



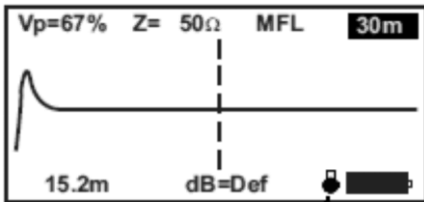
BEDIENUNGSANLEITUNG

REFLEKTOMETER

TDR-410

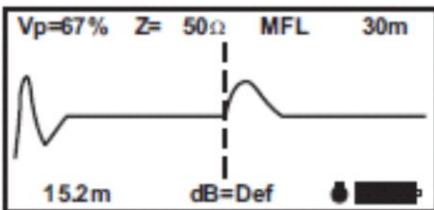
Schnellstart:

1. Ein- und Ausschalten des Geräts mit der Taste ①.
2. Kurzer Druck auf „**START/HOLD**“ - wechselt zum Arbeitsbildschirm



(Pfeil in Richtung „Hold“ - manuell ausgelöste Messung) (Pfeil in Richtung „Hold“ - manuell ausgelöste Messung)

4. Im manuellen Modus (MFL am oberen Bildschirmrand) werden die Messungen manuell durch wiederholtes Drücken der Tasten „**START/HOLD**“ ausgelöst. Im AFL-Modus erfolgt bei Auslösung einer Messung eine automatische Skalierung der Anzeige und Positionierung des Cursors auf die Fehlerposition. Durch erneutes Drücken der Taste „**START**“ im AFL-Modus springt der Cursor auf den nächsten gefundenen Fehler über und die Anzeige wird automatisch skaliert.
5. Bei Betätigung der Taste „**START/HOLD**“ im MFL-Modus für mindestens 1 Sekunde erfolgt ein Wechsel in den kontinuierlichen Abtastmodus.



6. Zugriff auf Optionen des Arbeitsbildschirms - aufeinanderfolgende Betätigung der Taste SET, Einstellungen: Cursortasten ◀ und ▶.
7. **ESC** - Zurück zur Auswahlmaske:



8. Zugriff auf Menüoptionen - Taste ◀, dann Auswahl mit Taste ▼. Einstellung mit den Cursortasten ◀ und ▶.



BEDIENUNGSANLEITUNG

REFLEKTOMETER TDR-410



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

Dar Reflektometer TDR-410 ist ein modernes Messinstrument von hoher Qualität, dessen Bedienung einfach und sicher ist. Die vorliegende Bedienungsanweisung kann dabei helfen, Fehler bei Messungen zu vermeiden und eventuellen Schwierigkeiten bei der Bedienung des Messgeräts vorzubeugen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	4
2	Funktionsprinzip	5
3	Vorbereitung des Reflektometers für den Betrieb	6
3.1	Maßeinheiten (Meter oder Fuß)	7
3.2	Automatische Abschaltung („Shutdown“)	7
3.3	Kontrast der LCD-Anzeige	8
3.4	Bildschirm-Hintergrundbeleuchtung	8
3.5	Typ des Ausbreitungsfaktors V_p einstellen	8
3.6	Bestimmung des unbekannten Wertes des Ausbreitungsfaktors V_p	9
4	Praktischer Einsatz des Reflektometers	10
4.1	Einstellung der Fehlerortungsparameter	10
4.1.1	Impulsausbreitungsfaktor	11
4.1.2	Wert der Wellenimpedanz Z	11
4.1.3	Automatische oder manuelle Fehlerortung	11
4.1.4	Messbereich	12
4.1.5	Empfindlichkeitsstufe	13
5	Anschluss des zu prüfenden Kabels am Reflektometer	13
6	Ortung des Kabelschadens	14
6.1	Kontinuierliche Abtastung vs. Option „Abtastung unterbrechen“	14
6.2	Messgenauigkeit	15
7	Signalgenerator für Kabelleiter-Identifikation	15
8	Stromversorgung	16
9	Reinigung und Pflege	16
10	Lagerung	16
11	Demontage und Entsorgung	16
12	Typische Schäden an Kabeln	17
13	Typische Werte für V_p-Faktor und Impedanz Z	18
14	Technische Daten	20
15	Hersteller	21

1 Einleitung

Das Reflektometer TDR-410 ist ein handliches, digitales Impulsortungsgerät (TDR), das zur Identifizierung und Ortung von Fehlern in Strom-, Telekommunikations- und Fernmeldekabeln eingesetzt wird. Mit dem Reflektometer TDR-410 können Kabellängen im Bereich von 0 bis 4000 m gemessen und die Fehlerentfernung an praktisch allen Arten von Kabeln mit Metallleitern (z. B. Kupfer oder Aluminium) bestimmt werden. Der kürzeste Messbereich mit einer Reichweite von 7 m und einer Totzone von 0,5 m ist für die Ortung von Schäden in unmittelbarer Nähe des angeschlossenen Gerätes geeignet.

Mit dem Reflektometer TDR-410 wird das Bild des Kabels als Reflektogramm dargestellt, d.h. als Grafik, die der Wellenform auf dem Bildschirm eines Oszilloskops ähnelt. Das Reflektogramm wird auf einem LCD-Bildschirm mit einer Auflösung von 128 x 64 Pixel dargestellt. Durch Positionieren des beweglichen Cursors an diesen Stellen wird der Abstand zu den charakteristischen Elementen der Wellenform - den Unstetigkeitsstellen - auf dem Bildschirm abgelesen. Das Reflektometer TDR-410 ermöglicht die Anpassung der Ausgangsimpedanz an den Wellenwiderstand des zu testenden Kabels. Durch die Anpassung der Ausgangsimpedanz an den Wellenwiderstand des zu prüfenden Kabels wird der Effekt der anfänglichen Reflexionen am Anfang der angezeigten Wellenform eliminiert (Reduzierung der Totzone), was die Ortung von Fehlern in geringer Entfernung vom Anschlusspunkt des Geräts ermöglicht.

Der Vp-Faktor für die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Impulses ist zwischen 1% und 99% (bezogen auf die Lichtgeschwindigkeit) einstellbar. Dies entspricht $V/2 = 2\text{m}/\mu\text{s}$ bis $150\text{m}/\mu\text{s}$. Auf diese Weise ist eine genaue Anpassung des Ausbreitungsfaktors an die Parameter des zu prüfenden Kabels möglich. Das Reflektometer TDR-410 ist mit einem integrierten akustischen Frequenzsignalgenerator ausgestattet, der zur Verfolgung und Identifizierung von Kabeltrassen und Kabelpaaren mit Standard-Induktionssonden (Signalempfängern) genutzt werden kann.

ACHTUNG!

Verwenden Sie nur das für das Gerät vorgesehene Standardzubehör und Zubehörteile. Die Verwendung von anderem Zubehör kann zu einer Beschädigung der Messbuchse und damit zu einer Erhöhung der Messunsicherheit führen.

Hinweis:

Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung der Software des Gerätes kann die Darstellung der Anzeige bei einigen Funktionen geringfügig von der Darstellung in diesem Handbuch abweichen.

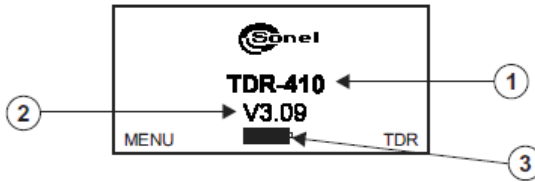
2 Funktionsprinzip

Das Prinzip des Reflektometers TDR-410 besteht in der Messung der Laufzeit eines Signals, des sogenannten Abtastimpulses, in einem Kabelpaar. Die Laufzeit wird dabei vom Anschlusspunkt bis zum Kabelende oder bis zum nächsten Fehler und wieder zurück gemessen. Die Abtastimpulse werden im Kabel mit einer Geschwindigkeit V_p (der sogenannten Ausbreitungsgeschwindigkeit) übertragen, die von den elektrischen Parametern des Kabels und insbesondere vom Material seiner Isolierung abhängt. Das Reflektometer berechnet aus dem vom Anwender gewählten V_p -Wert und der gemessenen Impulslaufzeit den Abstand zur Diskontinuität des Wellenwiderstands und zeigt ein Bild des Kabels in Form eines Reflektogramms, das alle Diskontinuitäten des Wellenwiderstands entlang des Prüfabschnitts zeigt.



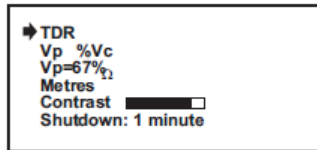
3 Vorbereitung des Reflektometers für den Betrieb

Die Taste ① dient zum Ein- und Ausschalten des Reflektometers. Nach dem Einschalten des Gerätes erscheint auf dem Display ein Auswahlbildschirm:

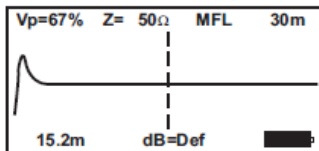


1. Bezeichnung des Modells.
2. Softwareversion.
3. Die Batteriestandanzeige informiert Sie über den Ladezustand der Batterie. Bei einer vollen Ladung wird der Ladezustand der Batterie durch die Anzeige als „voll“ angezeigt. Bei einer erschöpften Batterie nimmt die Füllung der Anzeige entsprechend ab. Der Ladezustand der Batterie wird ständig auf dem Bildschirm angezeigt.

Durch Drücken der linken Cursortaste ◀ gelangt man in das Hauptmenü des Programms:



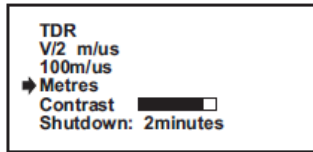
und durch Drücken der rechten Cursortaste ▶ gelangt man zum Arbeitsbildschirm:



Für den Normalbetrieb empfiehlt sich die Einstellung von drei Parametern (Vp - siehe 3.5 und 3.6; Z - siehe 4.1.2; dB - siehe 4.1.5)

3.1 Maßeinheiten (Meter oder Fuß)

Im Menü die Taste ▼ (SET) drücken, um die Anzeige ➡ auf die Position „**Meters**“ zu stellen:

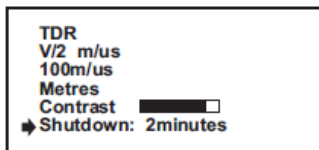


Anschließend mit den Cursortasten ►, ◀ Meter („Meters“) oder Fuß („Feet“) wählen. Die gewählte Position mit **ESC** speichern.

3.2 Automatische Abschaltung („Shutdown“)

Das Reflektometer TDR-410 ist mit einer automatischen Abschaltautomatik zur Schonung der Batterien des Netzgerätes, insbesondere bei längerer Einschaltdauer des Gerätes nach dem Betrieb, ausgestattet. Die Zeitspanne zwischen der letzten Tastenbetätigung und dem Abschalten des Gerätes kann zwischen 1 Minute und 5 Minuten betragen. Die Funktion kann auch deaktiviert werden.

Im Menü die Taste ▼ (SET) drücken, um die Anzeige ➡ auf die Position „**Shutdown**“ zu stellen:



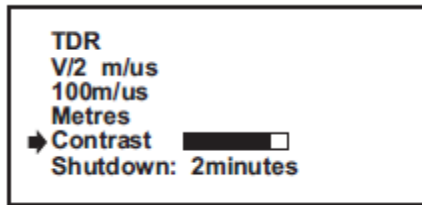
Mit den Cursortasten ►, ◀ die gewünschte Option auswählen:

- **Disabled** (deaktiviert – das Gerät schaltet sich nicht automatisch aus)
- **1 Min.**
- **2 Min.**
- **3 Min.**

Die Position wird mit der Taste **ESC** gespeichert.

3.3 Kontrast der LCD-Anzeige

Im Menü die Taste ▼ (SET) drücken, um die Anzeige ➡ auf die Position „**Contrast**“ zu stellen:



Mit der Cursortaste ► wird der Bildschirmkontrast erhöht, mit der Cursortaste ◀ verringert. Die gewählte Position mit ESC speichern.

3.4 Bildschirm-Hintergrundbeleuchtung

Um den Betrieb unabhängig von den äußeren Lichtverhältnissen zu ermöglichen, verfügt die Flüssigkristallanzeige über eine elektrolumineszente Hintergrundbeleuchtung. Mit der Taste ☀ kann die Hintergrundbeleuchtung des Displays ein- und ausgeschaltet werden.

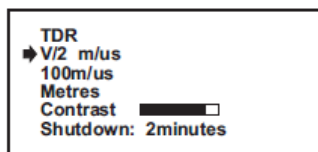
HINWEIS: Bei eingeschalteter Displaybeleuchtung erhöht sich der Batterieverbrauch erheblich!

3.5 Typ des Ausbreitungsfaktors Vp einstellen

Zur genauen Ortung von Kabelfehlern ist ein grundlegender Parameter einzustellen, der hauptsächlich vom Isolationstyp des geprüften Kabels abhängt: die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Abstimmpulses Vp.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Impulses (Vp) kann entweder als prozentualer Anteil der Lichtgeschwindigkeit oder als V/2 - ausgedrückt in Metern (Fuß) pro Mikrosekunde (µs) - angegeben werden. Bei der Auswahl von V/2 entspricht die Einheit, in der der Vp-Faktor und der Vp-Faktorwert angegeben sind (Meter oder Fuß), der im Menü ausgewählten Einheit. Dieser Faktor ist je nach Kabeltyp unterschiedlich und kann sich auch bei einem bestimmten Kabeltyp mit zunehmendem Alter des Kabels geringfügig ändern. Am Ende des Handbuchs sind Beispiele für Vp-Faktoren der wichtigsten Kabeltypen aufgeführt.

Zur Auswahl des Formats für den Impulsausbreitungsfaktor das Menü aufrufen und die Taste ▼ (SET) drücken, um die Anzeige ➡ auf die Position „**V/2 m/us**“ (oder „**Vp %Vc**“) zu stellen:



Durch Betätigen der linken Cursortaste ◀ wird die Anzeige der Impulsausbreitungsgeschwindigkeit von Meter pro Mikrosekunde (V/2) auf einen prozentualen Bezug zur Lichtgeschwindigkeit (Vp) umgestellt und umgekehrt.

Zum Ändern des Faktorwerts von $V/2$ (**Vp**) mit Taste ▼ (**SET**) eine Ebene tiefer gehen, um die Anzeige ➡ auf die Position „.....m/μs“ (oder „Vp=...%“) zu stellen. Durch Drücken der rechten bzw. linken Cursortaste ►, ◄ wird der Wert des Faktors erhöht bzw. verringert. Durch Drücken der Taste **ESC** wird der gewählte Wert gespeichert.

Wie später in diesem Handbuch beschrieben, ist die Einstellung des korrekten Impulsausbreitungsfaktors für das Kabel auch vom Arbeitsbildschirm aus möglich.

3.6 Bestimmung des unbekannten Wertes des Ausbreitungsfaktors Vp

Ist der Ausbreitungsfaktor Vp des zu prüfenden Kabels nicht bekannt, kann er wie folgt bestimmt werden:

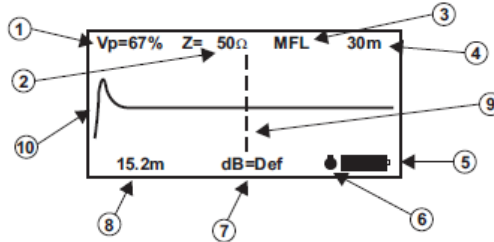
1. Für die Messungen ist ein einheitlicher Kabelabschnitt von z. B. 10 m Länge zu verwenden.
2. Die genaue Länge des Kabels ist mit einem Zentimetermaß zu bestimmen. Es kann auch eine andere Methode verwendet werden, die eine genaue Messung ermöglicht.
3. Das Reflektometer an das Referenzkabel anschließen, den Cursor auf den Beginn des vom Kabelende reflektierten Impulses setzen und den Vp-Wert so einstellen, dass die auf dem Bildschirm angezeigte Entfernung der gemessenen Kabellänge entspricht. Der auf diese Weise eingestellte Wert für Vp ist zu notieren und kann für die Messungen an Kabeln des gleichen Typs verwendet werden.

ACHTUNG! Bei ausgeschaltetem Reflektometer TDR-410 werden die aktuellen Parametereinstellungen, einschließlich der letzten Werte für den Ausbreitungsfaktor Vp und die Impedanz Z, gespeichert. Diese Funktion des Geräts ist vor allem bei der Prüfung mehrerer Kabel des gleichen Typs von Vorteil.

4 Praktischer Einsatz des Reflektometers

Nachdem die Grundparameter des Gerätes eingestellt sind, wenden wir uns der praktischen Anwendung des Reflektometers TDR-410 zu, um Kabelfehler zu orten. Zu diesem Zweck muss der unten dargestellte Arbeitsbildschirm auf zwei verschiedene Arten aufgerufen werden:

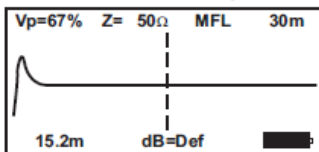
1. Im Bildschirmmenü **ESC** drücken und **TDR** oder **START** wählen.
2. Bei eingeschaltetem Gerät und angezeigtem Startbildschirm kann durch Drücken der linken Cursortaste der **MENU**-Modus oder durch Drücken der rechten Cursortaste der **TDR**-Modus für die betreffende Fehlerstelle oder durch Drücken der Taste **START** ausgewählt werden.



1. Einstellung des Ausbreitungsfaktors V_p
2. Einstellung der Impedanz Z
3. Fehlerortungsmodus: manuell (MFL) oder automatisch (AFL)
4. Messbereich
5. Batteriestandanzeige
6. Symbol „HOLD“ (Scanvorgang anhalten)
7. Empfindlichkeitseinstellung (Benutzer oder automatisch)
8. Entfernungsmessung auf Grundlage der Cursorposition
9. Cursorposition
10. Diagramm zur Darstellung des Abtastimpulses

4.1 Einstellung der Fehlerortungsparameter

Vom Arbeitsbildschirm aus:



...können alle Parameter, die für die Ortung des Kabelfehlers erforderlich sind, eingestellt werden:

1. Impulsausbreitungsfaktor
2. Wert der Wellenimpedanz Z
3. Automatische oder manuelle Fehlerortung
4. Messbereich
5. Empfindlichkeitsstufe

Um die Fehlerortungsparameter einzustellen, drücken Sie die Navigationstaste **SET**, um eine der oben genannten Funktionen auf dem Display aufleuchten zu lassen. Um den Wert einer Funktion zu ändern, wird die linke ◀ oder rechte ▶ Cursortaste gedrückt, bis der gewünschte Wert erreicht bzw. die gewünschte Auswahl getroffen ist.

Der Wechsel zu anderen Funktionen ist durch mehrmaliges Drücken der Navigationstaste **SET** möglich, bis die gewünschte Funktion aufleuchtet.

Nach abgeschlossener Einstellung der Fehlerortungsparameter **ESC** drücken, um die Einstellungen im Gerätespeicher zu speichern.

HINWEIS: Beim Ausschalten des Reflektometers TDR-410 werden die aktuellen Parametereinstellungen gespeichert und beim Wiedereinschalten des Gerätes angezeigt.

4.1.1 Impulsausbreitungsfaktor

Der Impulsausbreitungsfaktor wird wie oben beschrieben über das Menü ausgewählt. Für diesen Faktor, der dem zu prüfenden Kabeltyp entspricht, kann auf dem Arbeitsbildschirm nur ein bestimmter Wert eingestellt werden.

Durch Drücken der Navigationstaste wird die Funktion zur Auswahl des Vp-Wertes (obere linke Ecke des Bildschirms) aufgerufen. Der Wert dieses Parameters kann mit dem linken oder rechten Cursor geändert werden, sobald er aufleuchtet.

Durch Drücken der Taste **ESC** wird zur tatsächlichen Fehlerstelle gewechselt.

4.1.2 Wert der Wellenimpedanz Z

Durch nochmaliges Drücken der Navigationstaste gelangt man zur Auswahl des Wellenwiderstandes Z, dessen Bestimmung für bestimmte Kabeltypen (z.B. Koaxialkabel) besonders wichtig ist. Sobald diese Anzeige leuchtet, kann der Wert dieses Parameters mit dem linken oder rechten Cursor zwischen 25 Ohm und 100 Ohm geändert werden. Durch Drücken der Taste **ESC** wird zur tatsächlichen Fehlerstelle gewechselt.

Der Z-Wert des Wellenwiderstands des zu messenden Kabels kann auf 25Ω, 50Ω, 75Ω oder 100Ω eingestellt werden. Unter bestimmten Umständen kann die exakte Einstellung dieses Parameters für die exakte Ortung eines Schadens ausschlaggebend werden.

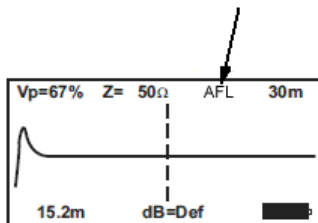
4.1.3 Automatische oder manuelle Fehlerortung

Das Reflektometer TDR-410 kann sowohl in der Betriebsart mit automatischer Fehlerortung als auch in der Betriebsart mit manueller Fehlerortung eingesetzt werden.

Um den automatischen oder manuellen Fehlerortungsmodus auszuwählen, zunächst im Arbeitsbildschirmmodus die Navigationstaste ▼ drücken, bis die Funktion AFL oder MFL (je nachdem, welche der beiden eingestellt war) auf dem Bildschirm aufleuchtet. Durch Drücken der linken ◀ oder rechten ▶ Cursortaste wird der Wert dieser Funktion von AFL auf MFL (oder umgekehrt) geändert, bis die entsprechende Auswahl getroffen wird.

Mit der Taste **ESC** wird die Auswahl bestätigt und zur Fehlerstelle gewechselt.

Automatische Fehlerortung AFL (Automatic Fault Location)

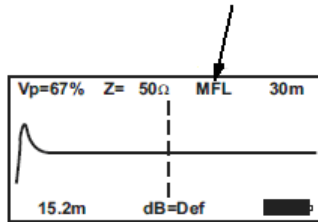


In dieser Betriebsart tastet das Reflektometer TDR-410 den gesamten verfügbaren Kabelverlauf in den verschiedenen Messbereichen ab. Wird ein Fehler gefunden, wird der Cursor automatisch an die Position, an der eine Störung auftrat gesetzt und das Diagramm optimal skaliert.

Zum Starten der automatischen Abtastung die Taste **START/HOLD** drücken, nachdem der AFL-Modus gewählt wurde. Stoppt die Abtastung im ersten Messbereich nach einigen Metern, bedeutet dies, dass eine Diskontinuität des Wellenwiderstands festgestellt wurde, die mit dem Verbindungs-

punkt des Messkabels mit dem zu prüfenden Kabel zusammenhängt. Danach durch erneutes Drücken der Taste **START/HOLD** die Abtastung fortsetzen. Durch erneutes Drücken der Taste **START** wird die Abtastung bis zum Ende des Bereichs oder des Kabels fortgesetzt. Das Ende des zu prüfenden Kabels wird normalerweise als Bruch oder Kurzschluss erkannt (Musterdiagramme für die verschiedenen Fehlerarten finden sich am Ende des Handbuchs). Die leichte Störung der Kurve entlang des Kabelverlaufs, die auf dem Bildschirm des Reflektometers zu sehen ist, kann mit Hilfe der Funktion zur Erhöhung der Empfindlichkeit verstärkt werden. Dadurch wird die Interpretation des Diagramms erleichtert und eine schnellere Ortung des Schadens ermöglicht.

Manuelle Fehlerortung MFL (Manual Fault Location)

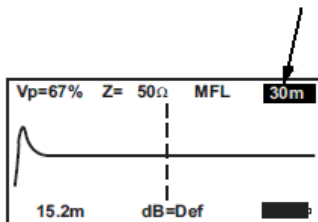


In dieser Betriebsart beobachtet der Anwender des Reflektometers TDR-410 den Kabelverlauf selbst, indem er das Abtastergebnis in den verschiedenen Messbereichen beobachtet und den Cursor selbst an die Stelle des beobachteten Kabelschadens setzt, um die Entfernung zu diesem Punkt angezeigt zu bekommen.

Achtung! – siehe auch Abschnitt 6.1 „Kontinuierliche Abtastung...“.

4.1.4 Messbereich

Das Reflektometer TDR-410 verfügt über 11 Messbereiche, die von 0 bis 4000 m reichen. **Eine manuelle Änderung des Messbereichs ist nur im MFL-Modus möglich**, im AFL-Modus wird der Messbereich automatisch ausgewählt. Zur Auswahl des Messbereichs im Arbeitsbildschirmmodus die Navigationstaste ▼ drücken, bis die Funktion Messbereichsauswahl auf dem Bildschirm aufleuchtet (obere rechte Ecke des Bildschirms):



Wertänderung dieser Funktion innerhalb der verfügbaren Optionen: 7 m, 15 m, 30 m, 60 m, 120 m, 250 m, 500 m, 1000 m, 2000 m, 3000 m und 4000 m durch Drücken der linken ◀ oder rechten ▶ Cursortaste, bis der gewünschte Wert erreicht ist.

Mit der Taste **ESC** wird die Auswahl bestätigt und zur Fehlerstelle gewechselt.

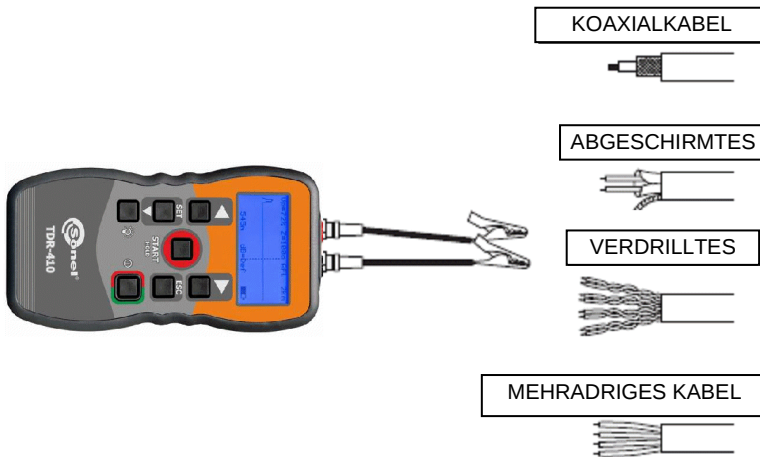
4.1.5 Empfindlichkeitsstufe

Für jeden der 11 Messbereiche des Reflektometers TDR-410 ist werkseitig eine Empfindlichkeitsstufe eingestellt. Zusätzlich ist eine manuelle Einstellung der Empfindlichkeit durch den Benutzer bis zu einem Maximalwert von 64 dB in Schritten von 1 dB möglich. Zu diesem Zweck werden mit Hilfe der Navigationstaste die Optionen für die Einstellung der Empfindlichkeitsstufe ausgewählt (im unteren Teil des Bildschirms). Mit dem linken Cursor wird die Empfindlichkeit verringert, mit dem rechten Cursor erhöht. Der maximale Pegel liegt bei 64 dB, der minimale Pegel liegt bei 1 dB. Der Wert „Def“ zeigt an, dass die werkseitigen Einstellungen gewählt wurden.

Mit der Taste **ESC** wird die Auswahl bestätigt und zur Fehlerstelle gewechselt.

5 Anschluss des zu prüfenden Kabels am Reflektometer

1. Vor dem Anschließen des Reflektometers sicherstellen, dass Stromquellen und andere Geräte vom zu prüfenden Kabel getrennt sind.
2. Sicherstellen, dass die zu prüfende Leiterbahn am gegenüberliegenden Ende entweder offen oder kurzgeschlossen ist (ohne Abschlusswiderstand).
3. Das Reflektometer TDR-410 an ein Ende des zu prüfenden Kabels anschließen. Das zu prüfende Kabel ist an die Bananenbuchsen des Reflektometers TDR-410 auf der Oberseite des Gerätegehäuses anzuschließen, entweder direkt oder mit Hilfe der mitgelieferten Kabel mit Krokodilklemmen:



Koaxialkabel

Die rote Krokodilklemme ist mit dem mittleren Leiter zu verbinden, die schwarze Krokodilklemme ist mit der Abschirmung / dem Stecker zu verbinden.

Abgeschirmtes Kabel

Die rote Krokodilklemme muss mit dem Leiter verbunden werden, der der Abschirmung am nächsten liegt, und die schwarze Krokodilklemme muss mit der Abschirmung verbunden werden.

Verdrilltes Doppelkabel

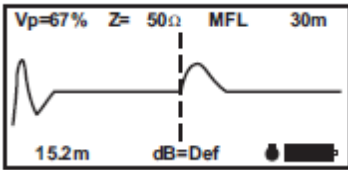
Das zu prüfende Paar von den anderen Paaren trennen und die roten und schwarzen Klemmen an die Einzeladern des zu prüfenden Paares anschließen.

Mehradriges Kabel

Die Krokodilklemmen der Messleitungen sind an zwei beliebige Kabeladern anzuschließen.

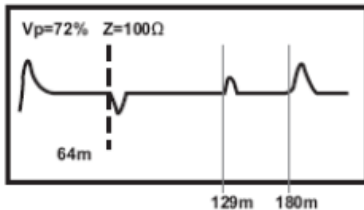
6 Ortung des Kabelschadens

Nachdem der richtige Vp-Faktor und Z-Impedanzwert für das zu prüfende Kabel eingestellt und das Reflektometer an ein Kabelende angeschlossen wurde, kann mit der Prüfung begonnen werden. Die Abbildung unten ist ein typisches Reflektogramm zur Darstellung von Unterbrechungen im Wellenwiderstand des zu prüfenden Kabels:



Durch Drücken der Tasten ►, ◀ wird die vertikale Linie des Cursors entlang der angezeigten Messkurve verschoben. Zur Bestimmung des Abstands zu einer bestimmten Diskontinuität den Cursor auf den Anfang des Impulses setzen, der dieser Diskontinuität entspricht (s. o.).

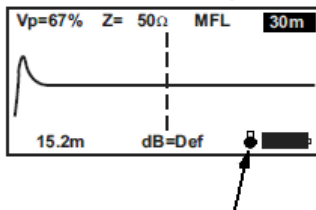
Beispiel:



In der Wellenformkurve der obigen Abbildung ist ein niederohmiger Fehler, der einem nach unten gerichteten Impuls entspricht, 64 m vom Kabelanfang entfernt dargestellt. Dagegen befindet sich der hochohmige Fehler, der durch einen nach oben gerichteten Impuls gekennzeichnet ist, 129 m vom Kabelanfang entfernt. Das offene Kabelende (Bahn) entspricht einem hohen positiven Impuls am Kurvenende. Es zeigt auch die Gesamtlänge des zu prüfenden Kabels, hier 180 m.

6.1 Kontinuierliche Abtastung vs. Option „Abtastung unterbrechen“

Die kontinuierliche Abtastung wird nur im Modus „MFL“ durchgeführt. Wird rechts unten das Symbol  angezeigt, befindet sich das Gerät im „Hold“-Modus:



und die kontinuierliche Abtastung unterbrochen. Wird kein Symbol angezeigt und befindet sich das Reflektometer im MFL-Modus, sendet und empfängt es kontinuierlich Abtastimpulse in das zu prüfende Adernpaar (Kabel), um vorübergehende Beschädigungen aufzuspüren. Mit der Funktion „Abtastung unterbrechen“ kann der Benutzer das Bild einer transienten Läsion auf dem Bildschirm zur ge-

naueren Untersuchung anhalten - die Impulswellenformkurve bleibt auf dem Bildschirm, und der aktuelle Scan wird vorübergehend angehalten.

Die kontinuierliche Abtastung wird aktiviert/deaktiviert, indem die Taste „START/HOLD“ für ca. 1 s gedrückt und gehalten wird; das Stoppen der Abtastung zeigt das Symbol in der unteren linken Ecke an.

6.2 Messgenauigkeit

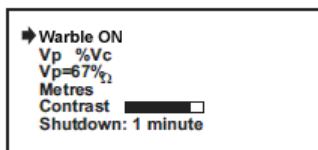
Mit dem Reflektometer TDR-410 können die Fehlerabstände und die Kabellängen mit einer Genauigkeit von +/- 1% gemessen werden. Die tatsächliche Messgenauigkeit hängt jedoch von der Genauigkeit ab, mit der der Ausbreitungsfaktor V_p für ein bestimmtes Kabel bestimmt wird. Außerdem ist sie von der Konstanz dieses Faktors über die gesamte zu prüfende Kabellänge abhängig. Bei Eingabe eines falschen Wertes für den V_p -Faktor durch den Benutzer oder wenn der V_p -Faktor über die gemessene Strecke nicht konstant ist, hat die Messung einen zusätzlichen Fehler zur Folge.

Hinweis: Der gemessene V_p -Wert gibt den tatsächlichen Wert für ungeschirmte mehradrige Kabel, wie z. B. Starkstromkabel, mit geringerer Genauigkeit wieder und ist niedriger, wenn das Kabel aufgewickelt ist, als wenn das Kabel abgewickelt und verlegt ist. Die Genauigkeit der Fehlerabstandsmessung hängt auch von der korrekten Positionierung des Cursors auf der Wellenform ab, die auf dem Bildschirm des Reflektometers angezeigt wird.

7 Signalgenerator für Kabelleiter-Identifikation

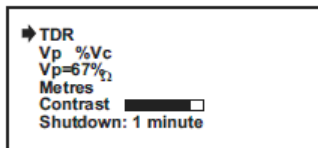
Das Reflektometer TDR-410 kann auch als Signalquelle verwendet werden, um Kabelpaare und Leiter zu identifizieren. Für den Empfang dieses Signals können typische induktive Sonden verwendet werden, wie sie z. B. in der Telekommunikation eingesetzt werden und im Bereich von 810 Hz bis 1110 Hz arbeiten.

Zur Aktivierung des modulierten akustischen Signals das Menü aufrufen und die Navigationstaste **SET** drücken, um die Anzeige  auf die Position **TDR** zu stellen. Durch Drücken der linken Cursorstaste  an dieser Stelle wird eine Meldung auf dem Bildschirm eingeblendet: „**Warble ON**“ – (Signal an).



Durch Drücken der Taste **ESC** verlässt man das Menü, die Anzeige „**Warble Tone**“ bleibt im Display und das Gerät ist im Signalgenerator-Modus. Von diesem Punkt aus wird ein Signal gesendet, um die Kabel zu identifizieren, an die die Prüfleitungen des Reflektometers angeschlossen sind.

Um das Menü zu verlassen und die Funktion zu deaktivieren, muss ein weiteres Mal die Taste **ESC** gedrückt werden, woraufhin das Gerät wieder in den Modus „TDR“ geschaltet wird:



HINWEIS: In der Betriebsart „Signalübertragung“ für die Kabelleiter-Identifikation ist die „Auto Switch“-Funktion deaktiviert, so dass die Identifikation über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden kann.

8 Stromversorgung

Der Reflektometer TDR-410 wird mit vier 1,5 V AA-Batterien gespeist. Um die einwandfreie Funktion des Geräts sicherzustellen, empfehlen wir die Verwendung von Alkalibatterien. Eine schwache Batterie wird durch das entsprechende Symbol auf dem Display des Reflektometers angezeigt.

Um die Batterien durch neue zu ersetzen, muss das Reflektometer zuerst ausgeschaltet werden. Zum Auswechseln der Batterien müssen alle Kabel vom Reflektometer getrennt werden. Dann die beiden Schrauben, mit denen das Batteriefach befestigt ist, lösen, das Batteriefach herausnehmen und neue Batterien einsetzen.

9 Reinigung und Pflege

ACHTUNG!

Es sollten lediglich Servicemethoden verwendet werden, die vom Hersteller in dieser Anleitung empfohlen wurden.

Schalten Sie die Stromversorgung des Reflektometers aus und ziehen Sie alle Leitungen ab.

Das Gehäuse des Messgeräts können mit einem weichen, feuchten Tuch und mit üblichen Reinigungsmitteln gereinigt werden. Man sollte keine Lösungsmittel oder Reiniger, die das Gehäuse beschädigen könnten (Pulver, Pasten usw.) verwenden.

Das elektronische System des Messgeräts erfordert keine Wartung.

10 Lagerung

Bei Lagerung des Geräts sind folgende Anweisungen zu beachten:

- trennen Sie alle Leitungen vom Gerät,
- reinigen Sie das Messgerät und das Zubehör gründlich
- bei längerem Nichtgebrauch des Messgeräts sollten die Batterien oder Akkus aus dem Messgerät entfernt werden,
- um eine komplette Entladung der Batterien zu verhindern, laden Sie diese von Zeit zu Zeit auf.

11 Demontage und Entsorgung

Elektro- und Elektronik-Altgeräte müssen separat, also nicht mit anderen Abfällen gesammelt werden.

Gemäß des Gesetzes über Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten müssen ausgediente Elektronikgeräte an einen Sammelpunkt abgegeben werden.

Vor der Abgabe der Geräte an einen Sammelpunkt soll man nie versuchen, Geräteteile selbständig zu demontieren.

Man soll lokale Vorschriften zur Entsorgung von Verpackungen beachten.

12 Typische Schäden an Kabeln

In den folgenden Diagrammen sind die charakteristischen Wellenformen für die verschiedenen Arten von Schäden und Anomalien dargestellt, die auf dem Bildschirm des Reflektometers TDR-410 sichtbar sind.

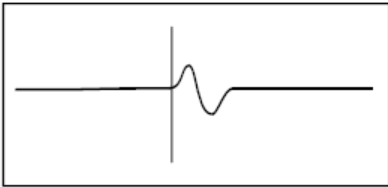
Offener Stromkreis



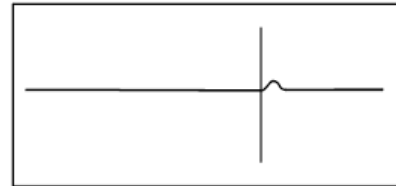
Kurzschluss



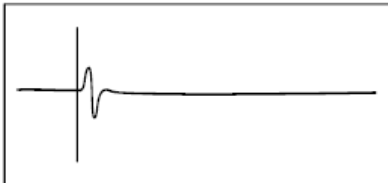
Stecker (Muffe)



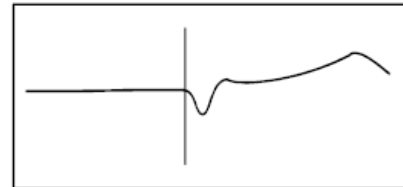
Unvollständige Pause



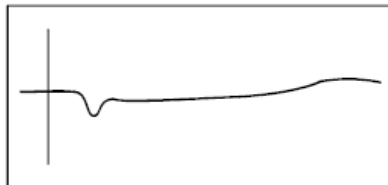
Ausgestrecktes Kabel



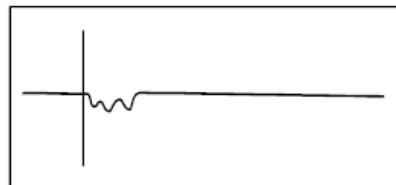
Abzweigstelle



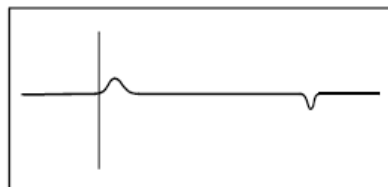
Nasser Stecker



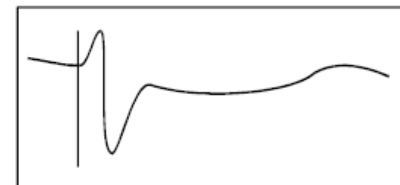
Feuchter Abschnitt



Paarweiser Austausch der Kabel



Splitter



13 Typische Werte für Vp-Faktor und Impedanz Z

Kabeltyp	Art der Kabelisolierung	Vp
Stromkabel	ölgetränktes Papier	0,50 - 0,56
	vernetztes Polyethylen	0,52 - 0,58
	Paraffin	0,64
	Polyethylen	0,67
	PTFE	0,71
	Papier	0,72 - 0,88
	geschäumtes Polyethylen	0,82
	Luft	0,94 - 0,98
Telefonkabel	Polyethylen, Außendurchmesser 0,912 mm	0,69
	Polyethylen, Außendurchmesser 0,643 mm	0,68
	Polyethylen, Außendurchmesser 0,511 mm	0,66
	Polyethylen, Außendurchmesser 0,404 mm	0,65
	geliert, Außendurchmesser 0,912 mm	0,68
	geliert, Außendurchmesser 0,643 mm	0,65
	geliert, Außendurchmesser 0,511 mm	0,64
	geliert, Außendurchmesser 0,404 mm	0,63
	Papier, Außendurchmesser 0,643 m	0,69
	Papier, Außendurchmesser 0,511 mm	0,68
	Papier, Außendurchmesser 0,404 mm	0,66
Kabelfernsehen	QR PARA III	0,88
	PARA I	0,82
	T, TR	0,87
	TX, TX10	0,89
	RG6, RG11, RG59	0,82
	Times Fiber RG-59	0,93
	Dynafoam	0,90
Datenübertragung	RG58	0,78
	RG58U	0,76
	UTP 26	0,64
	Thinnet	0,66 – 0,70
	Ethernet	0,77
	Token Ring	0,78
	Twinaxial Air	0,80
	Twinaxial	0,71
	Thicknet	0,77
	RG58	0,78
	RG58/U	0,66
	Verdrilltes PC-Doppelkabel	0,64 – 0,66
	U/UTP Kategorie 5e	0,67
	U/UTP Kategorie 6	0,67

Achtung! Das Reflektometer ist in der Lage, den Abstand zum Kabelfehler oder die Kabellänge mit der in den technischen Daten angegebenen Genauigkeit zu messen. Die tatsächliche Messgenauigkeit hängt jedoch von der Genauigkeit der Bestimmung des Ausbreitungsfaktors Vp für das betreffende Kabel und dessen Konstanz über die gesamte zu prüfende Kabellänge ab. Bei falscher Einstellung des Vp-Faktors durch den Benutzer oder wenn der Vp-Faktor über die gemessene Strecke nicht kon-

stant ist, ist die Messung zusätzlich fehlerbehaftet. Es ist zu beachten, dass der Wert des Vp-Faktors bei Kabeln, die auf Trommeln aufgewickelt sind, niedriger ist als bei Kabeln, die abgewickelt verlegt sind. Hinzu kommt, dass sich dieser Wert bei einem bestimmten Kabeltyp mit zunehmendem Alter des Kabels geringfügig ändern kann.

Hinweis:

Die oben angeführten Beispiele für den Vp-Faktor für verschiedene Kabeltypen dienen lediglich als Richtlinie für den Bediener des Reflektometers, um eine schnelle und relativ genaue Messung zu ermöglichen. Die höchste Messgenauigkeit wird erreicht, wenn ein Vp-Faktor verwendet wird, den der Gerätebediener anhand einer bekannten Länge des zu prüfenden Kabelabschnitts berechnet. Dieser Faktor ist in Abschnitt 3.6 beschrieben.

Die optimale Genauigkeit der Messung des Fehlerabstands hängt weitgehend vom Gerätebediener ab, insbesondere von der richtigen Positionierung des Cursors auf der Wellenform des Prüfimpulses auf dem Bildschirm des Reflektometers.

Typische Werte des Wellenwiderstands Z	
Kabeltyp	Z
Kat. 5 STP	100
Kat. 5 UTP	100
Konzentriert Luft	50/75
Konzentriert Scheibe	50/75
Konzentriert Schaumstoff PE	50/75
Konzentriert Voll-PE	50/75
Symmetrisch geliert PE	100
Symmetrisch trocken PE	100
Symmetrisch PTFE	100
Symmetrisch PVC	100
Papier 72nF	100
Papier 83nF	100

14 Technische Daten

Messbereiche in Metern:	7, 15, 30, 60, 120, 250, 500, 1 km, 2 km, 3 km, 4 km
Auswahl des Messbereichs:	manuell oder automatisch
Minimale Kabellänge:	4 m
Messgenauigkeit:	1% des gewählten Bereichs*
Auflösung der Messung:	etwa 1 % des gewählten Bereichs
Empfindlichkeit der Messung:	min. 3 Pixel bei Auslenkung in 4 km Entfernung (für Kupferkabel mit 0,6 mm Leiterdurchmesser in PE-Isolierung)
Ausbreitungsgeschwindigkeit:	einstellbar von 0% bis 99% der Lichtgeschwindigkeit in Schritten von 1%
Kabelwiderstand:	Auswahl zwischen den Werten 25, 50, 75 und 100 Ω
Auflösung der LCD-Anzeige:	128 x 64 Pixel
Hintergrundbeleuchtung des LCD-Displays:	elektrolumineszent
Signalgenerator:	oszillierender Doppel-Ton 810 Hz - 1110 Hz
Amplitude des Abtastimpulses:	+5 V bei offenem Stromkreis, +1,5 V bei einer Last von 50 Ω
Breite des Abtastimpulses:	3ns bis 3 μ s je nach Bereich
Sendefrequenz:	2 Abtastungen pro Sekunde oder Einzelimpuls (für jede Bereichsskala)
Stromversorgung:	6V (4 AA-Alkalibatterien)
Lebensdauer der Batterie:	30 Stunden bei kontinuierlicher Abtastung
Batteriestandanzeige:	Anzeige für niedrigen Batteriestand auf dem Display
Automatische Abschaltung:	wählbar – nach 1, 2, 3, 5 Minuten Inaktivität oder Nichtgebrauch
Lagertemperatur:	-20° bis +70° C
Betriebstemperatur:	-10° bis +50° C
Abmessungen:	165 x 90 x 37 mm
Gewicht:	350 g
Umweltnorm:	IP54
Elektromagnetische Verträglichkeit:	BS/EN61326-1
Erfüllt die aktuellen EU-Richtlinien (CE)	

* Messgenauigkeit +/-1%, vorausgesetzt, dass der Ausbreitungsfaktor für das zu prüfende Kabel auf den richtigen Wert eingestellt wird und über die gesamte Kabellänge konstant bleibt. Zur Erzielung der nominalen Messgenauigkeit ist auch die korrekte Positionierung des Cursors auf der beobachteten Wellenformdiskontinuität erforderlich.

Das Gerät hat nicht die Eigenschaft einer Prüfvorrichtung und unterliegt daher nicht der Eichpflicht. Eine geeignete Form der Kontrolle für diese Art von Geräten ist eine Prüfung.

15 Hersteller

Gerätehersteller für Garantieansprüche und Service:

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polen

Tel. +48 74 884 10 53 (Kundenbetreuung)

E-Mail: customerservice@sonel.com

Webseite: www.sonel.com

Achtung:

Servicereparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

Hergestellt im Vereinigten Königreich.

AUFZEICHNUNGEN

AUFZEICHNUNGEN

AUFZEICHNUNGEN



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen

Kundenbetreuung

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

www.sonel.com