

Ergänzung zur Bedienungsanleitung

Anhang E: Reflektometermessungen

Dokument-Nr.: 6510-05-0009 Rev. A

Anhang E

Reflektometermessungen

Einführung

Die Kabeltester der Serie LT 8000 mit TDR-Funktion (Reflektometermessung) sind nicht nur handlich, portabel und bieten einen vom Netz unabhängigen Batteriebetrieb, sondern lassen sich darüber hinaus noch einfach bedienen und können Kurven nicht nur anzeigen, sondern auch speichern.

Reflektometermessungen

Die Reflektometermessung ist eine der leistungsstärksten Funktionen für die Störungssuche an metallischen Leitern. Konventionelle Messverfahren erkennen lediglich, ob ein Kabel unterbrochen oder kurzgeschlossen ist, die Störstelle selbst wird jedoch nicht lokalisiert. Die Reflektometermessung (TDR) wird eingesetzt, um den Zustand eines Kabels zu definieren, der durch einfache OK/Fehler-Meldungen und Basismessungen unter Umständen nicht umfassend angezeigt werden kann. Die Kabeltester der Serie LT 8000 nutzen die TDR-Funktion zur Überprüfung des Kabels über seine gesamte Länge auf Störungen im Impedanzverlauf bzw. zur präzisen Bestimmung der Kabellänge selbst. Damit beschränkt sich die Reflektometermessung nicht auf die einfache Meldung von Kurzschlüssen oder Kabelbrüchen - sie erkennt jede Störung auf dem Kabel.

Bei der Reflektometermessung handelt es sich nicht um einen Test im üblichen Sinn und es existieren auch keine TDR-Normen oder OK-/Fehler-Kriterien. Die TDR-Funktion bietet eine grafische Echtzeit-Anzeige der Kabelimpedanz (Y-Achse) als Funktion der Kabellänge (X-Achse). Die Impedanz bezeichnet den Wellenwiderstand, den der Leiter dem Signalfluss entgegensetzt und setzt sich zusammen aus Werten für den ohmschen Widerstand, die Kapazität und die Induktivität eines Kabels.

Funktionsprinzip der Reflektometermessung

Ein Reflektometer funktioniert ähnlich wie ein Radar. Der TDR-Tester koppelt Energie in ein Kabelpaar ein und wertet die reflektierten Signale aus.

- Anhand der Form der Reflexionen können Kabeldeformationen, Unterbrechungen, Kurzschlüsse oder Kabelabschlüsse unterschieden werden.
- Anhand der Zeitdauer, die ein ausgesendeter Impuls benötigt, um wieder zum Tester reflektiert zu werden, wird die Länge des Kabels berechnet.

Anwendungsbereiche

Die folgenden Anwendungsbeispiele erläutern den Einsatzbereich für TDR-Messungen bei der Überprüfung und Längenbestimmung von Kabeln.

Anwendungsfall - Kabelüberprüfung

Schritt	Maßnahme
1. Neuinstallation	Der Installateur verlegt die horizontalen und Backbone-Kabel/Leitungen entsprechend der vereinbarten Spezifikation und den bereit gestellten Plänen.
2. Kabelprüfung	Alle Autotest-Ergebnisse werden dem Eigentümer als Ausdruck und auf Diskette übergeben.
3. Endprüfung	Der Auftragnehmer und der Eigentümer führen die Endprüfung durch.
4. Endabnahme	Der Eigentümer nimmt die Installation ab.
5. Der Eigentümer installiert seine Bürotechnik.	Eine der Telekommunikations-Steckdosen scheint nicht zu funktionieren.
6. Der Eigentümer ruft den Installateur an und reklamiert ein defektes Kabel.	Der Installateur schickt einen Techniker zur Kontrolle.

Anhang E
Reflektometermessung

7. Der Techniker führt an der reklamierten Dose einen Autotest und eine TDR-Messung durch.	Ein Adernpaar fällt bei der Nebensprechmessung durch. Die TDR-Messung signalisiert 30 Meter hinter dem Patchfeld eine Störung. Die aktuelle TDR-Kurve (mit der Störung) wird gespeichert.
8. Der Installateur prüft das Kabel 30 Meter hinter dem Patchfeld.	Der Installateur findet heraus, dass jemand eine Halterung für einen Feuerlöscher an der Wand des Verteilerschranks montiert und dabei eine Befestigungsschraube den Kabelmantel beschädigt hat.
9. Der Eigentümer wird informiert, dass die Störung nicht auf ein vom Installateur zu verantwortendes defektes Kabel oder eine mangelhafte Installation zurückzuführen ist.	Der Eigentümer kann die Reparatur einleiten. Der Installateur stellt dem Eigentümer den Zeit- und Materialaufwand in Rechnung.

Anwendungsfall - Überprüfung der Kabellänge

Schritt	Maßnahme
1. Der Eigentümer eines Netzwerkes wünscht die Installation eines zusätzlichen Netzwerkanschlusses.	Ein Installateur wird mit der Installation des neuen Netzwerkanschlusses beauftragt.
2. Der Installateur sieht, dass in der Wand noch eine Kabelreserve vorhanden ist.	Der Installateur muss nun ermitteln, ob das vorhandene Kabel noch für die Installation des zusätzlichen Anschlusses ausreicht. Das Kabelende wurde ohne Steckverbinder abgeschlossen.
3. Der Installateur muss das optimale Verfahren zur Ermittlung der Kabellänge bestimmen.	Ein Längentest ist nicht möglich, weil dafür ein Tester am fernen Ende erforderlich wäre. Der Installateur entscheidet sich daher für eine Reflektometermessung (TDR) zur Ermittlung der Kabellänge, weil er so kein zusätzliches Endgerät benötigt.
4. Der Installateur ermittelt die Kabellänge.	Die TDR-Kurve wird ausgewertet, um die Restlänge des Kabels zu bestimmen.
5. Der Installateur empfiehlt die effektivste Vorgehensweise zur Installation.	Der Eigentümer stimmt der Installation des neuen Anschlusses zu.

Ausführung der TDR-Messung

Vor der Ausführung der TDR-Messung ist das Handgerät mit Display der Serie LT 8000 an das zu testende Kabel/die zu testende Strecke anzuschließen.

Messaufbau

1. Wählen Sie den Kabeltyp aus (siehe Kapitel 3, *Auswahl des Kabeltyps*)

Hinweis: Alle Zahlenwerte für die TDR-Messung werden aus der Kabeldatenbank abgeleitet.

2. Führen Sie einen Nullabgleich durch und konfigurieren Sie den Tester, wenn erforderlich (siehe Kapitel 3, *Nullabgleich und Konfiguration*).

Hinweis: Der Tester speichert die jeweils letzten Konfigurationseinstellungen. Sie müssen die Konfiguration nur neu einstellen, wenn ein Parameter geändert wurde.

Wenn innerhalb der letzten 7 Tage kein Nullabgleich vorgenommen wurde, führt der Tester selbständig einen TDR-Abgleich aus.



3. Trennen Sie das zu testende Kabel von der gesamten Netzwerktechnik.
4. Schließen Sie das benötigte Messkabel an das Handgerät mit Display an einem Ende des Kabels an (die TDR-Messung erfordert kein Endgerät).

Hinweis: Die Messkabel der Serie LT 8000 sind an einem Ende mit einem Stecker und am anderen Ende mit einem Steckverbinder vom Typ RJ-45, 110er-Block oder einem anderen Standardsteckverbinder ausgestattet. (Anhang D enthält eine vollständige Übersicht über das optionale und Standardzubehör).


Kapitel 4, Abbildung 4-3 und 4-4, erläutert den Messaufbau für den Basic Link und Channel Link.

5. Schalten Sie das Handgerät mit Display mit der **On/Off**-Taste ein.



Ausführung einer TDR-Analysemessung

1. Wählen Sie im **Bereitschafts**-Bildschirm das **Analyse**-Symbol . Jetzt öffnet sich der Analyse-Bildschirm, der die Optionen aufführt, die an dem aktuell gewählten Kabeltyp ausführbar sind (siehe Kapitel 3, *Auswahl des Kabeltyps*).
2. Mit den **Cursor-Tasten** setzen Sie den Cursorbalken auf die TDR-Funktion (wenn die TDR-Funktion auf Ihrem Tester installiert ist, erscheint sie im Analyse-Menü an erster Stelle).
3. Mit **Enter**  starten Sie die TDR-Messung, die automatisch im kontinuierlichen Modus ausgeführt wird.

Hinweis: Während der laufenden TDR-Messung hören Sie die Relais im Handgerät klicken. Diese Geräusche sind ganz normal.

4. Wenn die Kurve angezeigt wird, können Sie mit der **Auf-/Ab-Pfeiltaste** bei Bedarf zwischen den jeweiligen Adernpaaren wechseln.
5. Mit der **Stop-Taste**  halten Sie die TDR-Messung im kontinuierlichen Modus an.

Hinweis: Die TDR-Messung stellt eine erhebliche Belastung für die Batterie dar.

6. Mit **Speichern unter**  können Sie die aktuelle TDR-Kurve unter einem von Ihnen ausgewählten Namen speichern.
7. Mit **Escape**  verlassen Sie den TDR-Bildschirm und kehren in den Normalbetrieb zurück.

Hinweis: Die TDR-Funktion steht nicht für kundenspezifische Kabeleinstellungen zur Verfügung.

Die Reflektometerkurve

In der TDR-Kurve wird die Struktur des untersuchten Kabels über die gesamte Länge (max. 610 m) grafisch dargestellt. Diese grafische Übersicht ist von großem Vorteil, da Sie so Kabelstörungen anhand von Zacken, Spitzen oder Einbrüchen auf einer ansonsten geraden Linie erkennen können.

Die TDR-Kurvenanzeige und Einstellungen

Das Koordinatensystem der Kurve wird durch eine horizontale und eine vertikale Achse gebildet. Auf der horizontalen Achse werden die Entfernungsdaten angezeigt, während die vertikale Achse die Reflexion in Prozent angibt.

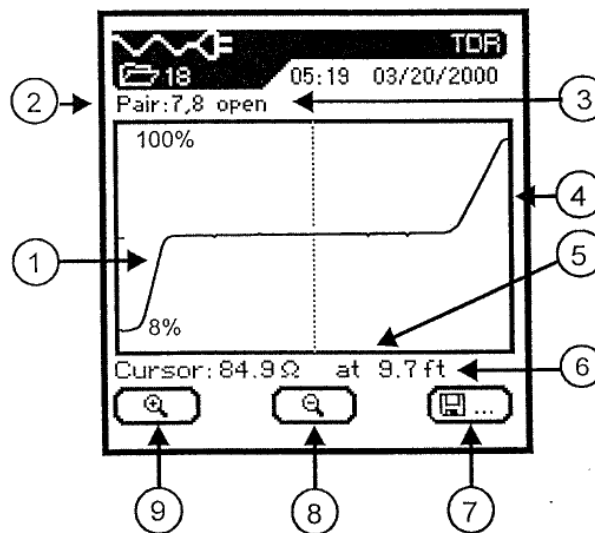


Abbildung E-1: TDR-Kurvenanzeige

Hinweis: Für diese Anzeige steht keine Tabellenansicht zur Verfügung.



Tabelle E-1: TDR-Kurvenanzeige und Einstellungen

Punkt	Funktion
1	Die TDR-Kurve eines Adernpaares. Bei der erstmaligen Anzeige eines Adernpaares wird der Cursor automatisch in die Mitte gesetzt.
2	Bezeichnung des von der TDR-Kurve angezeigten Adernpaares.
3	TDR-Diagnose. Kennzeichnung als: Unterbrochen (open), Kurzschluss (short) oder Last (load).
4	Die vertikale Achse gibt die Reflexion in Prozent an.
5	Die horizontale Achse zeigt die Entfernungsdaten an.
6	Die Cursor-Werte in Ohm und die Entfernung (ft oder m) beim aktuellen Schnittpunkt des Cursors mit der Kurve. Diese Werte ändern sich mit der Cursorposition.
7	Zuweisung eines Namens und Speichern der Kurve des aktuellen Bildschirms in den Speicher des Handgerätes. Bis zu 32 TDR-Messergebnisse können gespeichert werden.
8	Zoom-Kleiner-Taste. Komprimiert die horizontale Achse der Kurve um den Cursor herum.
9	Zoom-Größer-Taste. Vergrößert die horizontale Achse der Kurve um den Cursor herum.

Ansicht der TDR-Ergebnisse

Im Folgenden einige Erläuterungen zum besseren Verständnis der TDR-Kurven.

- Beim erstmaligen Aufrufen der TDR-Diagnose wird die Kurvenanzeige automatisch auf die Gesamtlänge des Kabels skaliert.
- In einer TDR-Kurve können Ergebnisse für maximal 610 Meter Kabellänge angezeigt werden.

- Beim erstmaligen Aufrufen der TDR-Messung wird auf den ersten 10 % der Kurve auf der linken Seite der Signalanstieg dargestellt, während die letzten 10 % der rechten Seite der Kurve die Reflexion am Kabelende anzeigen.
- Ein Ausdruck der TDR-Ergebnisse über das Handgerät mit Display oder die LTRM-Software ist nicht möglich. Die mit der Anwendung *LT Graphical Analyzer* (LTGA) erfassten TDR-Daten können gespeichert und über einen PC ausgedruckt werden.
- Mit den **Links/Rechts-Tasten** können Sie den Cursor horizontal bewegen. Wenn der Cursor bewegt wird, repräsentieren die Daten auf dem Bildschirm die sich ändernde Cursorposition.
- Zur Ansicht der TDR-Ergebnisse eines anderen Adernpaares drücken Sie die **Auf/Ab-Taste**. Dann wird der TDR-Test ausgeführt und das Ergebnis angezeigt.
- Durch das wiederholte Drücken der Zoom-Größer-Taste  wird die Kurve immer stärker vergrößert. Bei maximaler Vergrößerung wird die Taste deaktiviert.
- Durch das wiederholte Drücken der Zoom-Kleiner-Taste  wird die Kurve immer weiter verkleinert. Wenn die Gesamtkurve im Bildschirm erscheint, wird die Taste deaktiviert.
- Wenn Sie bei voller Vergrößerung der Kurve mit dem Cursor den Display-Rand berühren, wird die Kurvenanzeige auf der X-Achse weitergeschoben (Ausnahme: gespeicherte Ergebnisse).

Interpretation der TDR-Ergebnisse

Beachten Sie stets, welches Adernpaar gerade angezeigt wird. Anhand der Kurvenform für das Adernpaar können Sie Störungen erkennen und lokalisieren. Wenn das Adernpaar über die gesamte Länge einwandfrei ist:

- zeigt die Kurve auf den linken 10 % der Anzeige eine ansteigende Flanke (Kabelanfang).
- sind die nachfolgenden 80 % der Kurve relativ stetig.
- besitzt die Kurve an den rechten 10 % der Kurve einen Anstieg oder einen Abfall (Kabelende).

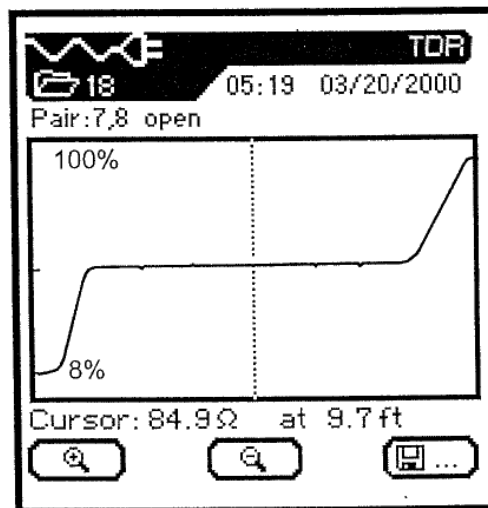


Abbildung E-2: TDR-Kurve eines störungsfreien Adernpaares

Auswertung einer TDR-Kurve

Bei der Auswertung einer TDR-Kurve sollte die gleichmäßige Impedanz des untersuchten Kabels an erster Stelle stehen. Eine Kurve mit steilen Einbrüchen oder Spitzen kann auf Kurzschlüsse oder Brüche hinweisen. Für nicht so auffällige Störungen sollte sich die Auswertung an Referenzdaten orientieren, die aus der Analyse zahlreicher Kabelsegmente gewonnen wurden. Wenn die Messung eine Anomalie am Adernpaar erkennt, wird der Cursor automatisch auf die erste Störung plziert. Mit den Cursor-Tasten können Sie den Cursor auf die jeweils zu betrachtende Störung bewegen. Die Impedanz- und Entfernungswerte werden auf dem Bildschirm angezeigt.


Die folgenden Hinweise zur Störungssuche behandeln typische Kabelzustände und deren jeweilige Kurvendarstellungen.

Zustand	TDR-Kurve
Unterbrechung, Nahes Ende	Frühzeitiger Anstieg. Im Vergleich zu einem einwandfreien Adernpaar erscheint dieses Adernpaar kürzer.
Kurzschluss, Nahes Ende	Frühzeitiger Abfall. Im Vergleich zu einem einwandfreien Adernpaar erscheint dieses Adernpaar kürzer.
Unterbrechung, Fernes Ende	Voll ausgeprägter Anstieg am fernen Ende.
Kurzschluss, Fernes Ende	Voll ausgeprägter Abfall am fernen Ende.
Split Pair (Adernpaarauftrennung)	20 bis 30% Anstieg in der relativen Impedanz an der Aufspaltung und entsprechender Impedanzabfall an der Stelle, an der das Paar wieder verbunden ist.
Kabelsegment mit Überschreitung der Nennimpedanz	Spitze im ansonsten stetigen Kurvenbereich.
Kabelsegment mit Unterschreitung der Nennimpedanz	Einbruch im ansonsten stetigen Kurvenbereich.
Stetige Kurve, jedoch viel höher als bekannte NVP des Kabels	Falscher Kabeltyp ausgewählt oder falscher Kabeltyp installiert.
Kein ausgeprägter Anstieg bzw. Abfall am fernen Ende	Passender Abschlusswiderstand am Kabelende. Das Kabel scheint eine sehr große Länge zu haben.


Speichern, Laden und Löschen von TDR-Ergebnissen


Speichern der Kurve

Die TDR-Ergebnisse können im aktuellen Job gespeichert werden. Ausführliche Hinweise zur Verwendung der Jobs beim Speichern finden Sie in der Bedienungsanleitung der Tester *LT 8000 Series, Kapitel 5, Verwendung von Jobs zur Speicherung von Testergebnissen*.

1. Wählen Sie mit der **Auf-/Ab-Taste** die Kurve des gewünschten Adernpaares aus.
2. Drücken Sie die **Speichern unter-Taste** . Es wird der nebenstehende Bildschirm eingeblendet.



3. Der Test-Name wird automatisch zugewiesen. Wenn Sie einen anderen Namen vergeben möchten, können Sie mit der **Zeichen-Löschtaste**  die markierten Zeichen ändern.

Hinweis: Der vorgegebene Name wird aus dem Kabelnamen, der im Kabel-ID-Bildschirm  eingegeben wurde, oder aus einem zuvor gespeicherten Kabelnamen abgeleitet. Bitte lesen Sie hierzu im Kapitel 3 der Bedienungsanleitung für den LT 8000 unter Kabel-ID/Autom. Testname nach.

4. Nach der Eingabe des Testnamens drücken Sie auf **OK**. Jetzt kehren Sie in den Bereitschaftsbildschirm zurück.

Laden oder Löschen einer Kurve

Ausführliche Hinweise zum Laden bzw. Löschen gespeicherter TDR-Ergebnisse erhalten Sie in der Bedienungsanleitung zur *LT 8000 Series*, Kapitel 5, *Ansicht und Löschen gespeicherter Autotest-Ergebnisse*.

