zum Löschen hindeutet.

¹5₇ k Cell

Die Taste ENTER drücken. 4 ENTER (5) Es erscheint **A** und eine Aufschrift **LonF**, die Sie zur Bestätigung des Löschvorganges auffordern. A Cell Bank -MEM Eanl Erneut ENTER drücken. 6 Nach Löschen des Speichers der Datenbank gibt das Messgerät ein Tonsignal aus und stellt die ENTER Nummer der Zelle auf "1". Cell Rank MEM

6 Datenübertragung

6.1 Zubehör zur Datenübertragung an PC

Zur Zusammenarbeit des Messgerätes mit einem Computer ist ein USB-Kabel oder das Modul Bluetooth und die entsprechende Software notwendig (erunterladbar von der Website des Herstellers):

- Sonel Reader,
- Sonel Reports Plus,
- die mobile Anwendung Sonel MIC Mobile.

Die Software kann mit einer Reihe von Geräten der Firma SONEL S.A. zusammenarbeiten, die mit einer USB- und Bluetooth-Schnittstelle ausgestattet sind. Detaillierte Informationen erhalten Sie vom Hersteller und den Händlern.

Wenn Sie die Software nicht zusammen mit dem Messgerät erworben haben, können Sie sie beim Hersteller oder einem autorisierten Händler beziehen.

6.2 Datenübertragung via USB



Drehschalter zur Funktionswahl auf **MEM** stellen.



Das Kabel an den USB-Anschluss des Computers und des Messgeräts anschließen.

B) Die Anwendung starten.

Datenübertragung mithilfe des Moduls Bluetooth 6.3



Die Bluetooth-Kommunikation einschalten, siehe Kap. 3 Schritte (1)(2)(14).

Wenn der PC nicht mit einem Bluetooth-Modul ausgestattet ist, ein solches Modul an den USB-2 Eingang anschließen.

Bei der Paarung des Messgerätes mit dem Computer die PIN-Nummer eingeben, die der PIN-Nummer des Messgerätes in Haupteinstellungen entspricht (**Kap. 3** Schritt (5)). 3



Die Standard-PIN f
ür Bluetooth ist 0123. Siehe auch Kap. 3, Schritt 5.
Bei eingeschaltetem USB-Kabel ist eine Radio
übertragung nicht m
öglich.

7 Aktualisierung der Software





Befolgen Sie die Anweisungen des Programms.

8.1 Überwachung der Versorgungsspannung



HINWEIS!

Bevor Sie das Messgerät in Betrieb nehmen, entladen Sie den Akku und laden Sie ihn dann vollständig auf, damit die Anzeige des Ladezustands korrekt ist.

Der Ladezustand des Akkus wird durch ein Symbol in der rechten oberen Ecke des Displays angezeigt.



Akku vollkommen leer. Alle Messungen werden gesperrt. Das Messgerät schaltet sich selbstständig nach 5 Sek. ab.

8.2 Akkuversorgung

Das Messgerät MIC-15k1 wird über ein Lithium-Ionen-Akkumulator versorgt, der nur vom Fachmann gewechselt werden kann.

Das Ladegerät ist im Messgerät integriert und arbeitet nur mit dem dafür vorgesehenen Akku. Versorgt durch einen Netzanschluss 90 V ÷ 265 V 50 Hz/60 Hz. Es ist auch möglich mithilfe eines optionalen Wandler über eine Zigarettenanzünderbuchse das Gerät zu versorgen.



HINWEIS!

Das Gerät darf nicht mit anderen Stromquellen, als die, die in dieser Anleitung erwähnt werden, betrieben werden.

8.3 Aufladen des Akkus

Das Laden wird eingeleitet, nachdem das Netzteil an das Messgerät angeschlossen wird, unabhängig davon, ob das Messgerät eingeschaltet ist oder nicht. Wenn das Symbol des Ladezustandes der Akkus sich füllt, zeugt das davon, dass sie geladen werden.

Der Akku wird mit einem sog. "Schnellladealgorithmus" geladen, was die Ladezeit auf ca. 5 Stunden zu verkürzen erlaubt. Das Beenden des Ladevorgangs wird dadurch signalisiert, dass die Anzeige des Füllstandes der Akkus voll ist und durch ein Aufleuchten der grünen LED.

Um das Gerät auszuschalten, sollte die Stromversorgungsstecker des Ladegeräts getrennt werden.



Aufgrund von Störungen im Netz kann es zu einem vorzeitigen Abschalten des Akkuladevorganges kommen. Falls festgestellt wird, dass die Ladezeit zu kurz war, ist das Messgerät einzuschalten und der Ladevorgang zu wiederholen.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

Signalisierung	Zustand
Das Blinken der grünen LED mit einer Frequenz von 1 pro Sekunde, animiertes Batterie-Symbol auf dem Display.	Akku wird geladen.
Das kontinuierliche Leuchten der grünen LED, das volle Ak- kuladezustandssymbol auf dem Display.	Ladevorgang beendet.
Blinken der grünen LED mit einer Frequenz von 2 Mal pro Sekunde.	Fehler beim Laden.
Blinken der grünen LED mit einer Frequenz von 2 Mal pro Sekunde, das angezeigte Symbol ^D L.	Zu hohe Akkutemperatur. Die Messungen sind blockiert.

8.4 Zasilanie z sieci

Es ist möglich Messungen während des Ladevorgangs durchzuführen. Dafür muss während des Ladevorganges die Taste **ESC** gedrückt werden - das Messgerät wechselt in den Messmodus, und verbleibt zugleich im Lademodus. Ähnlich wird es im Falle des Anschlusses der Netzstromversorgung während des Betriebs des Messgerätes sein.

Das Ausschalten des Messgerätes mit der Taste O oder durch Auto-OFF unterbricht den Ladevorgang des Akkus nicht.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

Signalisierung	Zustand
Das Blinken alle Segmente des Akkuladezustandssymbols mit einer Frequenz von 1 pro Sekunde.	Ladevorgang beendet.
Blinken der grünen LED mit einer Freguenz von 2 Mal pro Sekunde, die angezeigten Symbole ^O L und hit L.	Zu hohe Akkutemperatur. Die Messungen sind blockiert.

8.5 Generelle Handhabung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Li-Ion)

- Lagern Sie das Messgerät mit geladenen Batterien min. bis zu 50%. Ein vollständig entladener Akku kann beschädigt werden. Die Temperatur des Langzeitlagers sollte zwischen 5°C...25°C gehalten werden. Die Umgebung sollte trocken und gut belüftet sein. Schützen Sie das Gerät vor direkter Sonneneinstrahlung.
- Laden Sie die Batterien an einem k
 ühlen und gut bel
 üfteten Ort bei einer Temperatur von 10°C...28°C. Moderne Schnellladeger
 äte erkennen sowohl zu niedrige als auch zu hohe Akkutemperaturen und reagieren entsprechend. Eine zu niedrige Temperatur verhindert das Starten des Ladevorgangs, wodurch die Batterie irreparabel besch
 ädigt werden k
 önnte.
- Lade und verwende die Akkus bei extremen Temperaturen nicht. Extreme Temperaturen reduzieren die Lebensdauer der Akkus. Beachte streng die Nennarbeitstemperatur. Werfe die Akkus nicht ins Feuer.
- Li-Ion-Zellen sind gegen mechanische Beschädigungen empfindlich. Solche Beschädigun-gen können zur dauerhaften Beschädigung des Akkus und folglich zu seiner Entzündung o-der Explosion beitragen. Jeglicher Eingriff in die Struktur des Li-Ion-Akkus kann zu seiner Be-schädigung führen. Die Folge davon kann eine Entzündung oder Explosion sein. Ein Kurz-schluss der Akkupole + und – kann zur dauerhaftren Beschädigung und sogar zur Entzündung oder Explosion des Akkus führen.

- Tauche den Li-Ion-Akku in Flüssigkeiten nicht ein und lagere ihn nicht bei hoher Umgebungsfeuchte.
- Bei Augen- oder Hautkontakt mit dem Elektrolyt, der im Akku enthalten ist, spüle sofort die betroffenen Stellen mit reichlich Wasser und kontaktiere einen Arzt. Schütze den Akku vor unbefugten Personen und Kindern.
- Sobald jegliche Änderungen am Li-Ion-Akku bemerkt werden (unter anderen an der Farbe, Schwellung, eine zu hohe Temperatur) stelle den Gebrauch des Akkus ein. Die Li-Ion-Akkus, die mechanisch beschädigt, überladen oder zu tief entladen sind, sind nicht mehr gebrauchs-tauglich.
- Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch des Akkus kann seine dauerhafte Beschädigung verursachen. Das kann seine Entzündung zur Folge haben. Der Verkäufer und Hersteller haften nicht für eventuelle Schäden, die infolge einer unsachgemäßen Verwendung oder Behand-lung des Lilon-Akkus entstanden sind.

9 Reinigung und Wartung



HINWEIS!

Verwenden Sie nur die vom Hersteller in diesem Handbuch beschriebenen Wartungsmethoden.

Reinigen Sie das Gehäuse des Messgeräts mit einem feuchten Tuch und handelsüblichen Reinigungsmitteln. Verwenden Sie keine Lösungsmittel und keine Reinigungsmittel, die das Gehäuse zerkratzen könnten (Pulver, Paste, etc.).

Die Sonden können mit Wasser gereinigt und dann trocken gewischt werden.

Reinigen Sie die Leitungen mit Wasser und Reinigungsmitteln und wischen Sie sie anschließend trocken.

Das elektronische System des Zählers ist wartungsfrei.

10 Lagerung

Beachten Sie bei der Lagerung des Geräts die folgenden Empfehlungen:

- trennen Sie alle Leitungen vom Messgerät,
- reinigen Sie das Messgerät und alle Zubehörteile gründlich,
- wickeln Sie die Messdrähte auf,
- um eine vollständige Entladung des Akkus bei längerer Lagerung zu vermeiden, sollten Sie ihn mindestens einmal alle sechs Monate aufladen

11 Demontage und Entsorgung

Gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte sollten selektiv gesammelt werden, d. h. nicht zusammen mit an-deren Abfallarten.

Elektroaltgeräte sind gemäß den örtlich geltenden Richtlinien an einer Sammelstelle abzugeben. Bevor Sie das Gerät an die Sammelstelle schicken, dürfen Sie keine Teile selbst abbauen. Beachten Sie die örtlichen Vorschriften zur Entsorgung von Verpackungen und gebrauchten Batterien.

12 Technische Daten

12.1 Grundlegende Daten

⇒ Die in der Spezifikation der Genauigkeit verwendete Abkürzung "v.Mw." bezeichnet vom gemessenen Wert

AC/DC Spannungsmessung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0 V29,9 V	0,1 V	±(2% v.Mw. + 20 Digits)
30,0 V299,9 V	0,1 V	±(2% v.Mw. + 6 Digits)
300 V1500 V	1 V	±(2% v.Mw. + 2 Digits)

• Frequenzbereich: 45...65 Hz

Isolationswiderstandsmessung

- Genauigkeit d. Pr
 üfspannung (R_{LOAD} [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): 0...+5% oder 0...+10% des eingestellten Wertes
- Messbereich nach EN IEC 61557-2: 50 kΩ ...40,0 TΩ (I_{ISOnom} = 1,2 mA / 3 mA / 5 mA / 7 mA)

Messung mit an- steigender DC Spannung (SV) für U _{ISO}	Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
	000 kΩ…999 kΩ	1 kΩ	
	1,00 ΜΩ…9,99 ΜΩ	0,01 MΩ	
	10,0 ΜΩ…99,9 ΜΩ	0,1 MΩ	± (3% v.Mw. + 10 Digits)
	100 ΜΩ999 ΜΩ	1 MΩ	für U _{ISO} = 5 kV
5 1/1	1,00 GΩ9,99 GΩ	0,01 GΩ	
JKV	10,0 GΩ…99,9 GΩ	0,1 GΩ	
	100 GΩ…999 GΩ	1 GΩ	±(3,5% v.Mw. + 10 Digits) für U _{ISO} = 5 kV
	1,00 ΤΩ…9,99 ΤΩ	0,01 ΤΩ	±(7,5% v.Mw. + 10 Digits) für U _{ISO} = 5 kV
≥10 kV	10,0 ΤΩ20,0 ΤΩ	0.1 TO	±(9% v.Mw. + 10 Digits) für U _{ISO} = 5 kV
≥15 kV	10,0 ΤΩ…40,0 ΤΩ	υ, τ ΤΩ	±(12,5% v.Mw. + 10 Digits) für U _{ISO} = 10 kV

- Die angeführten Genauigkeiten stellen die "schlechtesten" Werte dar, die für den oberen Anzeigebereich berechnet sind. Je niedriger der Messwert, umso größer die Genauigkeit.
- Die Genauigkeit f
 ür eine Messspannung und jedes Ergebnis kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$\bar{\sigma}_{R} = \left(3\% + \left(\frac{U_{ISO}}{U_{ISO} - R_{zm} \cdot 21 \cdot 10^{-12}} - 1\right) \cdot 100\%\right) \pm 10 \text{ Digits}$$

wobei:

 U_{ISO} – Ausgewählte Prüfspannung [V] R_{zm} – Gemessener Widerstand [Ω] Maximum Werte der gemessenen Widerstände, sind abhängig von der eingestellten Prüfspannung. Siehe folgende Aufstellung unten. Art der Messspannung: DC.

Spannung	Messbereich
50 V	200 GΩ
100 V	400 GΩ
250 V	1,00 ΤΩ
500 V	2,00 ΤΩ
1000 V	4,00 ΤΩ
2500 V	10,00 TΩ
5000 V	20,0 ΤΩ
10000 V	40,0 ΤΩ
15000 V	40,0 ΤΩ

⇒ Achtung: Für die Isolationswiderstandsmessung R_{ISOmin} wird keine Genauigkeit spezifiziert, da das Prüfgerät mit wählbaren Prüfströmen die Messung durchführt. Daraus ergibt sich die Berechnung wie folgt:

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

wobei:

- R_{ISOmin} Minimaler Isolationswiderstand, gemessen ohne Strombegrenzung
- U_{ISOnom} Nominale Prüfspannung

– Nominaler Prüfstrom (1,2 mA, 3 mA, 5 mA oder 7 mA)

- Zusätzlicher Fehler in der 3-Leiter-Messung (verursacht durch "G" Verbindung): 0.05% verursacht durch reduzierten Kriechstrom über 250 kΩ Widerstand, bei einer Messung über 100 MΩ mit Prüfspannung von 50 V.
- Max. Kurzschlussstrom I_{sc}: 10 mA.

Messung des Leckstromes

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
1 pA 99 pA	1 pA	± (1,5% v.Mw. + 20 Digits)
1,00 nA … 9,99 nA	0,01 nA	
10,0 nA … 99,9 nA	0,1 nA	
100 nA … 999 nA	1 nA	
1,00 uA … 9,99 uA	0,01 uA	± (1,5% v.Mw. + 2 Digits)
10,0 uA … 99,9 uA	0,1 uA	
100 uA … 999 uA	1 uA	
1,00 mA 9,99 mA	0,01 mA	

Messung der Kapazität

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0 nF…999 nF	1 nF	
1,00 µF…49,99 µF	0,01 µF	\pm (5% v.WW. + 5 Digits)

 Messungen der Kapazität wird während der R_{ISO} Messungen durchgeführt (während der Entladung des Prüflings).

- Genauigkeiten der Messung, entspricht einer gemessenen Kapazität und einem parallel geschalteten Widerstand von größer als 10 MΩ.
- Für Messspannungen unter 100 V wurde kein Messfehler definiert.

Messung unvollständiger Entladungen

Anzahl unvollständi- ger Entladungen pro Sekunde	Auflösung	Genauigkeit
0100	1000 pC9999 pC	1 pC

12.2 Betriebsdaten

a) b)	Isolierklasse nach EN 61010-1 und EN IEC 61557	doppelt
2)	Nennbetriebshöhe <2000 m	IV 1000 V
	 Nennbetriebshöhe <3000 m 	IV 600 V
c)	Gehäuseschutzart nach FN 60529	
-,	• offenes Gehäuse	IP40
	geschlossenes Gehäuse	IP67
d)	Spannungsversorgung	
,	 Seriennummern mit Präfix J5 	Li-Ion-Akku 14.8 V 5.3 Ah
	Seriennummern mit Präfix M3L	iFePO4-Akku 13.2 V 5.0 Ah
e)	Abmessungen	
f)	Gewicht	
'	• mit Li-Ion-Akku	ca. 6,3 kg
	mit LiFePO4-Akku	ca. 6,6 kg
g)	Lagertemperatur	-25°C+70°Č
ň)	Arbeitstemperatur	-20°C+50°C
i)	Luftfeuchtigkeit	
j)	Höhe über NN.	≤3000 m
k)	Referenztemperatur	+23°C ± 2°C
I)	Referenzluftfeuchte	
m)	Display	Segment-LCD
n)	Anzahl der Messungen RISO gemäß EN IEC 61557-2 mit Batterieverso	rgungmin. 1000
o)	Betriebszeit mit einer Akkuladung	
	 für R_{ISO}=5 MΩ, U_{ISO}=5 kV, T=(23±5)°C 	ca. 5 h
	 für R_{ISO}=100 MΩ, U_{ISO}=15 kV, T=(23±5)°C 	ca. 5 h
p)	Speicherung der Messergebnisse	
q)	Datenübertragung	USB, Bluetooth
r)	Qualitätsstandard	
	Design, Konstruktion und Herstellung sind ISO 9001, ISO 2	14001, PN-N-18001 konform
s)	Das Gerät erfüllt die Anforderungen der Norm EN 61010-1, EN IEC	61557, EN IEC 61010-2-030
t)	Das Produkt erfüllt die Anforderungen EMV (Elektromagnetische Vertr	äglichkeit) gemäß der Norm

EN IEC 61326-1, EN IEC 61326-2.



HINWEIS!

Das Messgerät MIC-15k1 ist in der Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMC) als Gerät der Klasse A klassifiziert (für den Einsatz in industriellen Umgebungen – gemäß EN 55011). Störungen und Beeinträchtigungen der Funktion von anderen Geräten müssen in Kauf genommen werden, sollte das Messgerät in anderer Umgebung verwendet werden (z.B. Haushalt).



SONEL S. A. erklärt hiermit, dass der Radiogerättyp MIC-15k1 mit der Richtlnie 2014/53/EU vereinbar ist. Der volle Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse verfügbar: <u>https://sonel.pl/de/download/konformitatserklarungen/</u>

12.3 Weitere Daten

Angaben von zusätzlichen Ungenauigkeiten sind hauptsächliche dann notwendig, wenn das Prüfgerät nicht in Standardumgebung oder in messtechnischen Laboren für Kalibrierungen verwendet wird.

12.3.1 Zusätzliche Ungenauigkeiten nach EN IEC 61557-2 (R_{ISO})

Wichtige Parameter	Bezeichnung	Zusätzliche Ungenauigkeit
Position	E1	0%
Versorgungsspannung	E ₂	1% (
Temperatur 0°C35°C	E ₃	6%

13 Hersteller

Gerätehersteller für Garantieansprüche und Service:

SONEL S.A.

Wokulskiego 11 58-100 Świdnica Polen Tel. +48 74 884 10 53 (Kundenbetreuung) E-Mail: <u>customerservice@sonel.com</u> Webseite: <u>www.sonel.com</u>



HINWEIS!

Servicereparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

AUFZEICHNUNGEN

AUFZEICHNUNGEN

MESSWERTMELDUNGEN



HINWEIS!

Der Anschluss der Klemmen an eine höhere Spannung als 1500 V kann zur Beschädigung des Messgeräts führen und eine Gefahr für den Benutzer darstellen.

	Das Vorhandensein einer Messspannung an den Klemmen des Messgeräts.
Ā	Schlagen Się in der Bedienungsanleitung nach.
READY	Messbereitschaft.
NOISE	Auf dem zu prüfenden Objekt tritt eine Störspannung von weniger als 50 V oder 25 V1500 V AC auf. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzli- cher Unsicherheit versehen sein.
U _n > 50 V (für DC Spannung) oder U _n ~> 1500 V	Während des Messvorgangs ist Spannung aufgetreten oder der Prüfling kann 120 s lang nicht entladen werden. Nach 5 s kehrt das Messgerät zum voreingestellten Zustand eines Spannungsmessgeräts zurück. Zusätzlich zu den angezeigten Informationen:
(für AC Spannung)	 ertönt ein zweistimmiger Signalton,
	blinkt eine rote Diode.
LIMIT I!	Strombegrenzung aktiv. Das Symbol wir begleitet durch ein kontinuierliches Tonsignal.
	Unterbrechung der Isolierung des Objekts, die Messung wird unterbrochen.
H 17 E	Die Aufschrift wird nach der Aufschrift LIMIT II angezeigt und bleibt während der Messung für 20 s bestehen, wenn die Spannung zuvor den Nennwert erreicht hat.
d 15	Die Entladung des Testobjekts ist im Gange.
	Akkuzustand:
	Geladener Akku.
	Entladener Akku.
bRtt	Akku entladen. Akku laden.



SONEL S.A.

Wokulskiego 11 58-100 Świdnica Polen

Kundenbetreuung

Tel. +48 74 884 10 53 E-Mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com