
Bedienerhandbuch

CITS500

Polar Instruments Ltd.
Garenne Park
Rue de la Cache
St. Sampson's
Guernsey
Channel Islands
GY2 4AF
UK

Fax: +44 (0)1481 52476
<http://www.polar.co.uk>
e-mail polar@itl.net

MAN 167-9711

PRODUKTREGISTRIERUNG

Die Registrierung Ihres Produkts stellt sicher, daß Sie laufend über Upgrades und Produktverbesserungen informiert werden.

Bitte registrieren Sie unter folgender Adresse:

To: Polar Instruments Ltd.
Garenne Park
St. Sampson
Guernsey
Channel Islands GY2 4AF
United Kingdom

Fax: +44 (0)1481 52476

Email: polar@itl.net

| | |
|-------------------------|----------------|
| Instrument | CITS500 |
| Seriennummer | |
| Software-Version | |
| Name | |
| Firma | |
| Position | |
| Adresse | |
| | |
| | |
| Postleitzahl | |
| Land | |
| Telefon | |
| Fax | |
| E-mail | |

CITS 500 TESTSYSTEM FÜR KONTROLLIERTE IMPEDANZEN - BEDIENERHANDBUCH

GEWÄHRLEISTUNG

POLAR Instruments Ltd. sowie der autorisierte Vertreter gewähren für dieses Gerät eine Garantie für die Dauer eines Jahres. POLAR Instruments Ltd. sowie der autorisierte Vertreter behalten sich vor, das Gerät zu reparieren oder zu ersetzen, falls Material- oder Verarbeitungsmängel die Ursache eines Defekt sind. Diese Garantie gilt ausschließlich unter der Bedingung, daß das Gerät ordnungsgemäß verwendet und entsprechend den Instruktionen von POLAR serviciert wurde.

Veränderungen am Gerät, Mißbrauch, Beschädigung, Reparaturen oder Reparaturversuche durch nicht autorisierte Personen führen zum Verlust des Garantieanspruches. POLAR Instruments Ltd. sowie der autorisierte Vertreter übernehmen keine Haftung für Schäden, die durch die Verwendung dieses Gerätes entstehen könnten.

Copyright Polar Instruments Ltd. ©1997

Copyright der deutschen Übersetzung: Reischer Industrie-Elektronik, Wien ©1997

Microsoft, MS-DOS, Windows, Windows 95 und Windows NT sind eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corporation.

IBM ist das eingetragene Warenzeichen der International Business Machines Corporation.

ERKLÄRUNG

EUROPEAN COMMUNITY DIRECTIVE CONFORMANCE STATEMENT

This product conforms to all applicable EC Council Directives, including:
EC Council Directive 89/336/EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility.

EC Council Directive 73/23/EEC on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits.

A declaration of conformity with the requirements of these Directives has been signed by:

POLAR INSTRUMENTS (UK) LTD
11 College Place
London Road
Southampton
England
SO1 2FE

Harmonised standards applied in order to verify compliance with these Directives:

EN 50081-1:1992

EN 50082-1:1992

EN 61010-1:1993

SICHERHEITSHINWEISE

WARNUNG

In diesem Gerät ist sowohl der Leiter als auch der Neutralleiter abgesichert.

Diese Gerät enthält keine vom Anwender zu wartenden Teile. Ist das Gerät an die Netzversorgung angeschlossen, so könnten nach Abnahme des Deckels oder der Front/Rückplatte Teile mit lebensgefährlicher Spannung berührt werden. Betreiben Sie zum Schutz des Anwenders das Gerät ausschließlich im komplett zusammengebauten Zustand..

SCHUTZLEITER

Das Gerät muß geerdet sein. Betreiben Sie das Gerät niemals ohne Schutzleiteranschluß. Stellen Sie sicher, daß die verwendete Netzsteckdose funktionierende Schutzleiterkontakte besitzt. Ignorieren Sie keinesfalls diese Schutzmaßnahmen durch Verwenden eines Verlängerungskabels ohne Schutzleiter.

Hinweis: Dieses Instrument ist mit einer dreipoligen Netzbuchse inklusive Schutzerde ausgerüstet, um eine sichere Verbindung mit den Netzsteckdosen herzustellen. Ist ein spezieller Netzstecker vor Ort erforderlich, so sollte dieser nur durch einen qualifizierten Techniker montiert werden, der die Schutzerdungsfunktion sicherstellt. Der vom Originalkabel entfernte Stecker sollte sicher entsorgt werden.

Die Farben der Adern des Netzkabels in Europa sind wie folgt:

| | |
|-----------|--------------|
| Braun | Phase |
| Blau | Nulleiter |
| Grün/Gelb | Schutzleiter |

NETZANSCHLUSS

Prüfen Sie vor dem Einschalten des Geräts, ob die eingestellte Netzspannung korrekt ist. Der eingestellte Spannungsbereich ist auf der Geräterückseite aufgedruckt.

Ist eine Änderung der Netzspannungseinstellung erforderlich, so überlassen Sie diese Tätigkeit einem qualifizierten Techniker. Anweisungen über das Ändern der Netzspannungseinstellung finden Sie im CITS Service Manual von Polar Instruments.

CITS BETRIEB

Dieses Handbuch enthält Anweisungen und Warnungen, die beachtet werden müssen, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Wird das Gerät anders als in den detaillierten Anweisungen im Handbuch betrieben, so könnte die Sicherheit des Geräts beeinträchtigt werden. Versuchen Sie, diese Hinweise in Erinnerung zu behalten.

Das Gerät wurde für den Betrieb in Räumen wie beispielsweise einer elektrischen Servicewerkstatt ausgelegt und sollte auf einer stabilen Oberfläche wie einer Werkbank oder ähnliches betrieben werden.

Wurden möglicherweise einige der Sicherheit dienlichen Einrichtungen beeinträchtigt, so ist das Gerät sofort abzuschalten und einem qualifizierten Servicepersonal zu übergeben. Die Sicherheit kann bei folgenden Situationen beeinträchtigt sein:

- Anzeichen von äußerer Beschädigung
- Keine normale Funktion trotz Beachtung der Betriebsvorschriften
- Lagerung über längere Zeit unter ungünstigen Bedingungen
- Transport unter schlechten Bedingungen
- Gerät wurde Regen, Wasser oder anderen Flüssigkeiten ausgesetzt

VORSICHTSMASSNAHMEN

Elektrische Isolation

Stellen Sie sicher, daß das Meßobjekt an keine Fremdspannung (inklusive Masse) angeschlossen ist. Das Meßgerät bringt am Testobjekt eine Prüfspannung auf. Das Testobjekt sollte gegen jegliche Fremdspannungsquellen isoliert sein. Eine externe Spannung könnte den Tester beschädigen.

Statische Aufladungen

ACHTUNG: Diese Gerät enthält gegen statische Entladungen empfindliche Bauteile. Beachten Sie immer die Antistatik-Vorkehrungen

SPEZIFIKATIONEN

Test parameters

| | |
|---|---|
| Meßbereich kontrollierte Impedanz | 0 – 500 Ω |
| Impedanztoleranzbereich: | 1 – 100% |
| Meßgenauigkeit: | 1% bei 50 Ω |
| Vertikale Anzeigebereiche: | 1, 2, 5, 10, 20, 50 Ω /Teileinheit |
| Horizontale Anzeigebereiche: | Automatische Einstellung |
| Testbare Leiterbahnlänge: | |
| Maximum | 15 Meter |
| Minimum (mit nicht angepaßter Prüfspitze) | 0.09 Meter |
| Minimum (angepaßte Prüfspitze) | 0.04 Meter |
| Anzeigeeinheiten horizontal: | Zoll, Fuß, Meter, Millimeter |
| Test Methode | Zeitbereichsreflektometrie (TDR mit Rechnerauswertung) |
| Reflektierte Pulsansteigszeit | \leq 200ps |
| Systembandbreite | 1.75 GHz (von max. Anstiegszeit abgeleitet) |
| Ausgangsimpedanz: | 50 Ω (\pm 2%) |
| Pulseamplitude | Nominal 300mV an 50 Ω Last |
| Kalibriermethode: | Radiometrische Messung an eingebauter 50W-Kalibrierreferenz |
| Serielle Schleifenkompensation: | 0 – 15 Ω /Meter |
| Vp-Kompensation | (Zoll) 0.33 – 0.82 (Meter, Millimeter, Fuß) 0.33 – 0.99 |

UMGEBUNGSBEDINGUNGEN FÜR DEN BETRIEB

Das Instrument wurde nur für den Betrieb in Räumen unter folgenden Umgebungsbedingungen ausgelegt:

| | |
|-----------------------------|--|
| Höhe | Bis 2000m über Seehöhe |
| Temperatur | +5°C bis +40°C Umgebungstemperatur |
| Relative Luftfeuchtigkeit | 80% max. bei 31°C, linear abnehmend bis 50% bei 40°C |
| Leitungsgebundene Störungen | Wie in Installationskategorie II (Überspannungskategorie II) in IEC664 |
| Verunreinigungsgrad | 2 (IEC664) |

Leistungsaufnahme

230V ± 10%, 115V ± 10% oder 100V ± 10% bei 50/60Hz, 20VA.

Physische Eigenschaften (ohne Zubehör)

| | |
|--------------------|---|
| Temperatur Betrieb | 10°C bis 30°C |
| Lagerung | 0°C bis +50°C |
| Abmessungen | 443 mm (17.44 in.) breit 114 mm (4.48 in.) hoch 280 mm (11.02 in.) tief |
| Gewicht | 5.0kg (11 lb.) |

SYMBOLE



ACHTUNG An diese Anschlüsse darf keine externe Spannung angelegt werden



ACHTUNG Empfindlich gegen statische Aufladung - Beachten Sie die Sicherheitshinweise. Verwenden Sie das mitgelieferte Antistatik-Armband (schließen Sie dieses an das CITS an).

Hinweis: Das CITS enthält Bauteile, die empfindlich gegen statische Entladungen sind. Bitte beachten Sie immer die Antistatik-Sicherheitshinweise.

ANFORDERUNGEN AN DEN COMPUTER

| | |
|-------------------------------|--|
| Computer | IBM PC AT oder kompatibel |
| Prozessor | 80386 oder höher |
| Betriebssystem | Microsoft Windows ® 3.1 oder höher im 386 Enhanced Mode Microsoft Windows 95 Microsoft Windows NT |
| Erforderlicher Systemspeicher | 4MB Windows 3.1 8MB Windows 95 16 MB Windows NT |
| Freier Speicher auf Harddisk | 2MB (min.) |
| Grafikmodus | VGA (640 x 480 min.) |
| Diskettenlaufwerk | 3½" High density – 1.44Mbyte |
| Maus | Microsoft kompatibel |
| Druckeranschluß | 1 x Parallelport |
| Serielle Schnittstelle | 1 freie serielle Schnittstelle erforderlich |

ZUBEHÖR

Standardzubehör

| | |
|-------------------------------|---------|
| Anschlußkabel für Probe (x 2) | WMA258 |
| IP-50 Microstrip Probe (50Ω) | |
| IPD-100 Differential Probe | |
| Verification Test Coupon | MPCD950 |
| Bedienerhandbuch | MAN167 |
| RS-232 Schnittstellenkabel | ACC142 |
| Fußschalter | ACC124 |
| Antistatik-Armband | ACC175 |
| Armband-Erdungsleitung | ACC185 |
| Testcoupon-Gerberdateien | FSW148 |

Optionelles Zubehör

| | |
|--------------------------------|--------|
| Transporttasche | ACC125 |
| IP-75 Microstrip Probe (75Ω) | |
| IP-100 Microstrip Probe (100Ω) | |
| Coupon-Halter | ACC153 |
| CITS Servicehandbuch | MAN143 |
| Barcode Leser | ACC186 |

FÜHRER DURCH DAS HANDBUCH

| | |
|-----------------------|--|
| EINFÜHRUNG | Ein Überblick über das POLAR CITS500. Erläuterung des TDR-Funktionsprinzips, Steckverbinder und Frontplatte |
| INSTALLATION/SET UP | Anschluß des Instruments an die Netzversorgung, Installation des Programms und Vorbereitungen für den Betrieb |
| ERSTE SCHRITTE | Einstellen der Instrumententype, PC-Kommunikationsschnittstellen, Kalibrierart und Paßwörter |
| BETRIEB | Einführung in die grundlegende Betriebsweise des CITS mittels Testcoupon |
| DER TESTDATEI-EDITOR | Funktion des CITS500. Informationen über die verschiedene Anwendung der Möglichkeiten des CITS500 an Leiterplatten |
| DER MACRODATEI-EDITOR | Beschreibung der Testparameter - Erstellen und Abspeichern von Testdateien |
| WARTUNG | Erstellung von Prozeduren zum Test von Leiterplatten mit mehreren Leiterbahnen mit dem Macrodatei-Editor. |
| ANHANG A | Details zur Wartung und Reinigung |
| ANHANG B | Hinweise zur charakteristischen Impedanz |
| | Hinweise zum Schutz vor Beschädigung des CITS durch statische Aufladung |

Der Betrieb des CITS500

Die CITS-Steuersoftware ist für den Betrieb unter Microsoft Windows ausgelegt. Eine Kenntnis der Windows-Benutzeroberfläche (Version 3.1 oder höher), Windows 95 oder Windows NT ist Voraussetzung für den Betrieb.

Nähere Informationen über die Windows-Benutzeroberfläche finden Sie im Microsoft Windows Benutzerhandbuch.

Die Funktionen des CITS500 werden über Pull-Down-Menüs oder durch Anklicken von "short-cut"-Buttons mit der Maus gesteuert.

Auswahl eines Befehls:

Mittels Tastatur:

Aktivieren des Menübalkens durch Drücken der Alt-Taste auf der Tastatur

Drücken Sie den unterstrichenen Buchstaben zur Anzeige der Befehlsliste

Drücken Sie den in der Befehlsliste unterstrichenen Buchstaben.

Mit der Maus:

Bewegen Sie den Mauszeiger auf den Menünamen und drücken Sie die linke Maustaste

Bewegen Sie weiters den Mauszeiger auf den Befehl in der Liste und drücken Sie erneut die linke Maustaste

Die Auswahl eines Befehls mit nachfolgenden Punkten (...) öffnet eine Dialogbox zur weiteren Auswahl von Befehlsoptionen.

Das Anklicken der **OK**-Schaltfläche entspricht der <Enter>-Taste auf der Tastatur.

Das Anklicken der **Cancel**-Schaltfläche entspricht der <Esc>-Taste auf der Tastatur.

On-Line Hilfe

Die CITS-Software enthält umfassende On-Line Hilfefunktionen. Der Help-Befehl bietet rasche Hilfe, um Hinweise zur Ausführung von einzelnen Funktionen zu erhalten. Drücken Sie die Taste <F1>, um die Hilfe-Funktion zu aktivieren.

INHALT

| | |
|---|-------------|
| ERKLÄRUNG | i |
| EUROPEAN COMMUNITY DIRECTIVE CONFORMANCE STATEMENT | i |
| WARNUNG | ii |
| SCHUTZLEITER | ii |
| NETZANSCHLUSS | iii |
| CITS BETRIEB | iii |
| VORSICHTSMASSNAHMEN | iv |
| Elektrische Isolation | iv |
| Statische Aufladungen | iv |
| SPEZIFIKATIONEN | iv |
| UMGEBUNGSBEDINGUNGEN FÜR DEN BETRIEB | v |
| Leistungsaufnahme | v |
| Physische Eigenschaften (ohne Zubehör) | v |
| SYMBOLE | vi |
| ANFORDERUNGEN AN DEN COMPUTER | vi |
| ZUBEHÖR | vii |
| Standardzubehör | vii |
| Optionelles Zubehör | vii |
| FÜHRER DURCH DAS HANDBUCH | viii |
| Der Betrieb des CITS500 | ix |
| Auswahl eines Befehls: | ix |
| On-Line Hilfe | ix |
| INHALT | x |
| EINFÜHRUNG IN DAS TESTEN KONTROLLIERTER IMPEDANZEN | 1 |
| 1-1 The CITS system | 1 |
| 1-2 Testdateien | 2 |
| 1-3 Datenanalyse | 2 |
| 1-4 CITS Funktionen | 3 |

| | |
|---|-----------|
| 1-5 Charakteristische Impedanz | 3 |
| 1-6 TDR Grundlagen | 4 |
| Zeitbereichsreflektometrie..... | 4 |
| 1-7 Messungen mit dem CITS | 7 |
| Unsymmetrische Impedanzmessung..... | 7 |
| Symmetrische Impedanzmessung..... | 7 |
| | |
| AUFSTELLUNG DES CITS-SYSTEMS | 9 |
| Systemanforderungen | 9 |
| 2-1 Auspacken..... | 9 |
| 2-2 Anschluß an die Netzversorgung | 10 |
| 2-3 Installation der CITS-Software..... | 11 |
| Erstellen einer Sicherheitskopie der Installationsdisketten | 11 |
| Installation der CITS software..... | 11 |
| 2-4 Anschluß des Computers an das CITS | 14 |
| 2-5 Starten des Programms..... | 15 |
| 2-6 Systemkonfiguration | 16 |
| General | 16 |
| Einstellen der Seriellen Schnittstelle..... | 17 |
| Kalibrierung..... | 17 |
| Status Outputs | 18 |
| Systemsicherheit..... | 18 |
| Angabe eines Paßworts..... | 19 |
| Always On - Permanent aktivierte Funktionen..... | 19 |
| Datalogging - Datenaufzeichnung..... | 19 |
| Statistical Process Control..... | 20 |
| | |
| GRUNDSÄTZLICHE ARBEITSWEISE DES CITS | 21 |
| ERSTINBETRIEBNAHME | 21 |
| 3-1 Messungen am Testcoupon | 22 |
| Auswahl einer Testdatei..... | 22 |
| Testen des Coupons..... | 23 |
| 3-2 Anzeige der Impedanzstatistik | 24 |
| 3-3 Programmausstieg | 25 |
| | |
| ANWENDUNG DES CITS | 27 |
| START DES PROGRAMMS..... | 27 |
| 4-1 Das CITS-Bedienfenster..... | 28 |
| 4-2 Die CITS-Menüleiste | 28 |
| Das File-Menü..... | 28 |
| Das Waveform-Menü | 28 |
| Das Datalog-Menü | 29 |
| Ansicht aufgezeichneter Daten | 29 |
| Das Options-Menü | 29 |
| Das Macro-Menü | 30 |
| Das Help-Menü | 30 |
| 4-3 Die CITS-Hauptwerkzeugleiste | 30 |
| 4-4 Das Statistik/Ergebnisfenster | 31 |
| 4-5 Die Statuszeile | 31 |
| 4-6 Tests an Leiterplatten | 32 |
| Auswahl einer Testdatei..... | 32 |
| Ausführen des Tests | 33 |
| 4-7 Aufzeichnung von Testdaten (Data Logging) | 35 |

| | |
|---|----|
| Ansicht aufgezeichneter Daten..... | 36 |
| Das Datalog-Fenster..... | 36 |
| Rücksetzen der Logdatei..... | 37 |
| Löschen von Einträgen..... | 37 |
| Drucken von Aufzeichnungen..... | 37 |
| 4-8 Anwendung der Zeitbereichs-Marker..... | 37 |
| 4-9 Ausdruck der Impedanzkurven und Testergebnisse..... | 38 |
| 4-10 Aufzeichnen von Testkurven..... | 39 |
| Ansicht aufgezeichneter Impedanzkurven..... | 39 |
| Die Recorded Waveform-Menüleiste..... | 40 |
| 4-11 Referenzkurven..... | 41 |
| Erstellen einer Referenzkurve..... | 41 |
| Löschen einer Referenzkurve..... | 41 |
| 4-12 Überlagerung von Impedanzkurven..... | 41 |
| 4-13 Programmausstieg..... | 42 |
| 4-14 Hinweise zum Leiterplattentest..... | 42 |
| Minimieren Sie die Anzahl der Impedanzänderungen..... | 43 |
| Verwenden Sie qualitativ hochwertige Kabel..... | 43 |
| Kompensieren Sie unvermeidbare Impedanzsprünge..... | 43 |

TESTPARAMETER-DATEIEN 45

| | |
|--|----|
| EDITIEREN VON TEST-DATEIEN..... | 45 |
| 5-1 Der Testdatei-Editor..... | 46 |
| 5-2 Erzeugen und Ändern von Testdateien..... | 46 |
| Erzeugen einer neuen Testdatei..... | 46 |
| 5-3 Boardtestparameter..... | 47 |
| Customer..... | 47 |
| Board type..... | 47 |
| Message..... | 47 |
| Impedance..... | 47 |
| Tolerance..... | 47 |
| Probe length..... | 47 |
| Test from..... | 48 |
| Test to..... | 48 |
| Distance units..... | 49 |
| Ohms/div..... | 49 |
| Differential..... | 49 |
| Loss Compensation..... | 50 |
| Velocity of Propagation (Vp)..... | 50 |
| Test Method..... | 51 |
| Enhanced accuracy..... | 52 |
| 5-4 Speichern der Testdatei..... | 52 |
| Benennen der Testdatei..... | 53 |
| Abspeichern unter neuem Namen..... | 53 |
| 5-5 Verwenden existierender Dateien als Vorlage..... | 53 |
| Modifizieren existierender Dateien..... | 54 |
| 5-6 Drucken von Testdateien..... | 54 |
| 5-7 Testdatei-Makros..... | 54 |
| Erzeugen eines neuen Makros..... | 55 |
| Hinzufügen einer Testdatei zu einem Makro..... | 57 |
| Speichern eines Makros..... | 58 |
| Laden eines Makros..... | 58 |
| Editieren eines Makros..... | 58 |
| Schließen des Makro-Editors..... | 58 |

| | |
|--|-----------|
| Ausführen eines Makros | 59 |
| Makro-Datenaufzeichnung | 59 |
| WARTUNG UND FEHLERSUCHE | 61 |
| CITS500 Servicearbeiten | 61 |
| Microstrip probes | 61 |
| Reinigung | 61 |
| Technischer Support | 61 |
| Verbrauchsmaterialien | 62 |
| Fehlerdiagnose | 62 |
| CHARAKTERISTISCHE IMPEDANZ | 1 |
| DIE CHARAKTERISTISCHE IMPEDANZ EINES LEITERS | 1 |
| Bestimmung des Wellenwiderstands | 2 |
| ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNGEN | 1 |
| VERMEIDUNG VON BESCHÄDIGUNGEN DES CITS DURCH ESD | 1 |
| Quellen statischer Elektrizität | 1 |
| Antistatische Arbeitsplätze | 2 |
| Arbeiten mit dem CITS | 2 |

Diese Seite ist absichtlich leer.

ABSCHNITT 1 — EINFÜHRUNG

EINFÜHRUNG IN DAS TESTEN KONTROLLIERTER IMPEDANZEN

1-1 The CITS system

Das CITS500 Testsystem wurde entwickelt, um eine kostengünstige automatisierte Prüfung der charakteristischen Impedanz (Wellenwiderstand) von Leiterplatten und Testcoupons zu ermöglichen. Das CITS wird in der Abbildung unten gezeigt.

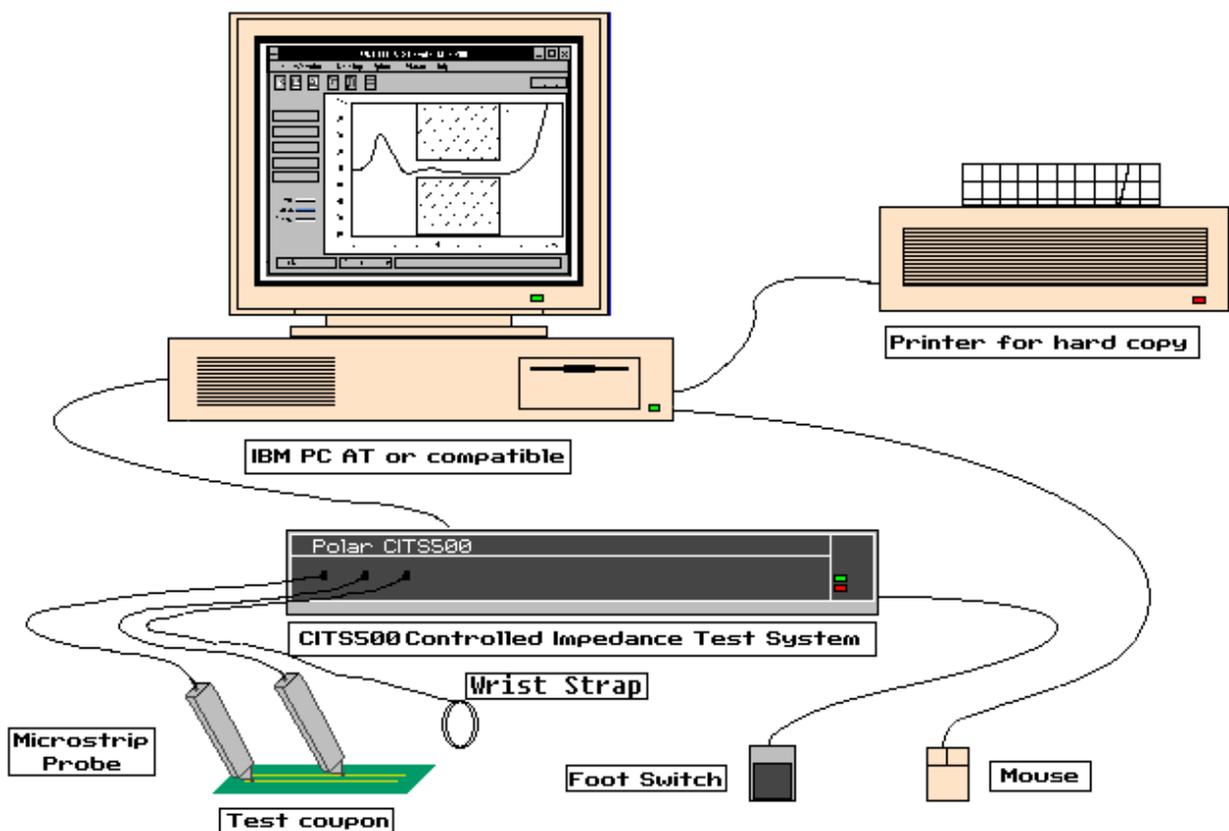


Abb. 1-1 Das CITS Controlled Impedance Test System

Wie in obiger Abbildung ersichtlich, besteht das Impedanz-testsystem unter anderem aus einer Steuersoftware, die auf einem IBM PC AT (oder kompatibel) unter Microsoft Windows läuft.

Die Verbindung zwischen dem Testsystem und der zu testenden Platine wird mittels Prüfspitzen (Probes) und den zugehörigen Anschlußkabeln hergestellt.

Das CITS500 Testsystem wurde zum raschen und einfachen Testen von Leiterplatten mit kontrollierten Impedanzen entwickelt.

Die Software läuft unter der Benutzeroberfläche Microsoft Windows, die Testergebnisse können auf dem installierten Drucker ausgedruckt werden.

Das Programm kann sowohl über die Tastatur des PCs wie auch über einfaches Klicken mit einer Microsoft-kompatiblen Maus gesteuert werden. Die Bedienung mittels Maus ist aus Gründen der Einfachheit und Schnelligkeit zu empfehlen.

Eine weitere Arbeitserleichterung bietet der Fußschalter, der dem Benutzer ein Arbeiten mit dem System ohne Hände ermöglicht.

1-2 Testdateien

Alle Informationen, die für eine Impedanzmessung auf einer Leiterplatte nötig sind, werden in einer Testdatei (Test File) gespeichert. Der Anwender muß nur die geeignete Testdatei auswählen und kann sofort mit den Tests beginnen.

Testdateien können einfach und schnell mit dem integrierten Testdatei-Editor erzeugt und modifiziert werden - meist sind dazu nur wenige Tastendrucke oder Mausklicks erforderlich.

Eine Sequenz aus mehreren Testdateien kann durch Erzeugen einer Makro-Datei (Macro File) realisiert werden, um eine Automatisierung von Leiterplattentests mit Leiterbahnen unterschiedlicher Impedanz zu ermöglichen.

1-3 Datenanalyse

Das Ergebnis wird als Impedanzkurve über der Leiterbahnlänge dargestellt, eine PASS/FAIL-Meldung wird zusätzlich ausgegeben, je nach dem, ob die Leiterbahn innerhalb der Testlänge in der Toleranz liegt oder nicht. Weiters werden mittlere Abweichung, Minimal- und Maximalimpedanz am Bildschirm angezeigt..

Alle Testergebnisse werden am Schirm in Kurvenform und als Statistikdaten für eine rasche Auswertung dargestellt. Die Kurven können überdies für spätere Analysen auf Disk gespeichert werden.

Die Testdaten können für spätere statistische Auswertungen aufgezeichnet werden (Data Logging). Diese Daten können ausgedruckt oder in eine Tabellenkalkulation übergeben werden..

Das CITS erzeugt auch Dateien in kommasepariertem Format (für den Import in Tabellenkalkulationen oder Datenbanken) zur statistischen Prozeßkontrolle (SPC).

1-4 CITS Funktionen

Das CITS500 System besitzt die folgenden Funktionen:

- Automatische Einstellung des Systems
- Linear display of impedance against distance
- Differentielle Impedanzmessung
- Schnelle Datenaufzeichnung der Testergebnisse
- Microsoft Windows Benutzeroberfläche
- Mausbedienung für einfaches Arbeiten
- PASS / FAIL - Auswertung der Leiterbahntests
- Speicherung der Ergebnisse auf Disk
- Ausdruck von Testergebnissen und gespeicherten Daten
- Statistische Auswertung für Prozeßsteuerung
- Integrierter Testdatei-Editor
- Umfassende On-Line-Hilfe
- Kurvenüberlagerung für raschen Ergebnisvergleich
- Speziell entwickelte Microstrip-Probes für einfaches Kontaktieren der zu testenden Leiterplatten
- Barcode Leser (optionell) zur raschen Eingabe der Boarddaten

1-5 Charakteristische Impedanz

Im Zuge der immer schneller werdenden elektronischen Bauteilen und Geräten erlangen die Abmessungen der Schaltungen, die diese Signale übertragen, immer mehr an Bedeutung.

Bei sehr hohen Frequenzen und Taktraten von modernen Schaltungen müssen Leiterbahnen einer Leiterplatte als Übertragungsleitungen angesehen werden.

Im Falle einer Leiterbahn ist der Durchgangswiderstand und die Paralleleitfähigkeit zum größten Teil vernachlässigbar. Die wichtigsten elektrischen Parameter der Leiterbahnen sind die Serieninduktivität und die Parallelkapazität.

Diese Parameter bestimmen die Charakteristische Impedanz (Wellenwiderstand) Z_o .

$$Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

wobei L die Induktivität in Henry und C die Kapazität in Farad ist, die Einheit von Z_o ist Ohm.

Wir nehmen an, ein elektrisches Signal wandert durch einen Leiter wie z.B. eine Leiterbahn.

Trifft dieses Signal auf eine Änderung in der Impedanz, z.B. eine Erhöhung von Z_o infolge einer Änderung des Materials oder der

Geometrie, so wird ein Teil des Signals reflektiert und teilweise übertragen.

Diese Reflexionen verursachen Störungen am Signal und verschlechtern die Qualität der Signalübertragung.

Um eine optimale Qualität von Hochgeschwindigkeitsschaltungen zu erreichen, ist es notwendig, die Eingangs- und Ausgangsimpedanzen von Bauteilen mittels der charakteristischen Impedanz der Verbindung anzupassen.

Nähere Hinweise zur charakteristischen Impedanz (Wellenwiderstand) finden Sie im Anhang A.

1-6 TDR Grundlagen

Das CITS500 Impedanztestsysteem verwendet zu Messung der Impedanz die Zeitbereichsreflektometrie (Time Domain Reflectometry - TDR)..

Zeitbereichsreflektometrie

Ein Zeitbereichsreflektometer ist eine spezielle Oszilloskoptype.

Ein gewöhnliches Oszilloskop mißt Änderungen einer Spannung über der Zeit und zeigt diese Kurve an. Ein TDR führt ähnliche Funktionen durch, es enthält jedoch Einrichtungen, die eine Spannung ausgeben und zeigt Änderungen dieser Spannung innerhalb einer gewissen Zeitspanne.

Die Zeitbereichsreflektometrie ist im Prinzip ähnlich einem Radar oder Sonar, bei denen Signale ausgesendet und Reflexionen ausgewertet werden. Im Falle der TDR ist das gesendete Signal eine Spannung, die entlang einer Leiterbahn läuft.

Es entstehen genau dann Reflexionen, wenn eine Änderung der Impedanz des Leiters vorliegt. Die Zeit, die die Reflexion benötigt, kann zur örtlichen Auswertung herangezogen werden, wo sich die Änderung in der Impedanz befindet.

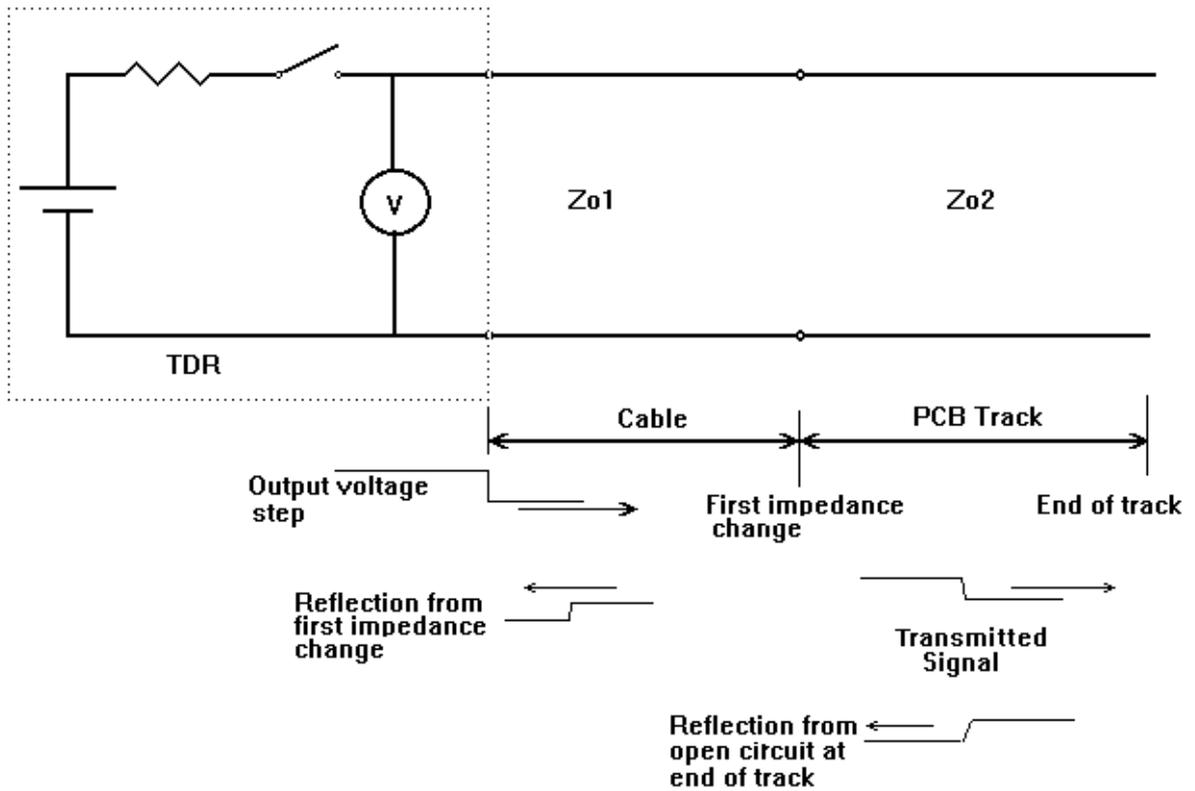


Abb. 1-2 Ersatzschaltbild einer vereinfachten TDR-Meßanordnung

Die Abbildung unten zeigt eine typische TDR-Kurve.

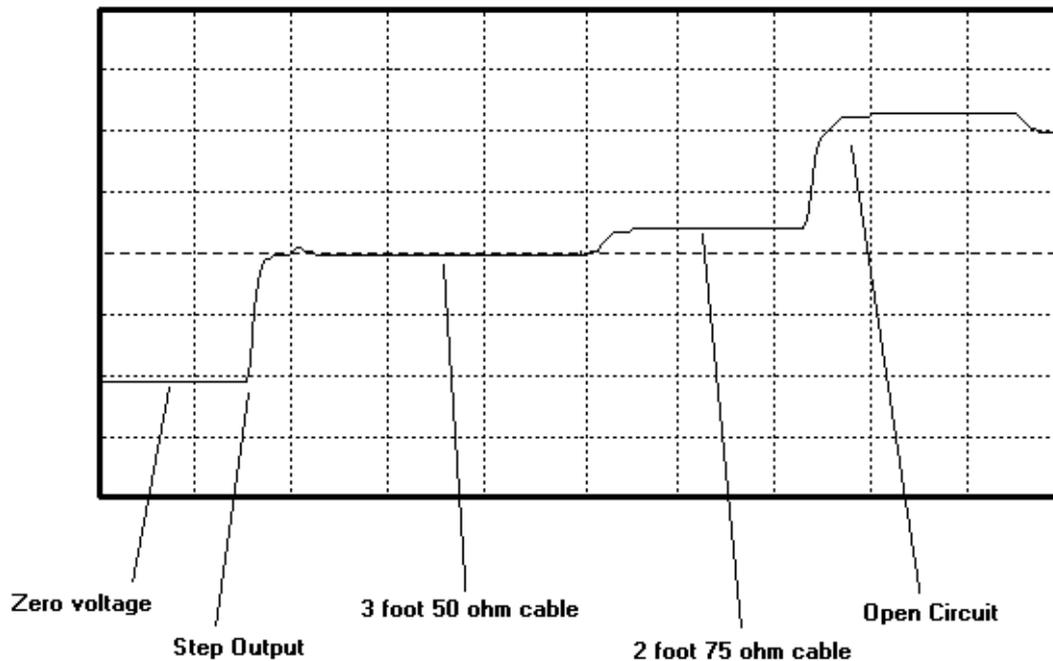


Abb. 1-3 Die Stufen im Spannungsverlauf zeigen die Impedanzänderungen

Während sich die stufenförmige Spannung entlang des Kabels fortpflanzt, bewirkt jeder Impedanzanstieg eine Spannungsreflexion, die sich zur ursprünglichen Spannung addiert.

Die ist als Beispiel in der obigen Abbildung beim Übergang vom 50Ω zum 75Ω -Kabel ersichtlich.

Eine Impedanzreduktion würde eine Reflexion im umgekehrten Sinn bewirken, nämlich eine Abwärtsstufe in der TDR-Kurve. So lange die Impedanz konstant bleibt, so lange bleibt der ursprüngliche Pegel konstant.

Das offene Ende am Ende des Kabels reflektiert 100% der Spannung in Form eines großen Spannungsanstiegs.

Wäre das Ende des Kabels kurzgeschlossen, so würde eine hundertprozentige Reflexion in der umgekehrten Richtung erfolgen; ein Rückgang der Spannung auf Nullpegel wäre die Folge.

1-7 Messungen mit dem CITS

Das CITS zeigt eine Kurve der charakteristischen Impedanz über der angegebenen Länge der Leiterbahn.

Dies wird erreicht, indem aus der Größe der Reflexionen der TDR die Impedanz entlang der gemessenen Leiterbahn errechnet wird.

Unsymmetrische Impedanzmessung

Die normale Struktur einer kontrollierten Impedanz umfaßt einen einzelnen Signalleiter und eine oder mehrere Masseschichten. Impedanzmessungen zwischen Signal und Masse werden daher meist als *unsymmetrisch* (single ended) bezeichnet.

Symmetrische Impedanzmessung

Eine komplexere Type der kontrollierten Impedanzmessung ist die an einem symmetrischen Leiterpaar. Diese Leitungen werden als Signalpaar getrieben, die einzelnen Leiter übertragen jeweils Signale mit gegensätzlicher Polarität. Am Empfangsende wird ein Signal vom anderen subtrahiert, so daß gleichmäßig einstreuende Störsignale eliminiert werden. Diese Methode wird üblicherweise in analogen und digitalen Hochgeschwindigkeits-systemen verwendet, wenn eine hohe Störsicherheit erreicht werden soll.

Die charakteristische Impedanz wird dabei nicht nur durch die Impedanz der einzelnen Leitungen gegenüber Masse, sondern auch durch die Interaktion beider Leiter zueinander bestimmt.

Das CITS500 besitzt alle nötigen Einrichtungen für die *symmetrische* Impedanzmessung, bei der sowohl die Impedanz der Leiter zueinander sowie die Impedanz der einzelnen Leiter gegen Masse gemessen werden kann.

Diese Seite ist absichtlich leer.

ABSCHNITT 2 — INSTALLATION UND SETUP

AUFSTELLUNG DES CITS-SYSTEMS

Systemanforderungen

Die CITS-Software läuft auf einem Personal Computer unter folgenden Bedingungen:

| | |
|-------------------------------|--|
| Computer | IBM PC AT oderr kompatibel |
| Prozessor | 80386 oder höher |
| Betriebssystem | Microsoft Windows 3.1 oder höher Microsoft Windows 95 Microsoft Windows NT |
| Erforderlicher Systemspeicher | Windows 3.1 4MB Windows 95 8MB Windows NT 16MB |
| Freier Speicher auf Harddisk | 1MB |
| Grafikmodus | VGA (640 x 480 minimum) |
| Diskettenlaufwerk | 3½" High density 1.44MB |
| Maus | Microsoft-kompatibel |
| Druckeranschluß | 1 x Parallelport |
| Serielle Schnittstelle | 1 x freie serielle Schnittstelle erforderlich |

2-1 Auspacken

Das Instrument wird in einer stabilen Verpackung ausgeliefert. Öffnen Sie den Karton vorsichtig und entnehmen Sie das Gerät samt Zubehör. Bei eventuellen sichtbaren Schäden kontaktieren Sie bitte Ihren lokalen Polar-Vertreter.

Bewahren Sie die Verpackung für zukünftige Transportfälle auf.

Hinweis: Beziehen Sie vor dem Rückversand an POLAR Instruments eine Retournummer.

Das Paket sollte folgende Einzelteile enthalten:

CITS500

50Ω Anschlußkabel für Probe(x2)

IP50 Microstrip probe

IPD100 Differential Probe

Test coupon

Netzkabel

RS 232 Schnittstellenkabel

Fußschalter

Zubehörbeutel

Bedienerhandbuch

Programm-Installationsdiskette

Antistatik-Armband + Erdungsleitung

Hinweis: Wurde das Gerät in sehr kalter Umgebung gelagert oder geliefert, so warten Sie mit dem Anschluß an die Netzversorgung, bis das Gerät Raumtemperatur erreicht hat.

2-2 Anschluß an die Netzversorgung

Bitte werfen Sie einen Blick auf die Geräterückseite und stellen Sie sicher, daß die ersichtliche Netzspannungseinstellung mit der lokalen Netzspannung übereinstimmt !

Ist das Gerät laut Aufdruck auf der Rückseite nicht für die lokale Netzspannung geeignet, dann übergeben Sie das Gerät einem qualifizierten Techniker. Die Anleitung zum Ändern der Netzspannungseinstellung finden Sie im Service Manual.

Hinweis: Muß ein spezieller Netzstecker auf dem vorhandenen Netzanschlußkabel montiert werden, so sollte dies nur von einem qualifizierten Techniker vorgenommen werden, der die korrekte Funktion der Schutzerde sicher stellen kann. Der vom Kabel entfernte Stecker sollte sicher entsorgt werden.

Die Farben der Adern des Netzkabels in Europa sind wie folgt::

| | |
|-----------|--------------|
| Braun | Phase |
| Blau | Nulleiter |
| Grün/Gelb | Schutzleiter |

Schließen Sie das Netzkabel ans Gerät und an die Netzsteckdose an.

2-3 Installation der CITS-Software

Wichtig: Es wird empfohlen, eine Arbeitskopie der Installationsdisketten anzufertigen. Bewahren Sie die Originaldisketten geschützt auf.

Erstellen einer Sicherheitskopie der Installationsdisketten

Verwenden Sie den DOS-Befehl **DISKCOPY** oder die Funktion COPY DISK des Dateimanagers von MS Windows, um eine Kopie der Disketten zu erstellen.

In Windows 95 oder Windows NT

Wählen Sie **Arbeitsplatz**, klicken Sie auf die Ikone der Diskette die Sie kopieren möchten.

Wählen Sie **Diskette kopieren** aus dem **Datei**-Menü.

Wählen Sie Quell- und Ziellaufwerk und klicken Sie auf **Starten**.

In Windows 3.1

Starten Sie den Windows 3.1 **Dateimanager**.

Wählen Sie **Diskette kopieren...** aus dem Menü **Diskette**

Im Feld **Quelldiskette** geben Sie den Laufwerksbuchstaben an, von dem Sie kopieren möchten.

Im Feld **Zieldiskette** geben sie den Laufwerksbuchstaben an auf welches sie kopieren möchten.

Klicken Sie **OK**

Nähere Hinweise dazu im jeweiligen Benutzerhandbuch.

Installation der CITS software

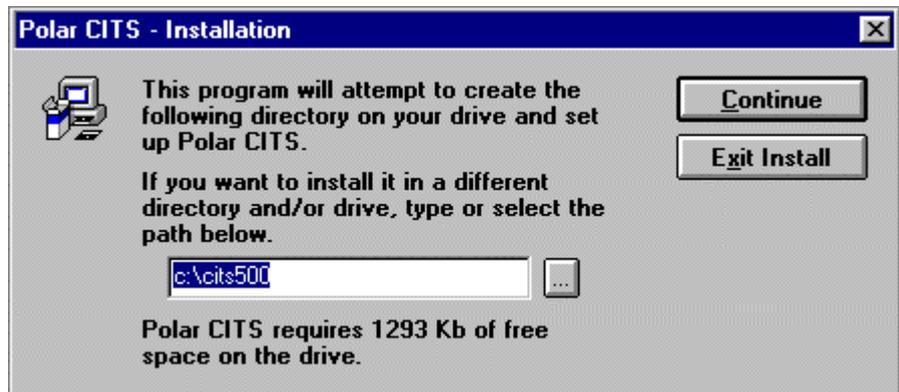
In Windows 95 oder Windows NT

Legen Sie die Arbeitsdiskette ins Diskettenlaufwerk ein. Klicken Sie die **Start**-Taste und **Ausführen...** , geben Sie **A:install** ein, und drücken Sie **<Enter>** . (Hinweis: Sollte das Diskettenlaufwerk B sein, so ist B:install einzugeben).

In Windows 3.1

Legen Sie die Arbeitsdiskette ins Diskettenlaufwerk ein. Wählen Sie aus dem Programm-Manager den Menübefehl **Datei Ausführen...** , geben Sie **A:install** ein, und drücken Sie **<Enter>** . (Hinweis: Sollte das Diskettenlaufwerk B sein, so ist B:install einzugeben).

Das CITS-Installationsprogramm schlägt nun ein Standardlaufwerk / -verzeichnis vor, auf dem das Programm installiert werden soll (defaultmäßig **C:\CITS500**).

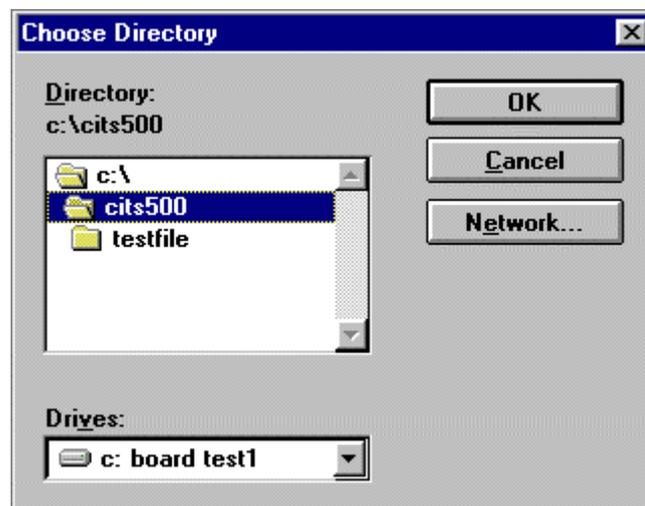


Klicken Sie auf **Continue**, um mit den vorgeschlagenen Einstellungen fortzufahren, oder geben Sie ein anderes Laufwerk/Verzeichnis an.



die Verzeichnis-
auswahl-Schaltfläche

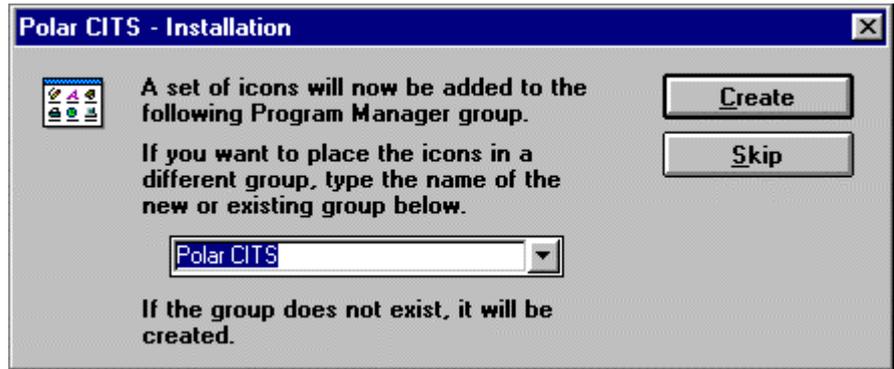
Um ein existierendes Laufwerk/Verzeichnis zu wählen, Klicken Sie auf die Auswahl-Schaltfläche — die Verzeichnisauswahl:



Wählen Sie das Zielverzeichnis aus dem Verzeichnisfenster und klicken Sie **OK**

Klicken Sie **<Continue>**.

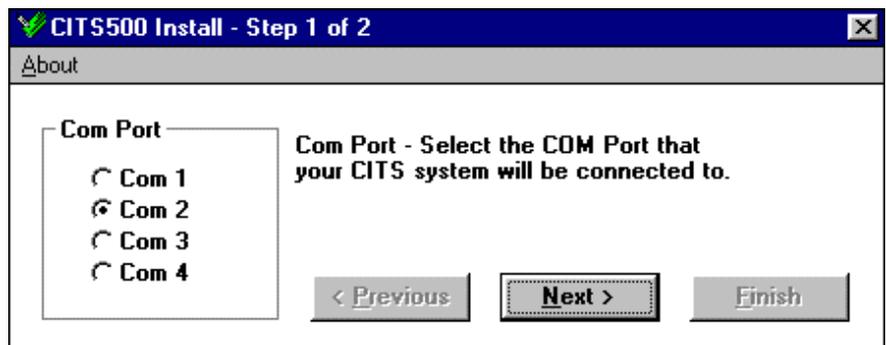
Weiters erscheint die Aufforderung zur Eingabe eines Programmgruppennamens. Die CITS Programm-Ikonen werden in dieser Gruppe installiert.



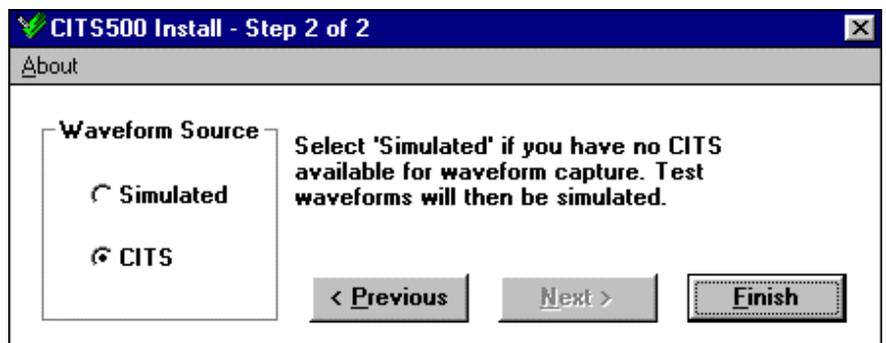
Drücken Sie **<Enter>**, um den vorgeschlagenen Namen zu akzeptieren, oder geben Sie einen eigenen Namen in der Eingabebox an, oder wählen Sie eine existierende Programmgruppe durch Herunterklappen der List-Box (Klicken Sie auf das Pfeilsymbol, um die existierenden Gruppen aufzulisten).

Das CITS Installationsprogramm wählt default COM2 (auf den meisten Systemen ist die Maus an COM1). Wählen Sie das passende Port.

Als nächstes ist die Eingabe des seriellen Ports des Steuerrechners für die Befehls- und Datenübertragung erforderlich - wählen Sie das richtige Port aus, und bestätigen Sie mit **Next>** die Eingabe.



Das Installationsprogramm fordert Sie nun auf, die Meßdatenquelle einzugeben.



Wählen Sie **CITS** für den Normalbetrieb oder **Simulated** um das System in einem Demonstrations-Modus ohne angeschlossenes Meßinstrument zu betreiben. Wählen Sie die entsprechende Option und klicken Sie auf **Finish**.

(Sollte eine oder mehrere vorhergegangene Eingaben nicht korrekt sein, so können Sie durch (wiederholtes) Klicken der <Previous -Taste die Eingaben korrigieren und die jeweiligen Eingabeschritte wiederholen.)

Das Installationsprogramm erzeugt nun das gewählte Verzeichnis samt Unterverzeichnissen, kopiert die Systemdateien auf die Festplatte und richtet die gewünschte Programmgruppe und die Programmpunkte ein.



CITS500 Die CITS
Programmikone

Hinweis: Das CITS-Programm kann automatisch mit jedem Start von MS Windows ausgeführt werden - halten Sie auf der Tastatur die <Strg> - Taste gedrückt, und ziehen Sie die CITS-Ikone mittels Maus auf die Programmgruppe **Autostart**

2-4 Anschluß des Computers an das CITS

Die Daten und Befehle werden zwischen CITS und Steuerrechner über das serielle Port (RS232-Schnittstelle) und das beiliegende Schnittstellenkabel übertragen.

Achten Sie darauf, daß vor Anschluß des Kabels sowohl Steuer-PC als auch das Meßinstrument selbst ausgeschaltet sind.

Anschluß des CITS an die serielle Schnittstelle

Schließen Sie das beiliegende Schnittstellenkabel am PC und an der Geräterückseite des CITS an. Achten Sie auf einen sicheren Halt der Steckverbinder.

Ist am PC eine Maus angeschlossen, so belegt diese meist einen der seriellen Ports

(COM1 und COM2) - schließen Sie das CITS an das freie Port an (Verwenden Sie, falls nötig, einen Umsetzer von 9 auf 25 Pins, Hinweis: Alle 9 Pins müssen durchverbunden sein).

Anschluß der CITS Peripherie

Schließen Sie den Klinkenstecker des Fußpedals an die Klinkenbuchse auf der Geräterückseite des CITS an.

Schließen Sie das Antistatik-Armband an.

Stecken Sie weiters das mitgelieferte Probe-Anschlußkabel an die SMA-Steckverbinder auf der CITS-Frontplatte an, und verbinden Sie die Microstrip-Probe mit dem Anschlußkabel.

Schließen Sie den Barcode-Leser (falls verfügbar) zwischen das Keyboard und den Computer — stecken Sie das Keyboard vom Computer ab, stecken Sie anstelle dessen den Barcode-Leser an den Keyboardanschluß an. Schließen Sie dann das Keyboard an den Barcode-Leser an.

Sollen Ausdrucke (Hardcopies) von Meßdaten und Meßkurven gemacht werden, so schließen Sie weiters einen Drucker mittels Standard-Druckerkabel an die Druckerschnittstelle LPT1 des PCs an.

Schalten Sie das CITS und den PC ein. Die grüne BUSY LED sollte anschließend für ca. 5 Sekunden aufleuchten und damit den ordnungsgemäßen Betrieb des Systems anzeigen.

2-5 Starten des Programms



CITS500 Die CITS
Programmikone

Doppelklicken Sie, um das Programm zu starten, auf die CITS-Ikone, oder klicken Sie einmal auf die Ikone und Drücken Sie auf der Tastatur **<Enter>**.

Nach einigen Sekunden erscheint das CITS-Hauptmenü am Schirm.

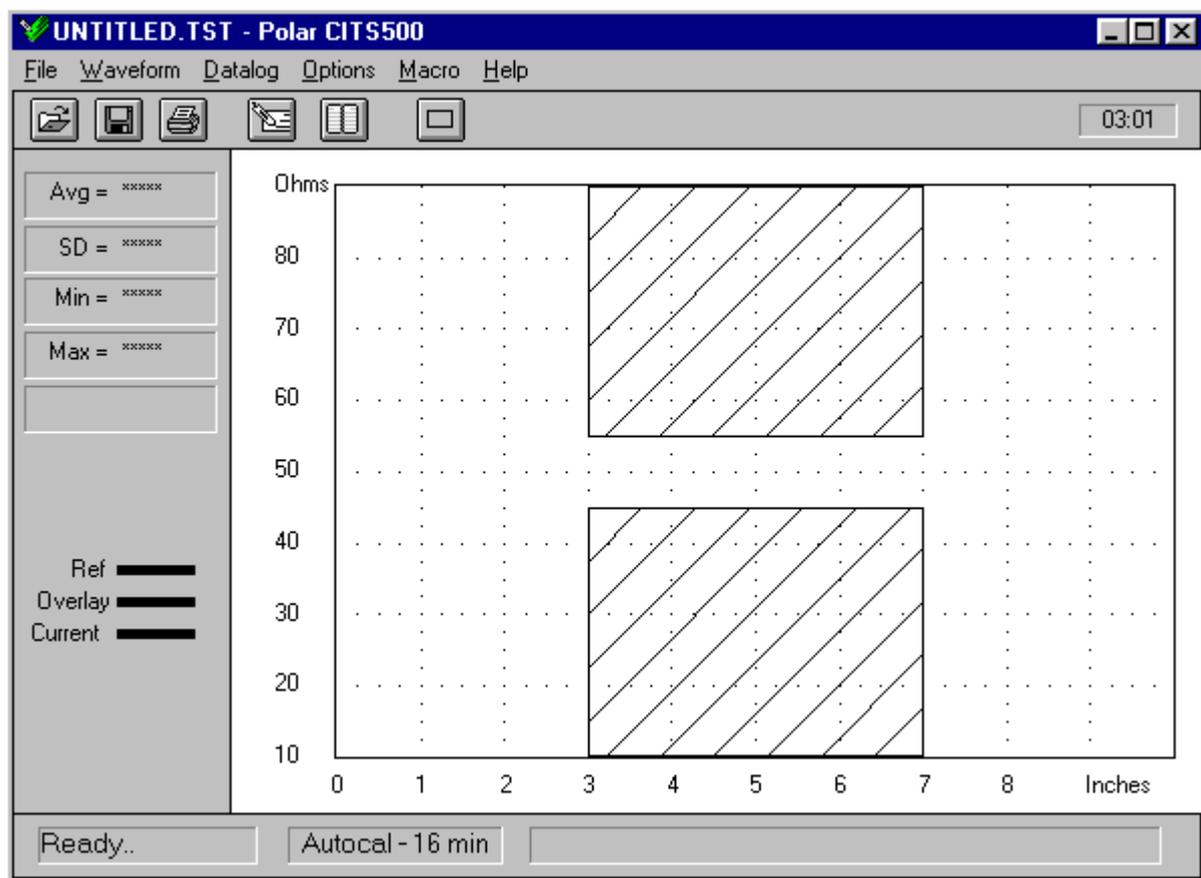


Abb. 2-1 Das CITS-Hauptmenü

Hinweis: Die Farben des Bildschirms sind vom Anwender einstellbar (Windows-Systemsteuerung). Die Darstellungen in diesem Handbuch können etwas von Ihren eingestellten Farben abweichen.

2-6 Systemkonfiguration

Die **System Configuration** Dialogbox erlaubt dem Anwender die CITS Betriebsumgebung einzustellen.

Um die **System Configuration** dialog box anzuzeigen, wählen Sie **Config...** aus dem **Options** Menu. Wählen Sie dann das **General** Registerblatt:

Um aus dem **System Configuration** Menü ohne Einstellungsänderung auszusteigen, drücken Sie **<Esc>** or klicken die **Cancel** Schaltfläche.

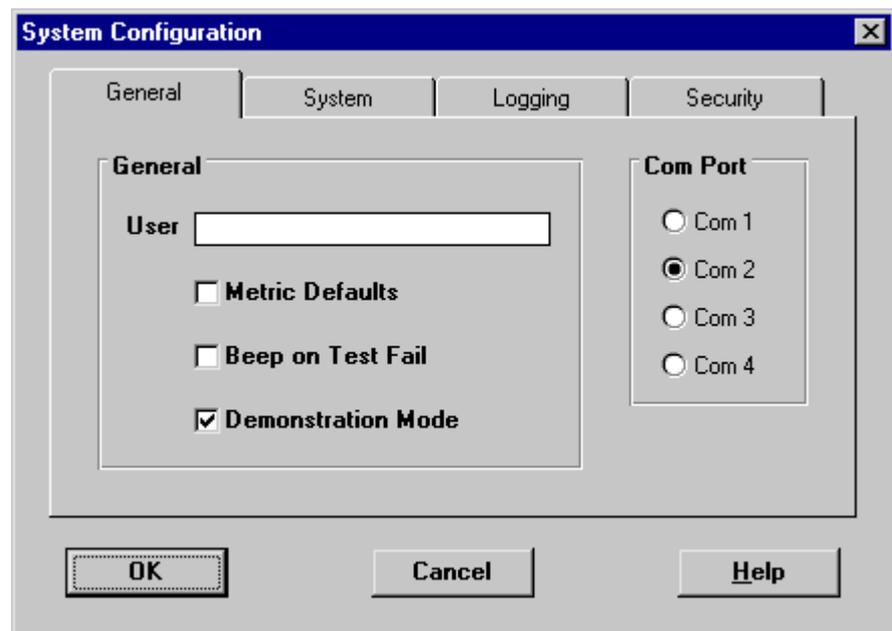


Abb. 2-2 Das System Configuration - Menü

General

User - Angabe eines Benutzernamens

Der Inhalt des Feldes **User** wird auf den Ausdrucken mitgedruckt (z.B. der Firmenname). Um einen Namen zu erstellen, zu löschen oder zu ändern, drücken Sie auf der Tastatur die Tabulator-Taste, und geben Sie den gewünschten Feldinhalt ein. Der Name wird dann in allen darauffolgenden Ausdrucken aufscheinen.

Metric Defaults - Metrische Standardeinstellung

Das CITS ermöglicht Distanzangaben in englischen oder metrischen Einheiten. Wird auf die Box Metric Defaults geklickt, so ergibt ein Druck auf die Schaltfläche Defaults im Testdatei-Editor Entfernungen in metrischen Einheiten

Beep on Test Fail - Akustische Warnung bei FAIL-Testergebnis

Wird die Box Beep on Test Fail aktiviert, so gibt das System bei einer Fehlmessung einen akustischen Warnton von sich.

Demonstration Mode - Simulationsbetrieb

Der **Demonstration mode** dient zum Betrieb des CITS-Programms ohne angeschlossenes Instrument.

Einstellen der Seriellen Schnittstelle

Befehle und Daten werden über eine der seriellen Schnittstellen des PCs übertragen.

Auswahl der Schnittstelle

Das Feld **Com Port** erlaubt die Einstellung oder Änderung des seriellen Ports, über welches die Übertragung zum CITS erfolgt.

Üblicherweise ist die Maus am seriellen Port COM1 angeschlossen. Die Verbindung mit dem CITS muß daher über ein anderes serielle Port erfolgen.

Das System zeigt das gerade eingestellte Port; geben Sie, sofern nötig, ein anderes Port ein - das System aktiviert das neue serielle Port.

Die übrigen Einstellungen der seriellen Übertragung werden vom CITS automatisch eingestellt.

Kalibrierung

Um gleichbleibend hohe Meßgenauigkeit und Wiederholbarkeit zu gewährleisten, beinhaltet das CITS500 eine interne Referenz zur Selbstkalibration. Das Registerblatt **System** ermöglicht die Einstellung, wann diese Selbstkalibrierung erfolgen soll.

The screenshot shows a software interface for calibration settings. It is divided into three main sections:

- Calibration:** Contains three radio buttons: 'Cal on Demand', 'Autocal' (which is selected), and 'Cal on Test'. To the right of these buttons is a text input field containing the number '20' followed by the label 'Minutes'.
- Status Outputs:** Contains a single checkbox labeled 'Enabled', which is currently unchecked.
- Horizontal Offset:** Contains a text input field followed by the label 'ps'.

Es sind drei Kalibriermodi verfügbar:

Cal On Test

In diesem Modus kalibriert sich das Gerät vor jedem Test. Dies ergibt die höchste Genauigkeit, reduziert jedoch die Testgeschwindigkeit.

Cal On Demand

Ist die Betriebsart Cal On Demand ausgewählt, so ist im Menü Options zusätzlich die Auswahl Calibrate Now auswählbar. Eine Kalibrierung erfolgt nur dann, wenn der Anwender diese Funktion anwählt.

Autocal

Im Modus Autocal kalibriert sich das CITS automatisch in eingegebenen Intervallen. Der Nominalwert ist 20 Minuten, die Zeit kann jedoch zwischen 1 und 60 Minuten geändert werden. Autocal ist der normale Betriebsfall.

Status Outputs

Das CITS500 beinhaltet opto-isolierte Open-Kollektor Statusausgänge (auf der CITS500 Geräterückseite) um eine Hardwareanzeige des PASS/FAIL-Ergebnisses eines Tests zu ermöglichen. Um diese Ausgänge zu aktivieren, markieren Sie die Status Outputs **Enabled** Box.

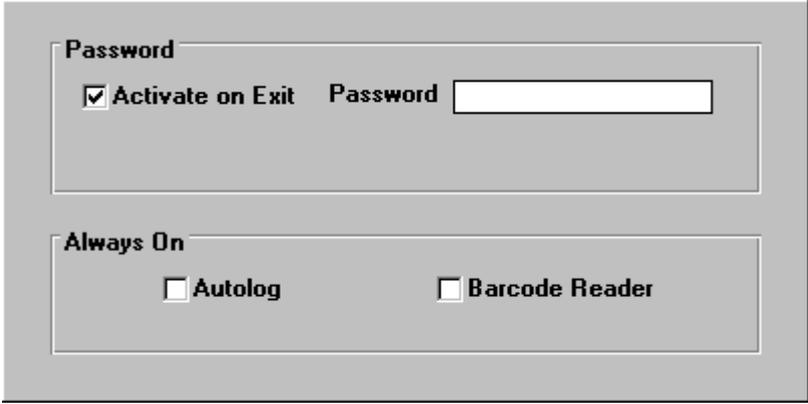
Horizontal Offset

Die **Horizontal Offset** Option ermöglicht das Verschieben der Meßkurve auf der Zeitachse (Distanzaachse). Ab Werk ist die Einstellung so, daß alle CITS500 gleiche Meßergebnisse mit deren eigenen Probes, Testkabeln und Standardtestdateien liefern. Dies kann jedoch abgeändert werden, um z.B. zwei CITS500 exakt in horizontaler Achse aufeinander abzustimmen.

Systemsicherheit

Das **Security** Menu ermöglicht dem Anwender die Angabe eines Paßwortes für wichtige System- und Testdateinformationen.

Wahl des **Security** Registerblatts:



The image shows a screenshot of the Security menu interface. It is divided into two main sections: 'Password' and 'Always On'. The 'Password' section includes a checkbox labeled 'Activate on Exit' which is checked, and a text input field labeled 'Password'. The 'Always On' section includes two checkboxes: 'Autolog' and 'Barcode Reader', both of which are currently unchecked.

Angabe eines Paßworts

Die Angabe eines Paßworts steht dem Anwender frei. Ist ein Paßwort definiert, so können nicht autorisierte Personen keine Änderungen wie z.B. Ändern der Systemkonfiguration, Editieren der Testdateien (Dateien, welche die Testparameter enthalten) oder Löschen aufgezeichneter Log-Daten vornehmen. Ist ein Paßwort gesetzt, so muß dieses vor Freigabe dieser Funktionen eingegeben werden.

Aktivieren Sie, um ein Paßwort einzugeben, die Password-Box und geben Sie das Paßwort ein - die Maximallänge beträgt 8 Zeichen. Aus Sicherheitsgründen werden am Schirm nur Sternchen dargestellt. Wollen Sie kein Paßwort angeben, so lassen Sie dieses Feld frei.

Bestätigung

Wird ein Paßwort eingegeben, so erscheint eine Bestätigungsbox. Geben Sie das Paßwort nochmals ein, um die Richtigkeit zu überprüfen.

Aktivieren des Paßworts beim Ausstieg

Wurde ein Paßwort eingegeben, so ist das Paßwort, sofern die Box Activate Password on Exit aktiv ist, sofort nach Ausstieg aus dem Dialogfenster aktiv. Ist diese Option nicht angewählt, so ist der Paßwortschutz erst nach einem Programmneustart aktiv.

Always On - Permanent aktivierte Funktionen

Autolog

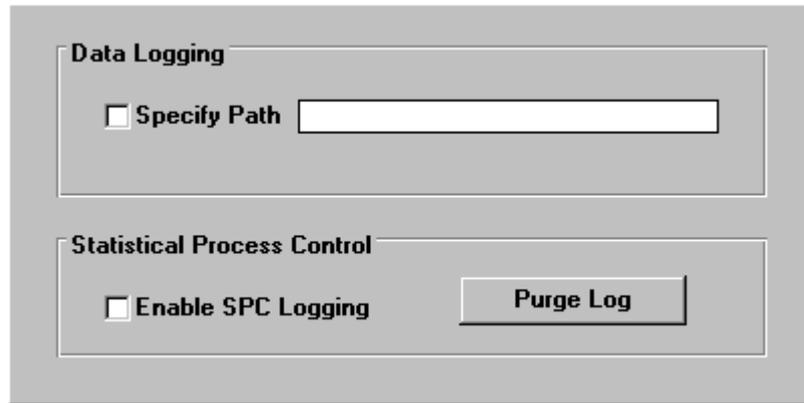
Die Automatische Datenaufzeichnung (der Anwender wird nach jedem Test aufgefordert, die Boardinformationen zu bestätigen) kann mit dem **Autolog** - Befehl aus dem **Datalog** Menü aus- und eingeschaltet werden. Markieren der **Autolog** check box erzwingt eine permanente Aktivierung der Datenaufzeichnung. (der **Datalog|Autolog** Befehl wird deaktiviert und der Anwender kann die Datenaufzeichnung nicht mehr im Datalog-Menü abschalten).

Barcode Reader

Das CITS500 beinhaltet eine optionelle Barcode-Lesefunktion um z.B. die Boardidentifikation über Barcodeaufkleber einzulesen. Das Barcode-Einlesen wird über den **Barcode Reader** - Befehl im **Options** Menü aktiviert und deaktiviert. Klicken Sie hierzu auf **Barcode Reader** box

Datalogging - Datenaufzeichnung

Das Datenaufzeichnungsmenü ermöglicht dem Anwender die Angabe des Zielverzeichnisses für die Datenaufzeichnung und die Aktivierung einer kontinuierlichen Aufzeichnung zur statistischen Prozeßkontrolle



Datenaufzeichnungspfad

Defaultmäßig werden die Ergebnisaufzeichnungen im Verzeichnis C:\CITS500\TESTFILE gespeichert. (default installation vorausgesetzt). Um ein anderes Verzeichnis anzugeben, klicken Sie die **Specify Path** check box und geben den Pfad zum gewünschten Verzeichnis an.

Hinweis: Sie müssen hierzu eventuell ein neues Verzeichnis mittels dem **Dateimanager** (Windows 3.1) oder **Explorer** (Windows 95 or NT) anlegen.

Hinweis: Auch wenn Sie das System unter Windows 95 oder Windows NT betreiben, müssen Sie den Pfad unter Berücksichtigung der DOS-Dateinamenkonvention angeben.

z.B., ist der Pfad C:\CITS500\DATALOGGING so müssen Sie ihn als C:\CITS500\DATALO~1 angeben.

Für Details hierzu wird auf das Windows-Handbuch verwiesen.

Statistical Process Control

Das CITS bietet die Möglichkeit, alle Daten kontinuierlich in einer externen Datei namens CITSSPC.LOG (im selben Verzeichnis wie die CITS Programmdateien).

Enable SPC Logging

Markieren Sie die **Enable SPC Logging** box um die kontinuierliche Datenaufzeichnung in der Datei CITSSPC.LOG zu aktivieren. Die Datei weist ein kommasepariertes Format auf und kann somit einfach in Tabellenkalkulationen oder Datenbanken importiert und editiert werden.

Hinweis: Die Datei wird nicht vom CITS Programm verwendet — das Editieren erfolgt in der Tabellenkalkulation oder Datenbank.

Purge Log

Klicken der **Purge Log** Schaltfläche löscht die Datei CITSSPC.LOG — wenn die SPC Datenaufzeichnung aktiviert ist, wird die Datei beim nächsten Test erneut erzeugt.

ABSCHNITT 3 — ERSTE SCHRITTE

GRUNDSÄTZLICHE ARBEITSWEISE DES CITS

ERSTINBETRIEBNAHME

WICHTIG: Das CITS ist ein extrem empfindliches Meßinstrument. Um eine Beschädigung des CITS zu vermeiden, beachten Sie jederzeit die Antistatikvorkehrungen. Siehe Anhang B für weitere Informationen

Dieser Abschnitt beleuchtet die grundsätzliche Arbeitsweise des CITS-Programms mit Hilfe des mitgelieferten Testcoupons.

Gänzlich unerfahrenen Anwendern wird empfohlen, diesen Abschnitt mittels beiliegendem Testcoupon und Testdateien durchzuarbeiten, um die einwandfreie Funktion des Systems zu überprüfen, bzw. rasch mit dem System vertraut zu werden. Dieser Abschnitt setzt die erfolgreiche Installation und Einstellung des Systems voraus.

Schalten Sie CITS und PC ein, starten Sie MS Windows und starten Sie mittels Doppelklick der CITS-Ikone das Programm. Das CITS-Hauptmenü erscheint (s. Abb. 3-1).

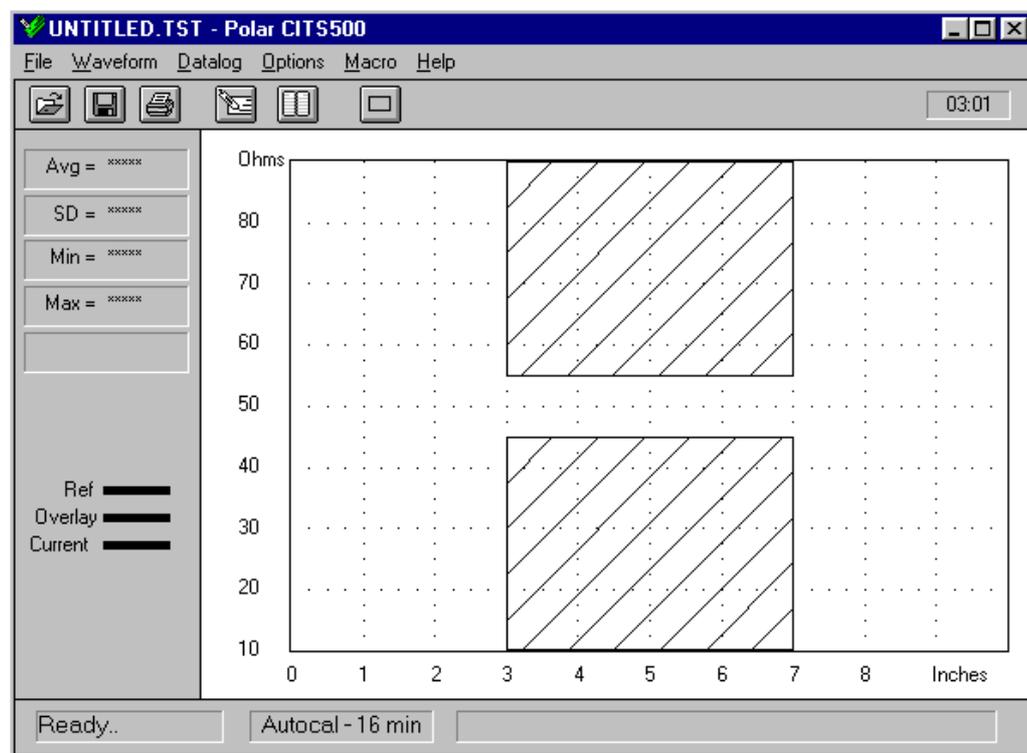


Abb. 3-1 Das CITS-Hauptmenü

Das Fenster kann durch Aufziehen der Fensterränder mit der Maus vergrößert werden.

Durch Druck auf die Ganzbild-Schaltfläche kann auf Ganzbild-Modus umgeschaltet werden.

3-1 Messungen am Testcoupon

Tragen Sie beim Testen ein Antistatikarmband, welches mit einem geeigneten Erdungspunkt verbunden ist. Ein Armband wird mit dem CITS mitgeliefert (verbinden Sie diese mit dem Anschluß am CITS).

Der Testcoupon enthält drei Leiterbahnen mit den Nominalimpedanzen 50, 75 und 100 Ω ; im Softwarepaket sind drei zugehörige Testdateien vorbereitet. Die tatsächlichen im Werk aufgenommenen Meßergebnisse sind am Testcoupon ersichtlich.

Die Auswahl einer passenden Testdatei ist Voraussetzung, um eine Leiterplatte zu testen. Diese enthält die nominale Testimpedanz, die Toleranz, und die Länge, über die getestet werden soll. In diesem Abschnitt wollen wir den beiliegenden Testcoupon vermessen.

Auswahl einer Testdatei

 Die Schaltfläche **Open...**

Wählen Sie aus dem **File**-Menü **Open...** oder klicken Sie mit der Maus in der Werkzeugleiste auf die Schaltfläche **Open...** - die Dialogbox **Select Test File** erscheint mit einer Auflistung der Beispieldateien (s. Abb. 3-2)

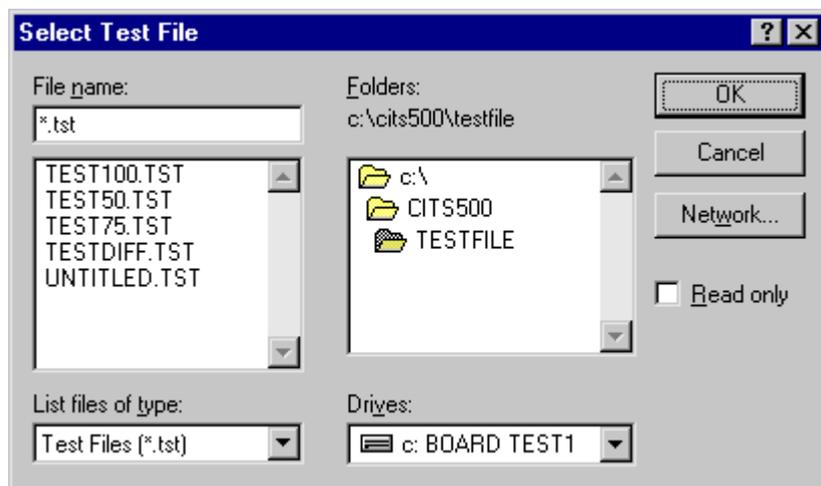


Abb. 3-2 Die Dialogbox Select Test File

In diesem Beispiel wollen wir mit Hilfe der Testdatei TEST50.TST die 50 Ω -Leiterbahn des Testcoupons testen.

Die Auswahl der Testdatei erfolgt entweder durch Klicken auf den Dateinamen oder durch Betätigen der Cursortasten auf der Tastatur hinunter bis zur gewünschten Datei. Die Bestätigung erfolgt durch einen Klick auf die Schaltfläche **OK**.

Die gewählte Datei wird nun geladen; die Impedanz und die Achsen werden eingestellt, die schraffierten Bereiche zeigen den Bereich, in welchem die Impedanz gemessen wird. Die Impedanzskala zeigt die Nominalimpedanz und den akzeptierten Impedanzbereich. In Abbildung 3-3 ist die Nominalimpedanz 50Ω und der akzeptierte Impedanzbereich $45 - 55\Omega$.

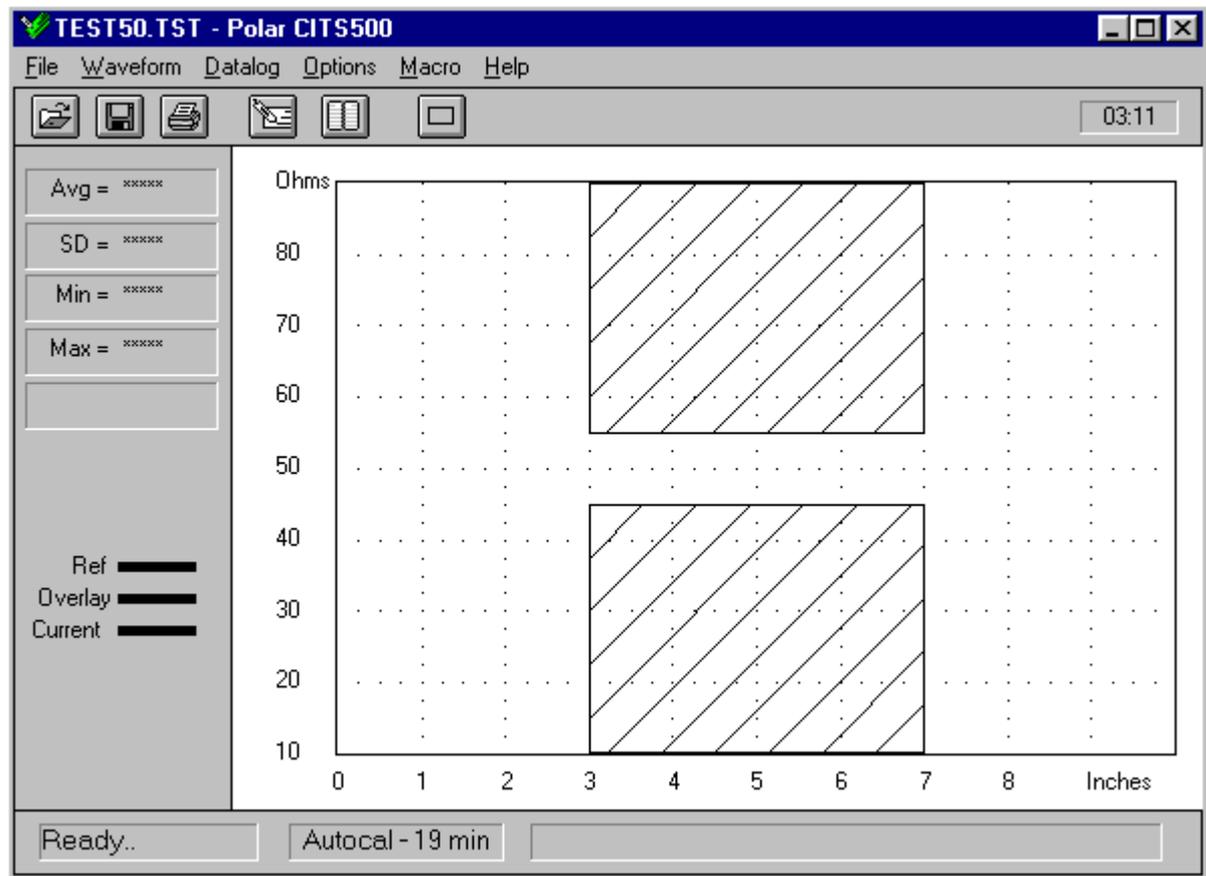


Abb. 3-3 Das CITS Test-Fenster mit Testdatei TEST50.TST geladen

Testen des Coupons

Hinweis: Stellen Sie sicher, daß die Signalspitze der Probe auf das Signallötlauge bzw. die Massespitze auf das Masselötlauge zu liegen kommt. Üblicherweise sind GND-Lötlaugen quadratisch und können so von den übrigen unterschieden werden.



Die Schaltfläche Test

Halten Sie nun die Prüfspitze auf die zu testende 50Ω Impedanz und starten Sie durch Betätigen des Fußpedals oder durch Klicken der Schaltfläche Test die Messung. Berühren Sie während der Messung nicht die Leiterbahn.

Das System benötigt für die Messung einige Sekunden und zeichnet dann als Ergebnis die Impedanzkurve der 50Ω -Leiterbahn.

Das CITS zeigt die Impedanz der Leiterbahn inmitten der Toleranzfelder des Testprogramms (s. Abb. 3-4).

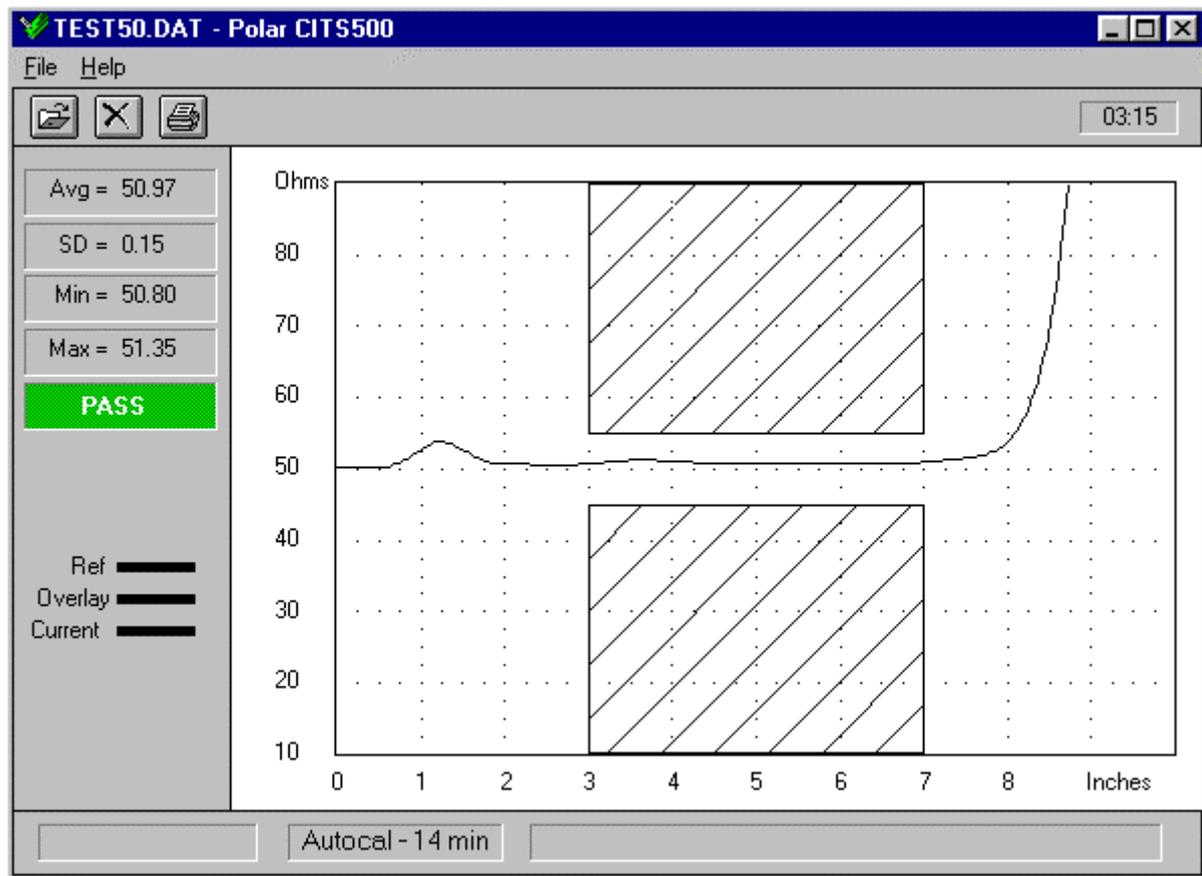


Abb. 3-4 Ergebniskurve der 50W-Impedanz innerhalb der Toleranzen

Liegt die Kurve über der gesamten Testlänge innerhalb der schraffierten Flächen, wird das Ergebnis als **PASS** aufgezeichnet.

3-2 Anzeige der Impedanzstatistik

Das CITS zeigt das PASS/FAIL Ergebnis des Tests sowie die Impedanzstatistik über den getesteten Bereich:

- Impedanz-Mittelwert
- Standardabweichung
- Impedanz-Minimum
- Impedanz-Maximum

Der getestete Bereich ist normalerweise der flachste Bereich der Meßkurve des Coupons welcher als *ungestörtes Intervall* bezeichnet wird. (Anschluß-Einflüsse und Leerlauf-Effekte am Ende des Coupons werden hierbei ignoriert)

(Hinweis: Es ist sehr wichtig, hochqualitative Testverbindungen einzusetzen (z.B. Microstrip probes) um Unstetigkeiten weitgehend zu vermeiden.)

Die Werte werden in den entsprechenden Feldern gemeinsam mit der Meßkurve dargestellt.

Schneidet die aufgezeichnete Meßkurve die schraffierten Toleranzflächen, so wird dieser Test mit einem **FAIL**-Ergebnis aufgezeichnet - Siehe Abb. 3-5.

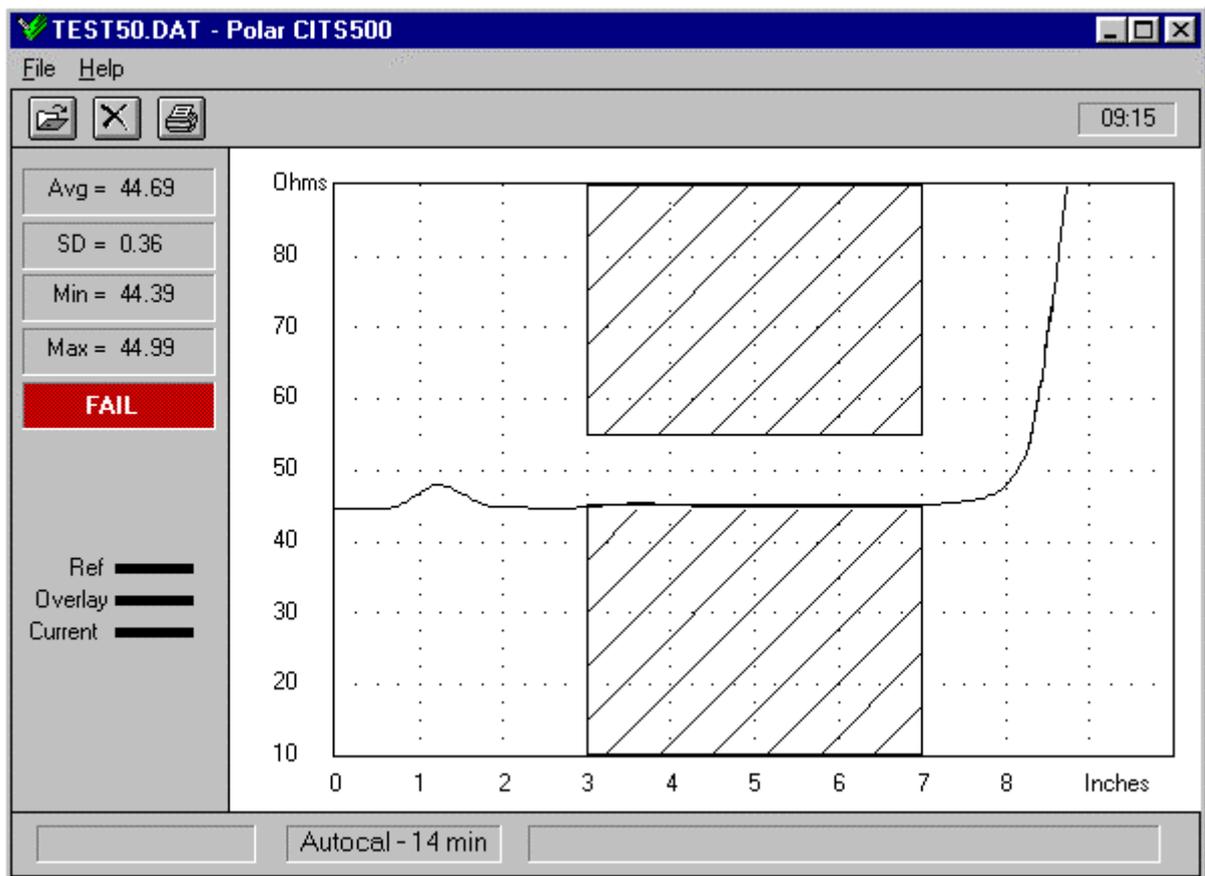


Abb. 3-5 50Ω-Ergebniskurve außerhalb der Toleranz

(Gibt das CITS die Meldung FAIL aus, so überprüfen Sie vorerst die Richtige Polarität und die einwandfreie Kontaktierung des Coupons mit der Probe und testen Sie erneut.)

Wiederholen Sie diese Prozedur mit den 75 und 100W-Leiterbahnen mit den zugehörigen Testdateien TEST75.TST und TEST100.TST.

3-3 Programmausstieg

Wollen Sie das Programm beenden und zum Programm-Manager zurückkehren, so wählen Sie aus dem Menü **File** den Menüpunkt **Exit**, oder drücken Sie die Tastenkombination **Alt** und **F4**.

Diese Seite ist absichtlich leer.

ABSCHNITT 4 — SYSTEMBETRIEB

WICHTIG: Das CITS ist ein extrem empfindliches Meßinstrument. Um eine Beschädigung des CITS zu vermeiden, beachten Sie jederzeit die Antistatikvorkehrungen. Siehe Anhang B für weitere Informationen

ANWENDUNG DES CITS

START DES PROGRAMMS

Das CITS FOR WINDOWS-Programm startet durch Doppelklicken der CITS-Ikone. Nach dem Start erscheint das Hauptbedienfenster mit der zuletzt verwendeten Testdatei.

Abbildung 4-1 zeigt das CITS-Hauptbedienfenster:

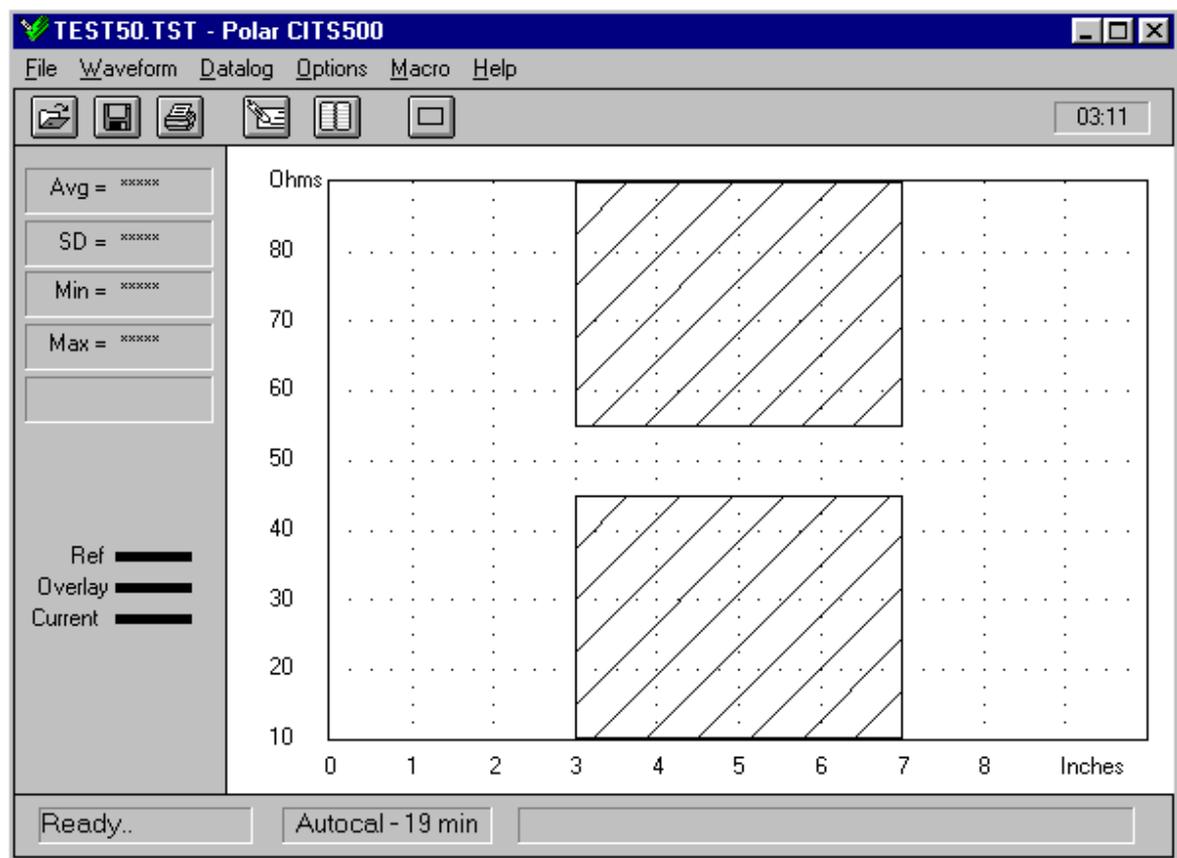


Abb. 4-1 Das CITS Bedienfenster

4-1 Das CITS-Bedienfenster

Das CITS Bedienfenster besteht aus folgenden fünf Abschnitten:

- die Menüleiste
- die Werkzeugleiste
- das Haupt-Testfenster
- der Ergebnis-/ Statistikbereich
- die Statuszeile

Der Hauptschirm kann auf Ganzbild-Modus umgeschaltet werden - klicken Sie einfach auf die Ganzbildmodus-Schaltfläche (oder klicken Sie die CITS500 Titelzeile oder drücken Sie die Tastenkombination **Alt + Leerzeichen + X** auf der Tastatur).

4-2 Die CITS-Menüleiste

Alle Befehle sind über sogenannte Pull-Down-Menüs verfügbar; die Kommandos können mittels Tastatur oder Maus ausgeführt werden (siehe auch FÜHRER DURCH DAS HANDBUCH — pviii).

Das File-Menü

Das Menü File (Datei) enthält die Befehle für das Arbeiten mit Testdateien - der Anwender kann somit:

- neue Testdateien erzeugen
- bestehende Dateien öffnen, editieren und schließen
- Tests mit den gewählten Dateien ausführen
- das CITS-Programm beenden

Erscheint das Menü **Files**, so werden die vier zuletzt verwendeten Testdateien in umgekehrter Reihenfolge aufgelistet.

Das Waveform-Menü

Das Menü **Waveform** ermöglicht dem Anwender:

- das Speichern der aufgenommenen Meßkurve für spätere Ansicht
- die Ansicht von aufgezeichneten Kurven
- das Ablegen der momentanen Meßkurve als Referenzkurve für eine Testdatei - diese Kurve wird in weiterer Folge immer grün dargestellt (default). Die Referenzkurve bleibt auch erhalten, wenn der Bildschirm gelöscht wird.

Referenzkurven können auch durch Löschen von der Testdatei entfernt werden. Jede Veränderung der Referenzkurve erfordert ein erneutes Speichern der Testdatei.

Das Datalog-Menü

Das Menü **Datalog** ermöglicht die Aufzeichnung von Testdaten in einer Textdatei zur Archivierung und nachfolgender Auswertung. Die Log-Datei kann ausgedruckt oder in eine Tabellenkalkulation importiert werden.

Die automatische Datenaufzeichnung kann mit dem **Autolog**-Befehl aktiviert und deaktiviert werden. **Autolog** ist defaultmäßig eingeschaltet, der Zustand wird zwischen einzelnen Meßabläufen gespeichert.

Ansicht aufgezeichneter Daten

Die Testdaten werden bei jedem Testdurchlauf zur Logdatei hinzugefügt. Der Befehl **View Log** öffnet das Fenster Data Log. Um Daten bei der Aufzeichnung anzusehen, wählen Sie View Log im Menü **Datalog**.

Das Aufzeichnungsfenster kann durch Auswahl von **Always on Top** im Menü **Datalog** immer sichtbar bleiben.

Hinweis: Für weitere Tests muß das Hauptbedienfenster das aktive Fenster sein — klicken Sie falls nötig auf des Hauptbedienfenster.

Das Options-Menü

Der Anwender kann die Betriebseinstellungen während des normalen Betriebs im Menü **Options** ändern:

- Löschen der momentanen Meßkurven und -daten.

- Überlagern von mehreren Meßkurven - dies ermöglicht einen Vergleich mehrerer Meßergebnisse.

- Ändern der Farben des Testbildschirms.

- Aktivieren der Anzeige von odd und even mode Werten bei der Messung differentieller Leiterbahnen.

- Aktivieren des Barcode-Lesers zur einfachen Eingabe von Boardidentifikations-Informationen

- Ändern der Systemkonfiguration

Siehe System Configuration für weitere Details.

Für kritische Zeitmessungen bietet das CITS Meßcursors — die Cursors können verwendet werden um die Ausbreitungsgeschwindigkeit und Punktimpedanzen zu messen. Das CITS berechnet das Zeitintervall zwischen den beiden Cursors basierend auf der eingestellten spezifischen Ausbreitungsgeschwindigkeit V_p (velocity of propagation) in der aktiven Testdatei — siehe Abschnitt 5-3.

Das Macro-Menü

Das Menü Macro erlaubt das Erzeugen und Ändern von Testdatei-Makros - Makros sind in diesem Fall Listen aus Testdateien, die manuell ausgewählt oder automatisch in einer Sequenz wiederholt werden.

Wird eine Makrodatei geladen, so zeigt das CITS eine Liste der einzelnen Testdateien der Sequenz. Der Anwender kann mittels Maus oder den Richtungstasten der Tastatur Dateien anwählen oder mit dem Fußschalter in der Liste fortfahren und nacheinander jeden Test der Sequenz ohne Tastatur- oder Mausektion ausführen. Bei aktivierter Datenaufzeichnung fordert das System bei Erreichen der letzten Macrozeile zur Dateneingabe auf. Wird ein Barcode-Leser verwendet, wird die Information zu Beginn eines Testdurchlaufs eingegeben.

Der **Autoload Next** Befehl des **Macro** Menüs bietet dem Anwender die Wahl aus dem angezeigten Untermenü — **Off**, **Always**, **On Pass**, **On Fail**. Ist der Befehl **Autoload Next** im Menü **Macro** gewählt, dann wird nach jedem Testdurchlauf der nächste Test automatisch geladen. Der Anwender schreitet zum nächsten Test mittels Maus oder den Pfeiltasten auf der Tastatur fort.

Autoload Next — **On Pass** ist defaultmäßig aktiviert. Ist **Autoload Next** deaktiviert, so erfolgt keine automatische Weiterschaltung durch die Testschritte. Die Schritte müssen dann manuell über Cursorstasten oder Mausklicks gewählt und gestartet werden. (verwenden sie den Fußtaster für handfreie Bedienung)

Die Ergebnisse werden während des Testvorgangs neben jeder Testdatei angezeigt.

Das Help-Menü

Das Menü Help enthält kurze Informationen und Instruktionen für jede CITS-Operation - Drücken Sie die Funktionstaste F1, um die On-Line-Hilfe aus jedem Betriebszustand des Programms anzufordern. Wählen Sie **Contents** für Hilfe zur CITS500 Bedienung.; wählen Sie **About** zur Anzeige der Systemdaten.

4-3 Die CITS-Hauptwerkzeuggestreife

Die CITS-Hauptwerkzeuggestreife enthält Schaltflächen, mit denen mittels Mausklick die häufigsten Befehle rasch ausgeführt werden können:



File Open... — drücken Sie diese Schaltfläche, um die Dialogbox **Select Test File** zu öffnen und eine Testdatei auszuwählen.



File Save — speichert die momentane Testdatei.



Print waveform — druckt die aktuelle Meßkurve auf dem Drucker aus



Execute Test — Führt eine Messung mit der ausgewählten Testdatei durch



Edit Test File — öffnet die Dialogbox des Testdatei-Editors, um die momentane Testdatei zu editieren



Clear — Löscht aus dem Testfenster Meßkurven und Statistikdaten

4-4 Das Statistik/Ergebnisfenster

Das CITS zeigt das GUT/SCHLECHT-Ergebnis (PASS/FAIL) einer Messung samt den statistischen Daten innerhalb des getesteten Bereichs der Meßkurve im Statistik/Ergebnisfenster an. Der getestete Bereich wird als *ungestörtes Intervall* (oder flachster Abschnitt) der Kurvenform bezeichnet und durch die Breite der Testlimits (der schraffierte Bereich — defaultmäßig in rot) begrenzt.

Nach Beendigung einer Messung wird die aufgenommene Meßkurve angezeigt, zusätzlich wird eine GUT/SCHLECHT-Meldung ausgegeben und die Statistikdaten aktualisiert.

Vier Werte werden angezeigt:

- Impedanzmittelwert
- Standardabweichung deviation
- Impedanzminimum
- Impedanzmaximum

Hinweis: Sind die Testlimits korrekt gesetzt, so entspricht der Impedanzmittelwert der charakteristischen Impedanz der getesteten Leiterbahn.

4-5 Die Statuszeile

Die CITS-Statuszeile zeigt Aktivitäts- und Statusinformation bzw. Meldungen zur Unterstützung des Anwenders.

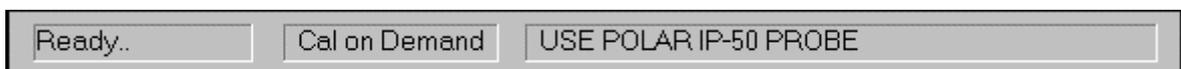


Abb. 4-2 Die CITS Statuszeile

Die Statuszeile enthält folgende Abschnitte:

Momentane Aktivitäten - das CITS meldet die gerade ausgeführte Aktion, Ready.. (wartet auf neue Befehle), Calibrating..., Setting Up..., Testing..., etc.

Kalibriermodus - Anzeige des eingestellten Kalibriermodus (Cal on demand - manuelle Kalibrierung, Autocal - zeitgesteuerte Kalibrierung, oder Cal on Test - Kalibrierung vor jedem Testdurchlauf).

Anwendermeldungen - spezielle Anweisungen für die Messung, etc. Diese werden in der Testdatei gespeichert und beim Laden einer neuen Testdatei angezeigt.

4-6 Tests an Leiterplatten

Die Prozedur des Tests von Leiterplatten ist ähnlich der Tests am Testcoupon im vorigen Abschnitt:

Auswahl einer bestehenden Testdatei (oder Erzeugen einer neuen Datei und Auswahl der Board-Testparameter - siehe Abschnitt 5).

Kontaktieren der Anschlüsse oder Steckverbinder der Platinen mit der Micostrip-Probe (beachten Sie die Polarität der Signal- und Masseverbindung).

Ausführen des Tests im Menü **Test** oder durch Klicken auf die Schaltfläche **Test**.

Eingabe von Board-details zur Datenaufzeichnung im Boardinformationsfeld.

Aus Gründen der Einfachheit wird die Verwendung des Fußschalters empfohlen, um beide Hände für die Kontaktierung der Platinen mit den Probes frei zu halten

Auswahl einer Testdatei

Vor dem Test einer oder mehrerer gleicher Platinen muß eine Testdatei mit den auf die Platine abgestimmten Testparametern geladen (oder, falls noch nicht existent, erzeugt) werden. Siehe auch Abschnitt 5 für das Erzeugen, Ändern und Speichern von Testdateien.

Wählen Sie im Menü **File** den Befehl **Open...** - das CITS zeigt die Dialogbox **Select Test File**:

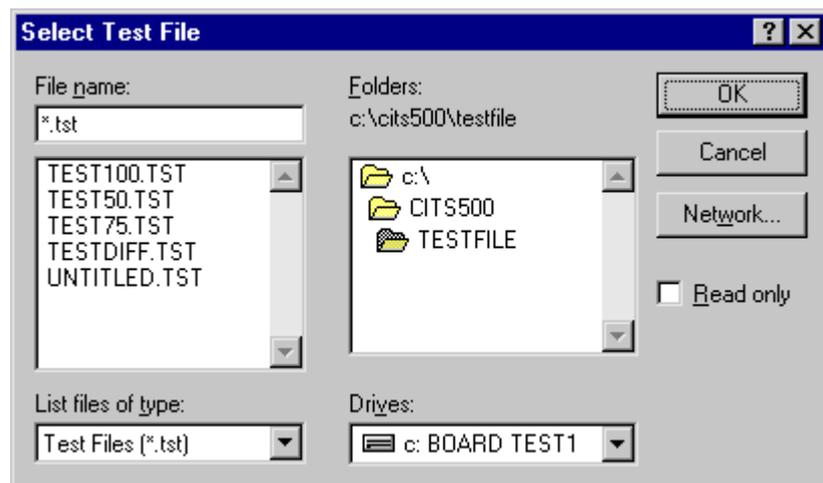


Abb. 4-3 Auswahl einer Testdatei

Die Dialogbox **Select Test File** öffnet sich mit einer Liste von **.tst**-Dateien im gerade angezeigten Verzeichnis. (Testdateien können

außerdem im Menü **File** aus der Liste der jüngst verwendeten Testdateien ausgewählt werden.)

Wählen Sie die Testdatei für die Platine durch Klicken mit dem Mauszeiger auf den Namen (oder wechseln Sie mit der <Tab> - Taste in die Dateiliste und wählen Sie mit den Pfeil auf/ab-Tasten die Datei) — in diesem Fall wählen wir TEST75.TST — Klicken Sie auf **OK**, um die Datei zu laden.

Das CITS zeigt den Namen der gewählten Datei in der Titelleiste und die Impedanz und die Längenskala im Testfenster.

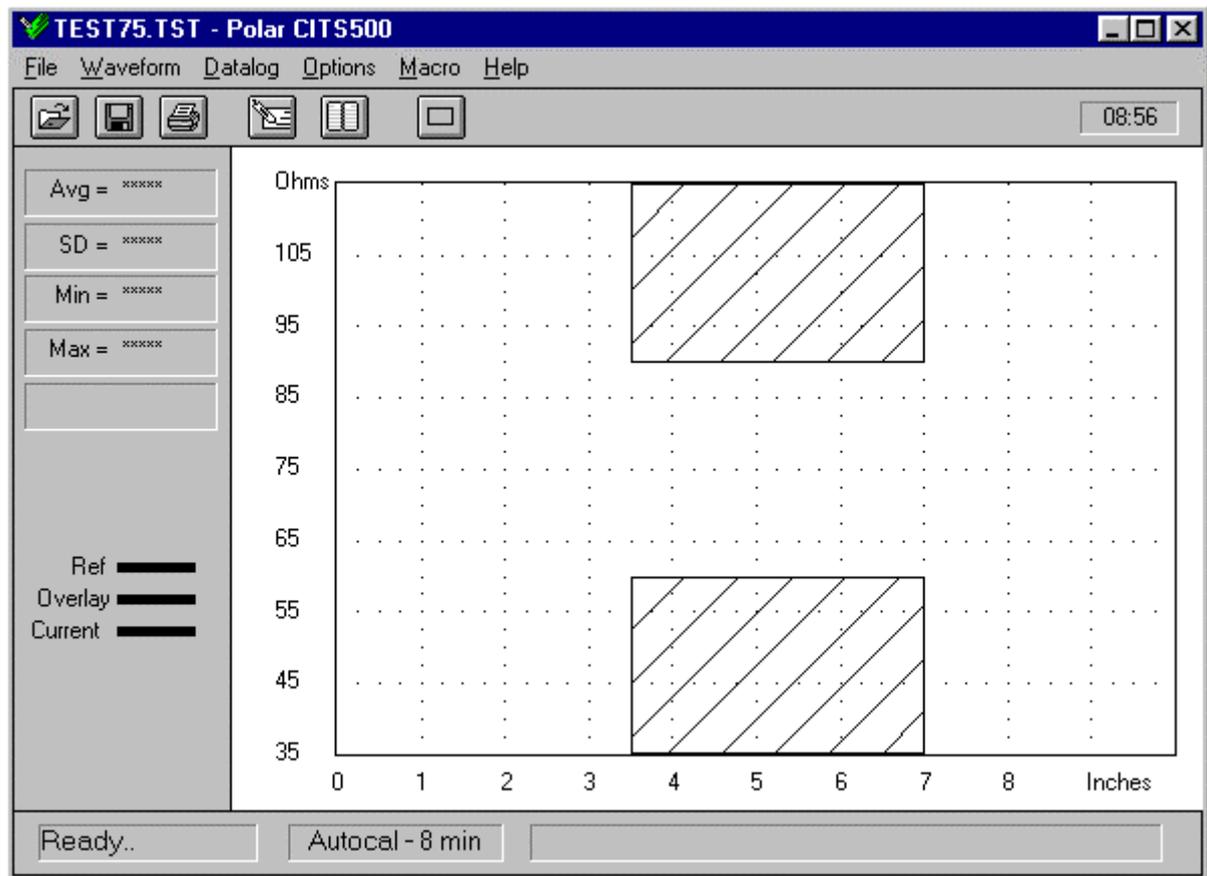


Abb. 4-4 CITS-Bildschirm mit geladener Testdatei

Ausführen des Tests

Die meisten Messungen werden mit Microstrip-Probes durchgeführt. Die Verwendung dieser Prüfspitzen minimiert Meßfehler durch Anpassungsfehler zwischen der Impedanz des Meßsystems (50Ω) und der zu testenden Leiterbahn.

Versuchen Sie, die Impedanzänderungen zwischen CITS und der Leiterplatte zu minimieren. Da die Impedanz des Meßsystems selbst 50Ω beträgt, ist es ratsam, zwischen CITS und der Leiterplatte nur Steckverbinder und Kabel mit einem Wellenwiderstand von 50Ω zu verwenden.

Zusätzliche Informationen und Tips zum Testen von Leiterplatten finden Sie am Ende dieses Kapitels.

Bringen Sie die Micostrip-Probe auf der Leiterplatte in Testposition. (Verbinden sie den Signalpin mit dem Pad der Signalleitung und den Massepin mit dem Massefläche - Pad).

Heinweis: Auf Testcoupons können die Signal- und Massepads meist durch ihre Form identifiziert werden (Signal pins Pads sind meist rund, Massepads rechteckig).

Wählen Sie die Funktion **Execute Test** (die Betätigung des Fußschalters wird in den meisten Fällen die geeignetste Methode dafür sein)

Wenn der Testschirm erscheint, so zeigen die schraffierten Flächen den Bereich an, der in der Testdatei für die Toleranzbewertung herangezogen wird (bei der Neuinstallation wird das Fenster auf einen Standardwert gesetzt — rote Schraffur auf schwarzem Hintergrund - siehe auch unter **Options** Menü für das Ändern der Bildschirmdarstellung)

Während des Leiterplattentests überprüft das System, ob die angezeigte Impedanzkurve innerhalb der definierten Limits zu liegen kommt.

Ist die Messung erfolgreich, so wird **PASS** angezeigt - s. Abb. 4-5.

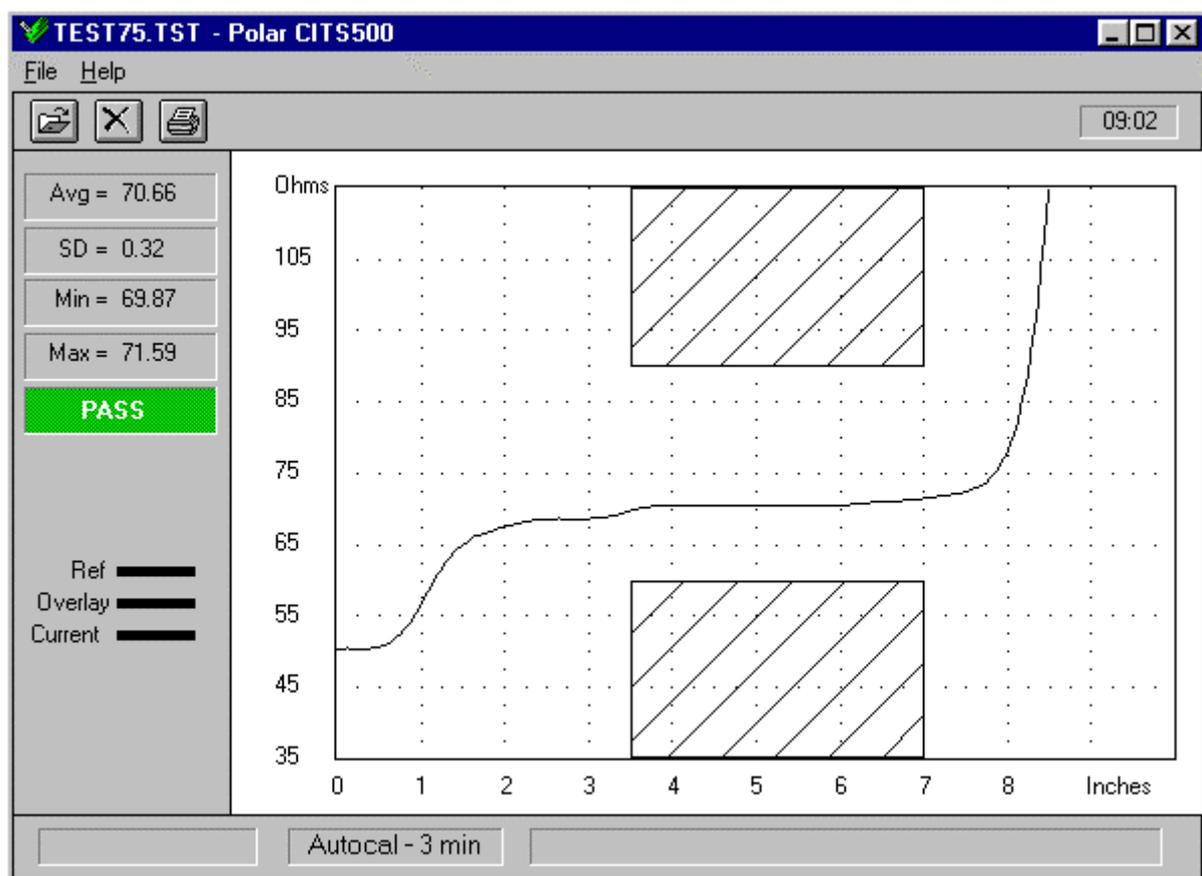


Abb. 4-5 Die Meldung PASS

Ist ein Test beendet, so wird die Board Informationsbox angezeigt, die Ergebnisse könnten in eine *Log-Datei* aufgenommen werden - siehe Abschnitt 4-7, *Aufzeichnung von Testdaten*.

4-7 Aufzeichnung von Testdaten (Data Logging)

Die Menüfunktion **Datalog** ermöglicht die automatische Aufzeichnung der Testergebnisse mehrerer Messungen einer Platinentype. Die Testdaten können als Textdatei aufgezeichnet und für Archivierungszwecke oder späterer Analyse verwendet werden.

Die Log-Datei wird in kommasepariertem Format gespeichert (auch comma separated values, oder csv-Format). Dieses Format kann von den meisten Tabellenkalkulationen oder Datenbanken importiert und als Protokoll ausgedruckt werden. Polar Instruments bietet optionell ein Microsoft Excel Programm zur automatischen Datenverarbeitung zur statistischen Prozeßkontrolle an.

Die Logdatei wird unter dem gleichen Namen als die Testdatei gespeichert, die Erweiterung ist jedoch **.wlg**. Wird die Funktion Datalog während einer Makroausführung verwendet (s. Abschnitt 5-7 - Testdatei-Makros), so erhält die Logdatei den Dateinamen der Makrodatei, jedoch die Erweiterung ist in diesem Fall **.csv**.

Wählen Sie, um die Datenaufzeichnung zu aktivieren, das Menü **Datalog** und stellen Sie sicher, daß **Autolog** aktiviert ist. **Autolog** ist standardmäßig aktiviert — **Autolog** kann auch permanent über das Menü **Options|Config...|Security** aktiviert werden.

Testen Sie die Platine mit der zugeordneten Testdatei; ist die Messung abgeschlossen, wählen Sie die Funktion Log - es erscheint die **Datalog Information** Dialogbox - siehe Abb. 4-6. Geben Sie die erforderlichen Details der Platine ein - Seriennummer, Datumcode und Benutzername, und klicken Sie auf **OK**.

Ist der Barcode-Leser installiert, prüfen Sie ob das Barcodefeld gewählt ist, setzen Sie den Leser auf das Barcode-Schild auf und drücken Sie die Lesetaste. Boarddaten etc., werden in das Barcodefeld eingefügt. (Das Barcodefeld ist das Defaultfeld beim Öffnen der Dialogbox. Im Macro-Betrieb wird zuerst nach der Barcodeeingabe verlangt und erst dann die Testdateien ausgeführt.)

TEST75.TST - Log

Barcode:

Serial no:

Date code:

Operator:

Job number

C:\CITS500\TESTFILE\TEST75.WLG

Cancel OK

Abb. 4-6 Die Datalog-Informationsdialogbox

Der Anwender wird bei jeder Aufzeichnung aufgefordert, die Information über die Platine zu bestätigen.

Hinweis: Wird im Feld **Serial no** ein numerischer Wert eingegeben (z.B. SN001), so wird automatisch bei jeder weiteren Aufzeichnung der numerische Wert um Eins erhöht. Dieser Wert kann jedoch, falls nötig, vom Benutzer überschrieben werden.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Cancel**, wenn die Ergebnisse nicht aufgezeichnet werden sollen (z.B. bei einer Fehlmessung durch Kontaktprobleme zwischen Probe und Leiterplatte).

Ansicht aufgezeichneter Daten

Wählen Sie aus dem Menü **Datalog** die Funktion **View Log**, um das **Data Log**-Fenster zu aktivieren - s. Abb. 4-7.

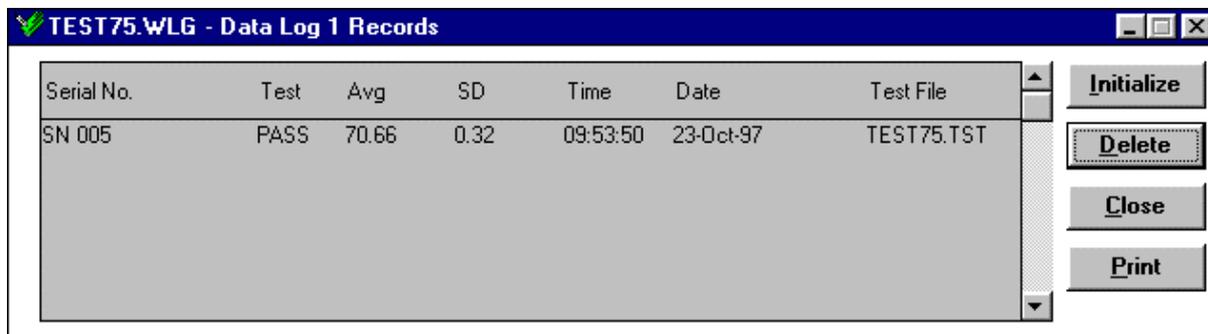


Abb. 4-7 Das Data Log Fenster

Das Datalog-Fenster

Das Datalog-Fenster zeigt alle aufgezeichneten Einträge der Logdatei an.

Jeder Eintrag besteht aus einer Anzahl an aufgezeichneten Daten - die Platinendetails, Testdatum und Testzeit, und das Ergebnis jedes Tests zusammen mit den Statistikdaten der Platine.

(Deckt das Datalog-Fenster den Testschirm ab, so drücken und halten Sie die linke Maustaste im Titelfeld des Datalogfensters, und ziehen Sie das Datalog-Fenster vom Testschirm weg, so daß dieser wieder zu sehen ist.)

Die Testergebnisse werden hintereinander als Einträge in der Logdatei gespeichert. Mit dem Rollbalken können Sie in der Liste blättern, wenn Sie bestimmte Einträge ansehen möchten.

Das Datalog-Fenster kann mit dem Befehl **Always on Top** aus dem **Datalog** Menü permanent angezeigt werden.

Hinweis: Für weitere Tests muß das Testfenster durch Anklicken wieder aktiviert werden.

Rücksetzen der Logdatei

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Initialize**, um alle Einträge aus der Datei zu entfernen.

*Achtung: Mit **Initialize** werden alle Einträge der Datei gelöscht!*

Löschen von Einträgen

Wollen Sie einen einzelnen Eintrag aus der Liste löschen, so wählen Sie mit einem Mausklick die gewünschte Zeile aus, und klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche **Delete**.

Hinweis: Der Eintrag wird damit unwiderruflich gelöscht !

Drucken von Aufzeichnungen

Mit der Schaltfläche **Print** können Sie die aufgezeichneten Daten ausdrucken - es erscheint die Dialogbox **Print...** :

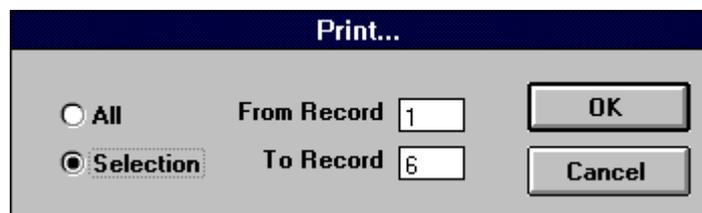


Abb. 4-8 Auswahl von Einträgen zum Druck

Klicken Sie auf **All**, um alles zu drucken..

Wählen Sie **Selection**, und geben Sie Anfang und Ende der zum Drucken gewünschten Einträge in **From Record** und **To Record** ein. Klicken Sie auf **OK**.

4-8 Anwendung der Zeitbereichs-Marker

Ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit V_p der zu testenden Leiterbahn bekannt, so können Laufzeitverzögerungen durch Setzen von Marker am Beginn und Ende der Teststrecke durchgeführt werden.

Wählen Sie aus dem Menü **Options** die Auswahl **Cursors**, um die Marker auszuwählen.

Die Marker erscheinen in der graphischen Anzeigefläche wobei rechts neben den Schaltflächen der Werkzeugleiste das Zeitintervall als Zahlenwert angezeigt wird. Siehe Abb. 4-9.

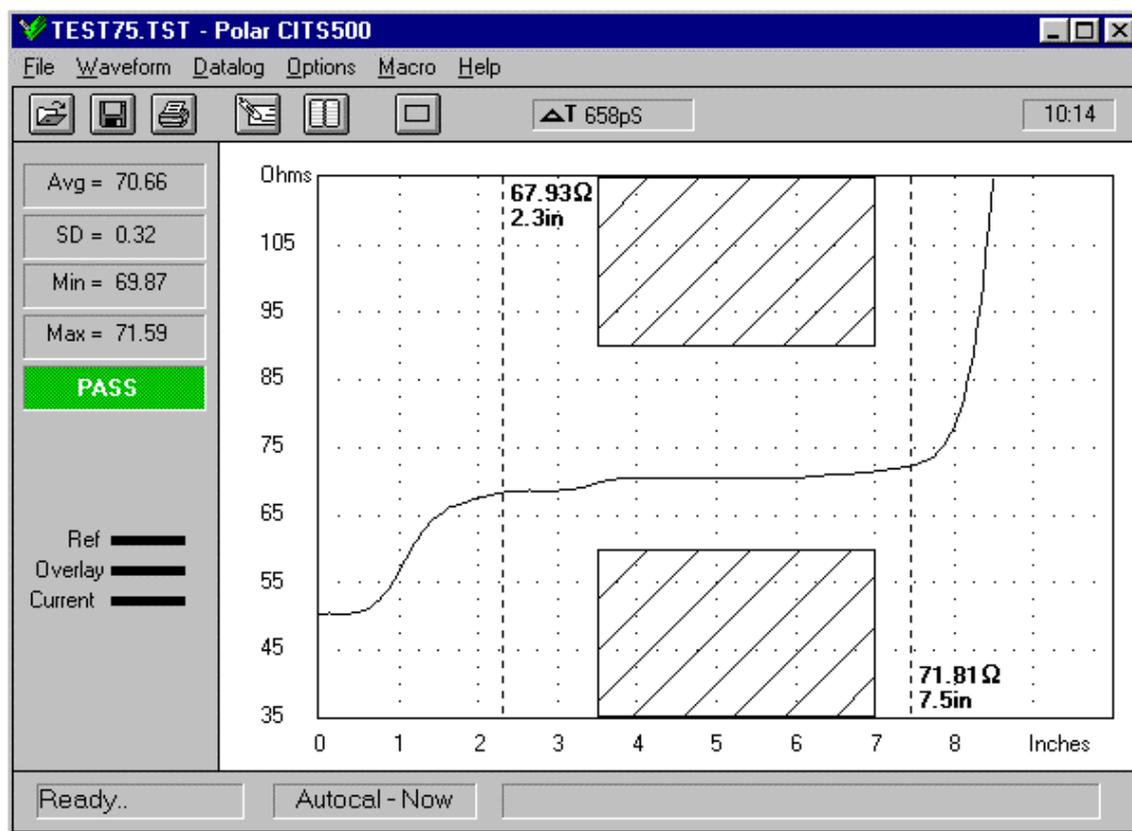


Abb. 4-9 Verwendung der Delta Time Marker zur Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit.

Klicken Sie, um einen Marker zu positionieren, mit der linken Maustaste auf das Dreieck auf der Markerspitze (der angewählte Marker ändert seine Form auf ein graues Rechteck); ziehen Sie den Marker in die Anzeigefläche auf die gewünschte Position auf der Kurve. Lassen Sie anschließend die Maustaste wieder los.

Am Bildschirm wird die Distanz und Impedanz der jeweiligen Markerposition angezeigt.

Das System errechnet das Zeitintervall zwischen den beiden Markern auf der Basis der eingestellten Konstante V_p (Ausbreitungsgeschwindigkeit) in der momentan aktiven Testdatei - siehe auch Abschnitt 5-3.

Schneidet die gemessene Impedanzkurve einen der beiden schraffierten Bereiche, so wird vom System die Fehlermeldung **FAIL** ausgegeben.

4-9 Ausdruck der Impedanzkurven und Testergebnisse

Wählen Sie die Funktion **Print**, um einen Ausdruck der Testergebnisse der Platine zu erhalten.

Das System fordert Sie zur Eingabe von zusätzlichen Informationen auf, die mit den Testergebnissen mit ausgedruckt werden (Seriennummer der Platine, Datumcode, Name und Kommentar des Anwenders. Siehe Abb. 4-10.

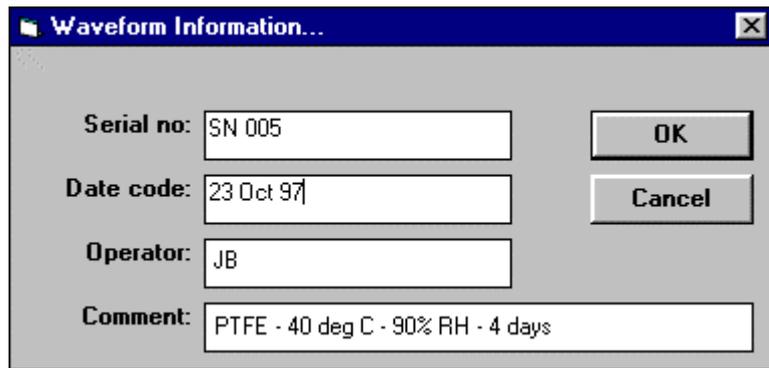


Abb. 4-10 Die Waveform Information Dialogbox

Klicken Sie auf OK, um den Ausdruck zu starten. Die aktuellen Testergebnisse werden zusammen mit eventuellen Überlagerungen, der Referenzkurve, und mit den Ergebnisdaten ausgedruckt.

4-10 Aufzeichnen von Testkurven

Die Funktion **Record Current Waveform** ermöglicht die Speicherung auf der Festplatte. Die Meßkurven werden als Dateien mit der Erweiterung **.dat** abgelegt.

Wählen Sie **Record Current Waveform** aus dem **Waveform** Menü — das System zeigt die **Waveform Information** dialog box zur Eingabe von Board-Seriennummer, Datumscode, Bedienername und Kommentare. Siehe Abb. 4-10 oben.

Mit der Taste **<Tab>** kommen Sie jeweils zum nächsten Eingabefeld. Klicken Sie auf OK, wenn alle Felder eingegeben wurden - es erscheint die Dialogbox **Save Waveform File**.

Geben Sie einen neuen Dateinamen unter **File Name** an, und klicken Sie auf **OK**.

Wollen Sie bestehende Daten überschreiben, dann wählen Sie einen bestehenden Namen aus der Liste, und klicken Sie auf **OK**. Der Default-Dateiname lautet **<TestFile>.dat** wobei TestFile der Name der aktuellen Testdatei ist.

Eine Warnmeldung erscheint und fordert Sie zur Bestätigung auf, ob Sie tatsächlich die vorhandenen Daten mit den neuen überschreiben wollen.

Ansicht aufgezeichneter Impedanzkurven

Testkurven, die mit der Funktion **Record Current Waveform** gespeichert wurden, können mit dem Befehl **View Recorded Waveform** wieder geladen und ausgedruckt werden.

Wählen Sie aus dem Menü **Waveform** den Befehl **View Recorded Waveform** - die Liste der vorher gespeicherten Kurven wird angezeigt.

Markieren Sie mit der Maus oder den Pfeiltasten der Tastatur die gewünschte Datei, und klicken Sie auf **OK**. Die aufgezeichnete Kurve samt zugehörigen Statistikdaten erscheint.

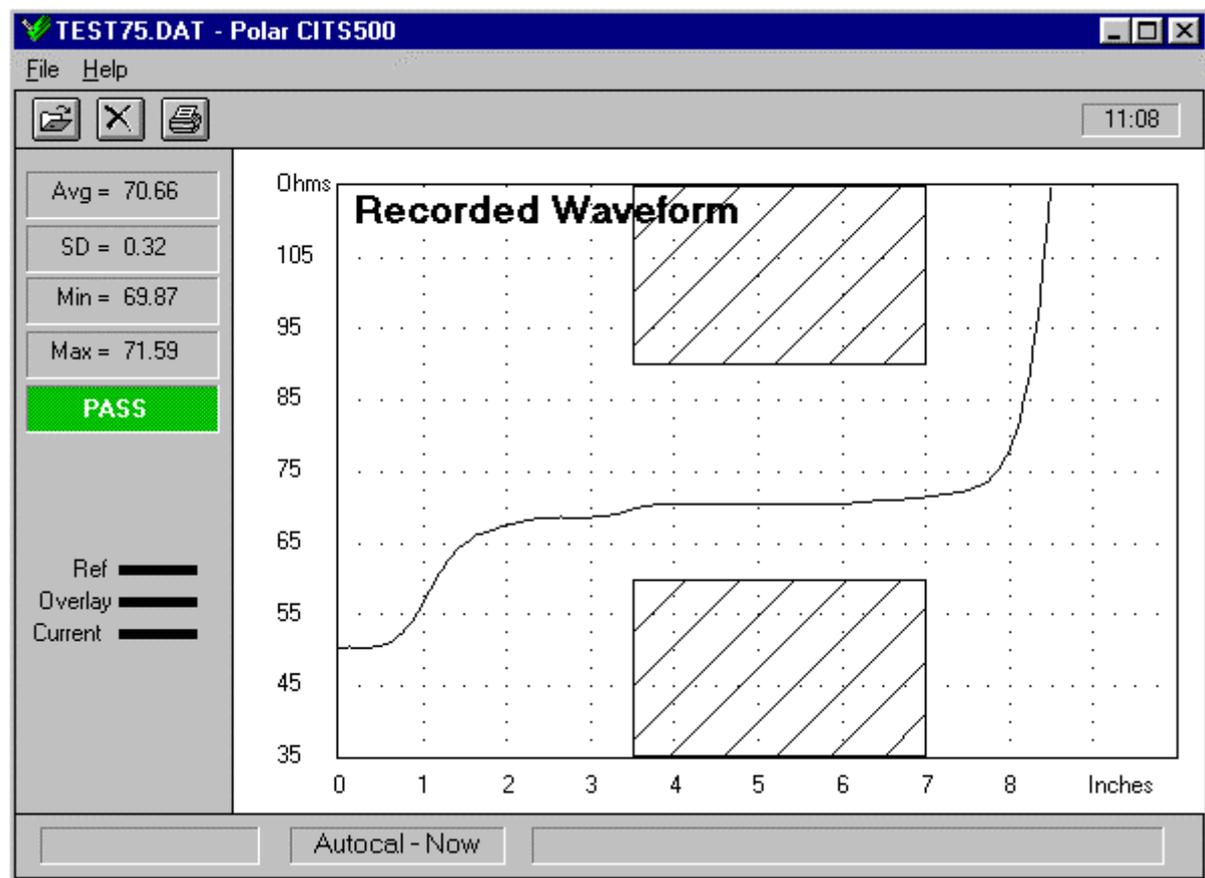


Abb. 4-11 Ansicht der gespeicherten Meßkurve und Statistikdaten

Bitte beachten Sie, daß bei Ansicht bereits gespeicherter Daten die Meldung **Recorded Waveform** in der Grafik erscheint.

Weitere Kurven können mittels des Befehls **Open** aus dem Menü **File** zur Ansicht gebracht oder mit dem Befehl **Print** ausgedruckt werden.

Wählen Sie aus dem Menü **File** den Befehl **Close**, um zur normalen Betriebsweise zurückzukehren.

Die Recorded Waveform-Menüleiste

Werden Testkurven angesehen, so wird ein eingeschränktes Menü (das **File**-Menü) bzw. eine eingeschränkte Werkzeugleiste angezeigt.



Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um andere gespeicherte Kurven darzustellen.



Mit dieser Schaltfläche kehren Sie zur normalen Betriebsart zurück.



Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die angezeigte Kurve zu drucken.

4-11 Referenzkurven

Das CITS besitzt die Fähigkeit, eine Referenzkurve für jede Testdatei zu speichern - die Referenzkurve wird als Beispiel einer guten Leiterbahn dargestellt, wenn eine Testdatei ausgewählt wird.

Erstellen einer Referenzkurve

Wählen Sie, wenn sich eine gute Testkurve am Bildschirm befindet, aus dem Menü **Waveform** den Befehl **Set Reference Waveform**, um die momentan angezeigte Meßkurve als Referenzkurve der Testdatei abzuspeichern. Diese Kurve wird immer, sooft Sie diese Testdatei wählen, am Schirm angezeigt. Wählen Sie, um diesen Vorgang permanent zu speichern, aus dem Menü **File** den Befehl **Save**.

Löschen einer Referenzkurve

Mit dem Befehl **Clear Reference Waveform** aus dem Menü **Waveform** können Sie die momentane Referenzkurve aus der Testdatei entfernen. Speichern Sie mit dem Befehl **Save** aus dem Menü **File** die Datei, um diese Änderung permanent zu machen.

4-12 Überlagerung von Impedanzkurven

Der Befehl **Overlay** aus dem Menü **Options** erlaubt die überlagerte Darstellung mehrerer Meßkurven.

Die Option **Overlay** öffnet ein Untermenü, in welchem der Anwender die Anzahl der zu überlagernden Kurven angeben kann - 2, 5, 10, 15 oder 20.

Wird die Funktion Overlay aktiviert, so wird die Kurvendarstellung zwischen den Messungen nicht gelöscht; die Ergebnisse der letzten 2, 5, 10, 15 oder 20 Testdurchläufe werden so lange überlagert, bis die Funktion Overlay mit Off deaktiviert wird - bei Erreichen von 20 Kurven wird die jeweils älteste Kurve verworfen. Siehe Abb. 4-12.

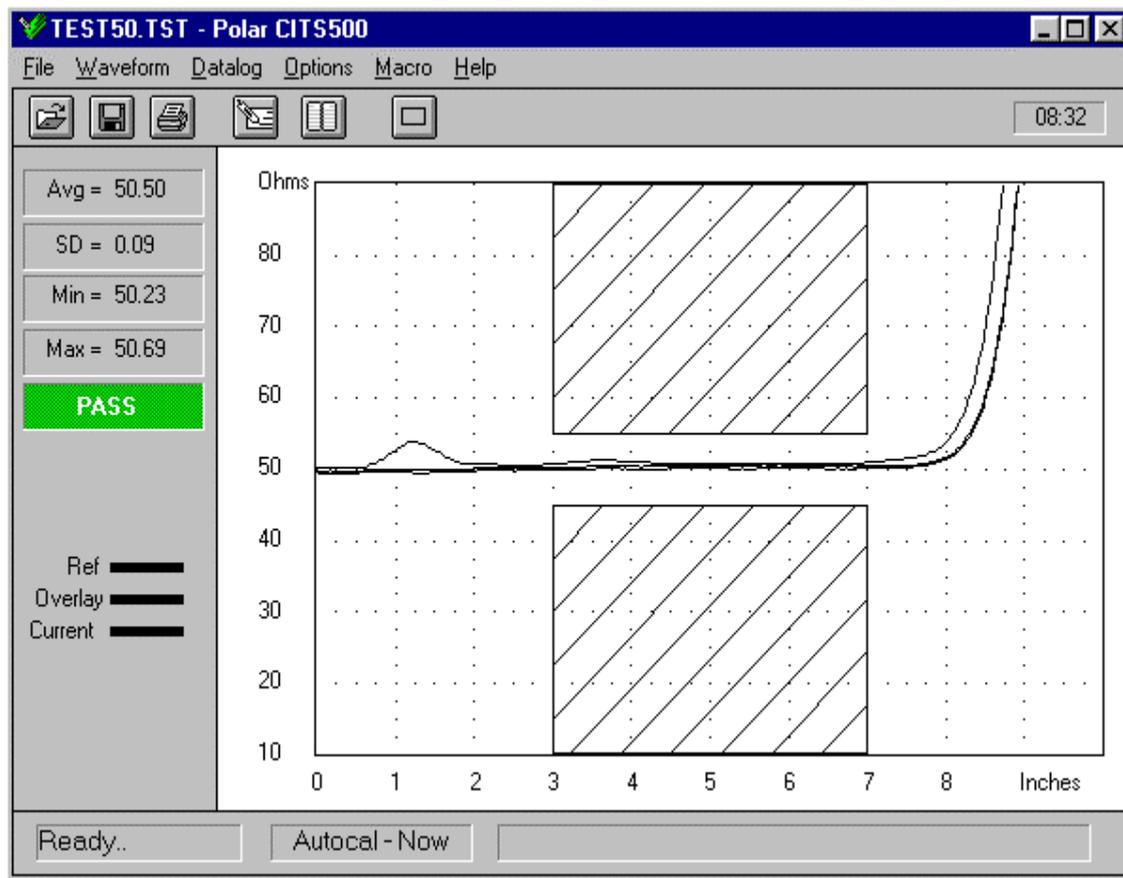


Abb. 4-12 TEST50.TST Überlagerte Meßkurven im **Overlay**-Modus

Testen Sie mehrere Platinen wie vorher besprochen - das Testergebnis jeder Messung wird auf den vorhergegangenen überlagert, bis die Funktion **Overlay** ausgeschaltet wird.

Hinweis: Die PASS/FAIL-Meldung und die Daten im Statistikfeld beziehen sich jeweils **nur** auf die zuletzt durchgeführte Messung. Die Statistikdaten werden nicht akkumuliert.

Wählen Sie **Clearscreen** aus dem Menü **Options** oder die Schaltfläche **Clear**, um die Schirmdarstellung zu löschen.

4-13 Programmausstieg

Wählen Sie **Exit** um das CITS Programm zu verlassen und in das Betriebssystem zurückzukehren.

4-14 Hinweise zum Leiterplattentest

Die Messungen an Leiterplatten sollten normalerweise mit Microstrip-Probes durchgeführt werden. Diese Prüfspitzen garantieren minimale Meßfehler durch Fehlanpassungen zwischen der Impedanz des Meßinstruments (50Ω) und der zu testenden Leiterplatte.

Natürlich ist es möglich, die Leiterplatte direkt über Steckverbinder auf der Leiterplatte zu testen.

Beachten Sie folgende Hinweise, wenn Sie ohne Microstrip-Probes Impedanzmessungen durchführen.

Minimieren Sie die Anzahl der Impedanzänderungen

Die besten Testergebnisse werden erzielt, indem die Anzahl der Impedanzänderungen zwischen dem Meßsystem und der zu testenden Leiterplatte auf ein Minimum reduziert wird.

Die Ausgangsimpedanz des CITS beträgt 50Ω ; verwenden Sie, sofern möglich, Kabel und Steckverbinder zwischen dem CITS und der Leiterbahn mit einem Wellenwiderstand von 50Ω .

Verwenden Sie Prüfspitzen, die am Übergang zur Leiterbahn eine möglichst geringe Impedanzabweichungen aufweisen.

Verwenden Sie qualitativ hochwertige Kabel.

Verwenden Sie ausschließlich hochwertige Kabel. Kabel geringer Qualität besitzen meist einen hohen Serienwiderstand. Dieser macht sich als allmählicher Anstieg des Wellenwiderstands entlang des Kabels bemerkbar.

Billige Kabel tendieren überdies zu einer größeren Impedanzabweichung über der Länge und an den Steckverbindern an den Enden.

Die dem CITS beiliegenden Kabel sind Präzisionskabel ($50\Omega \pm 1\Omega$).

Kompensieren Sie unvermeidbare Impedanzsprünge

Wenn Sie eine 75Ω -Leiterbahn mit einem 50Ω -Kabel testen wollen, so ist die Welligkeit und Schwingneigung am Beginn der Meßkurve natürlich schlechter als beim Testen z.B. einer 50Ω -Leiterbahn. Dies ist durch die sprunghafte Impedanzänderung am Kontaktierungspunkt bedingt.

Diese Effekte können folgendermaßen kompensiert werden:

Messen Sie nur im relativ flachen Bereich der Meßkurve.

Ändern Sie die Parameter **Test from:** und **Test to:** in der Art, daß die negativen Effekte am Beginn der Leiterbahn in die Bewertung der Messung nicht eingehen.

Verwenden Sie eine 75Ω -Microstrip-Probe; in diesem Fall passiert der Impedanzsprung beim Übergang des 50Ω -Kabels zur Prüfspitze, der Übergang zwischen Prüfspitze und Leiterbahn selbst ist sanft.

Polar Instruments bietet einen Coupon Holder zur Aufnahme von Testcoupons während des Tests an.

Diese Seite ist absichtlich leer.

ABSCHNITT 5 — EDITIEREN VON TESTDATEIEN

TESTPARAMETER-DATEIEN

EDITIEREN VON TEST-DATEIEN

Jede zu testende Platinentype wird unter Berücksichtigung mehrerer Testparameter überprüft. Jedes dieser Parametersets ist in einer *Testdatei* (Test File) gespeichert.

Die Abbildung unten zeigt die in der Testdatei gespeicherten Parameter.

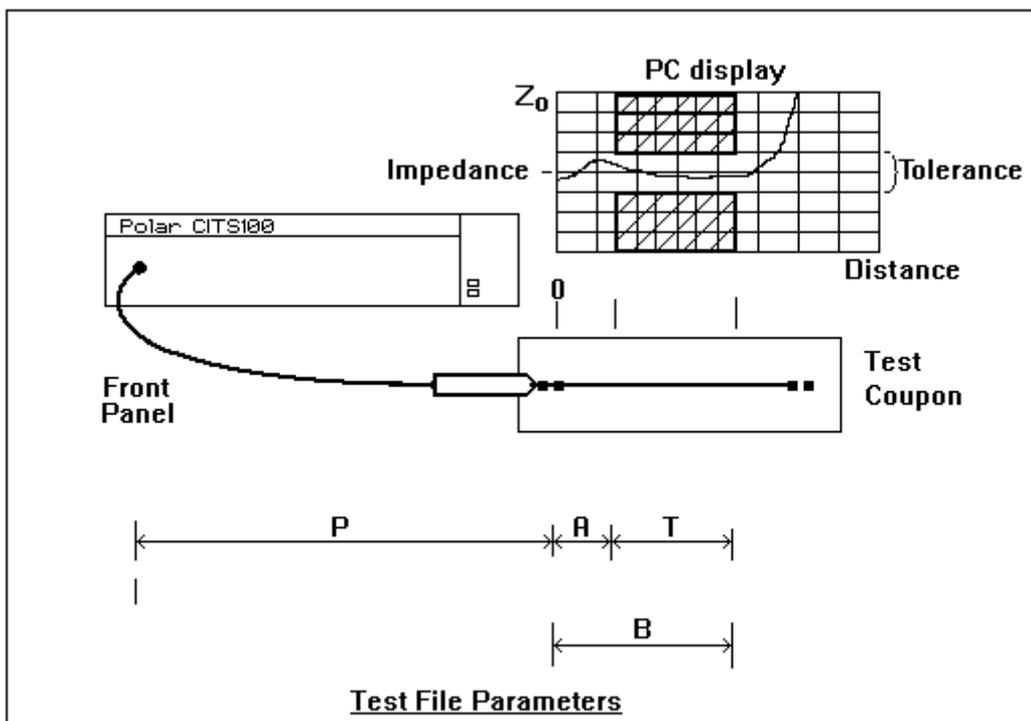


Abb. 5-1 In der Testdatei definierte Parameter

Die Buchstaben P, A, B und T in Abbildung 5-1 haben folgende Bedeutung:

| | | |
|---|---|-----------------------|
| P | = | Länge der Probe |
| A | = | Test From (teste von) |
| B | = | Test To (teste bis) |
| T | = | Testbereich (B-A) |

5-1 Der Testdatei-Editor

Die Testparameter für eine bestimmte Platinentype können mit dem integrierten **Testdatei-Editor** (Test File Editor) erstellt oder geändert werden - s. Abb. 5-1.

Abb. 5-2 Der Testdatei-Editor

5-2 Erzeugen und Ändern von Testdateien

Erzeugen einer neuen Testdatei

Wählen Sie den Befehl **New** aus dem Menü **File**, um eine neue Testdatei zu erstellen.

Dies lädt eine Testdatei mit dem Titel **Untitled.tst** und öffnet die Dialogbox des Testdatei-Editors mit den Standard-Testparametern - s. Abb. 5-2.

Jeder Parameter wird in einem *Parameterfeld* definiert und angezeigt. Ändern Sie, um eine neue Testdatei zu erstellen oder eine bestehende zu editieren, den Inhalt der Felder wie gewünscht, und Bestätigen Sie anschließend die Eingabe durch Klicken auf die Schaltfläche **OK**.

Die Felder werden im folgenden Kapitel erläutert.

5-3 Boardtestparameter

Customer

Das Feld **Customer** (Kunde) dient zur Eingabe eines Kundennamens als Teil der Testdaten (z.B. ABC Computer GmbH). Dieser Name wird zusammen mit den Testergebnissen ausgedruckt..

Das Feld **Customer** kann maximal 20 Textzeichen umfassen.

Board type

Das Feld Board type ermöglicht die Eingabe von bis zu 20 Textzeichen, um die Platinentype beizufügen (z.B. CPU-Hauptplatine oder 123-456 Teile-Nummer).

Der Inhalt des Feldes wird zusammen mit den Testergebnissen ausgedruckt.

Message

Im Feld Message (Mitteilung) können spezifische Anweisungen für den Benutzer während des Tests eingegeben werden (z.B. "Verwenden Sie die 75Ω-Microstrip Probe").

Der in dieses Feld eingegebene Text wird in der Statusleiste des Hauptfensters eingeblendet, wenn diese Testdatei ausgewählt wird.

Impedance

Geben Sie im Feld **Impedance** die nominale Impedanz der Leiterbahn der zu testenden Platine in Ohm ein.

Dieses Feld muß einen ganzzahligen Wert zwischen 10 und 500 Ohm enthalten.

Tolerance

Dieser Parameter definiert die Toleranz über der Nominalimpedanz der zu testenden Leiterbahn. Der Toleranzwert muß zwischen 0,1% und 100% betragen - das CITS akzeptiert Kommazahlen, z.B. 0,5%.

Probe length

Das Feld **Probe length** gibt die Länge zwischen dem Probe-Anschlußstecker auf der Frontplatte des CITS und dem Beginn der angezeigten Ergebniskurve am Bildschirm an (s. Abb. 5-1).

Werden die mitgelieferten Kabel und Probes verwendet, so kann der Standardwert des Feldes verbleiben (45 Zoll).

Wird eine andere Kontaktierungsmethode verwendet, so muß im Feld Probe length ein passender Wert eingegeben werden, um den Anfangspunkt der Anzeige in Form der Länge der Anschlußkabel und -adapter zu bestimmen. Wird beispielsweise der Wert 37 Zoll eingegeben, so startet die Anzeige am Schirm nach 37 Zoll, von der Frontplatte aus gesehen.

Die Länge kann in den folgenden Bereichen eingegeben werden:

0 bis 600 Zoll

0 bis 50 Fuß

0 bis 15 Meter

0 bis 3000mm.

Test from

Dieser Parameter gibt zusammen mit dem Parameter **Test to** die Länge an, die für den Test von Interesse ist.

Dies verhindert die versehentliche Einbeziehung von Strecken der Leiterbahn, bei der starke Einschwingvorgänge auftreten (wenn z.B. ein starker Impedanzsprung vorliegt).

Der Parameter **Test from** gibt die Länge vom Ende der Probe bis zum *Beginn* der Strecke an, die für die Auswertung herangezogen wird (s. Abb. 5-1)..

Der Wert definiert den Startpunkt des zu testenden Bereichs innerhalb des Anzeigefensters

Test from kann in folgenden Bereichen eingegeben werden:

0 bis 600 Zoll

0 bis 50 Fuß

0 bis 15 Meter

0 bis 3000mm.

Test to

Der Parameter **Test to** gibt die Länge zwischen dem Ende der Probe bis zum Ende der für die Messung interessanten Stelle auf der zu testenden Leiterbahn an (s. Abb. 5-1). Der Wert definiert das Ende des getesteten Bereichs auf dem Anzeigefenster.

Der Wert wird üblicherweise so gewählt, daß die Kurve vor dem offenen Leiterbahnenende endet, bevor die Testkurve nach unendlich ansteigt.

Test to kann in folgenden Bereichen eingegeben werden::

0 bis 600 Zoll

0 bis 50 Fuß

0 bis 15 Meter

0 bis 3000mm.

Hinweis: **Test to** muß größer als **Test from** sein.

Distance units

Die Horizontalachse auf dem PC-Schirm zeigt die Länge entlang der getesteten Leiterbahn.

Das Feld **Distance units** gibt die Einheit an, welche für die zugehörigen Längeneingabefelder herangezogen werden (Zoll, Fuß, Millimeter oder Meter), bzw. die Einheit der Werte auf der Horizontalachse des Diagramms.

Ohms/div

Die Vertikalachse des Schirms ist in Ohm pro Teileinheit skaliert. Die Skala kann auf die vordefinierten Werte **1, 2, 5, 10, 20** oder **50** Ohm/div gesetzt werden.

Drücken Sie die Cursortasten Auf/Ab, um die verfügbaren Werte auszuwählen.

Wählen Sie den Faktor, um eine optimale Anzeige zu erreichen - kleinere Werte zeigen die Ergebniskurve detaillierter.

Die Anzeige erfolgt, unabhängig von der Wahl des vertikalen Anzeigefaktors, immer zentrisch über der gewählten Nominalimpedanz.

Differential

Gewöhnliche kontrollierte Impedanzstrukturen bestehen aus einer einzelnen Signalleitung und einer oder zwei Masseschichten. Impedanzmessungen zwischen Signal und Masse werden auch als *single ended* oder *unsymmetrisch* bezeichnet.

Wird eine höhere Übertragungsgüte (z.B. eine größere Störuneempfindlichkeit) gefordert, so wird eine komplexere Art der kontrollierten Impedanzstruktur herangezogen - ein differentielles oder symmetrisches Leiterpaar. Diese Leitungen werden derart gespeist, so daß die eine Leitung die umgekehrte Signalpolarität gegenüber der anderen besitzt.

Am Ende des Leitungspaares wird das eine Signal vom anderen subtrahiert, die induzierten Störungen werden ausgeblendet. Diese Technik wird üblicherweise zur Erhöhung des Störabstandes in schnellen analogen und digitalen Systemen verwendet.

Der Wellenwiderstand eines differentiellen Leiterpaares setzt sich somit nicht nur aus den Impedanzen der einzelnen Leiterbahnen gegen Masse, sondern auch aus der Interaktion der Leiterbahnen zueinander zusammen.

Um differentielle Impedanzmessungen zu ermöglichen besitzt das CITS500 auf der Frontplatte zwei SMA-Steckverbinder. Differentielle Tests werden mit der differentiellen Probe IPD-100 durchgeführt.

Für differentielle oder symmetrische Impedanztests ist die Verwendung von gepaarten Anschlußkabeln hinsichtlich Wellenwiderstand und Länge von äußerster Wichtigkeit !.

Es wird empfohlen, die beiliegenden Anschlußkabel zu verwenden.

Wählen Sie, um differentielle Tests durchzuführen, in der Sektion **Differential** die Option **On**.

Loss Compensation

Das Feld Loss Compensation (Verlust-Kompensation) kann dazu verwendet werden, um etwaige Serienverluste in der Leiterbahn zu kompensieren.

Jeder Serienwiderstand erscheint als Rampe in der Meßkurve mit linear ansteigender Impedanz über der Leiterbahnlänge. Der Serienwiderstand ergibt einfach eine Addition mit dem Wellenwiderstand über der Länge der Meßkurve.

Dieses Phänomen wird durch den Gleichstromwiderstand zusammen mit dem Skin-Effekt der Leiterbahn ausgelöst, der den effektiven Querschnitt verringert.

Die Serienverluste können durch Ändern des Anstiegs der Kurve durch einen definierten Wert in Ohm/Meter kompensiert werden. Dies schaltet den Effekt der Serienverluste aus und zeigt die unverfälschte Charakteristik des Leiterbahn-Wellenwiderstands an.

Hinweis: Serienverluste können durch einen tatsächlichen Anstieg des Wellenwiderstands der Leiterbahn unterschieden werden, indem von beiden Enden der Leiterbahn aus gemessen wird. Im Falle von Serienverlusten erscheint der Impedanzanstieg jeweils in gleicher Art und Weise.

Für normale Anwendungen wird empfohlen, das Feld Loss Compensation unberührt zu belassen (Standardwert). In manchen Fällen jedoch kann es nötig sein, einen anderen Wert einzugeben (z.B. bei langen Leiterbahnen oder Leiterbahnen mit sehr kleinem Querschnitt).

Wählen Sie **User**, um die Textbox Series Loss anzuzeigen - drücken Sie die Cursortasten Rechts/Links, um das gewünschte Feld zu erreichen, und geben Sie den Wert ein..

Hinweise über den gültigen Wertebereich finden Sie unter SPEZIFIKATIONEN (Seite iv).

Velocity of Propagation (Vp)

Die Velocity of Propagation (Ausbreitungsgeschwindigkeit) ist die Geschwindigkeit, mit der sich ein elektrisches Signal entlang einer Leitung oder Leiterbahn ausbreitet. Vp wird als Prozentwert der Lichtgeschwindigkeit c angegeben.

Die Signalgeschwindigkeit hängt vom Dielektrizitätskoeffizienten des Leitermediums ab. Aus Vereinfachungsgründen nimmt das CITS an, daß alle Kabel und Leiterbahnen eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 66% der Lichtgeschwindigkeit besitzen. Das CITS errechnet die angezeigte Länge aus der Zeit mit dem

Standardwert 0,66 von V_p . Dieser Wert wird sich für typische Koaxialkabel und Leiterbahnen als ausreichend genau erweisen.

Sind jedoch größere Abweichungen der Ausbreitungsgeschwindigkeit vorhanden, so wirkt sich dies in offensichtlichen Längenfehlern aus. Luftstrecken beispielsweise haben eine große Ausbreitungsgeschwindigkeit (98 - 99% von c) und erscheinen deshalb kürzer als ihre tatsächliche physikalische Länge, wenn sie mit der Standardeinstellung von V_p gemessen werden. Für die meisten Anwendungen jedoch ist vorwiegend die Impedanz, und nicht die gemessene Länge von Bedeutung.

V_p kann, wenn gewünscht, für die angezeigte Länge geändert werden. Ist die Einstellung von V_p korrekt, so entspricht die gemessene Länge der physikalischen Länge. Die Einstellung wirkt auf alle angezeigten Kurven.

Belassen Sie für die meisten Tests die Einstellung von **V_p** als Standard (**Default**).

Die Auswahl der Option **User** bringt eine Textbox zur Anzeige, die den momentanen Wert von V_p enthält. Mit der Maus oder den Cursortasten auf der Tastatur kann das Feld angewählt und der Inhalt verändert werden.

Hinweis: Eine Stripline in FR-4 material (Epoxy-Glas) besitzt ein ϵ_r von ca. 4. V_p ist invers proportional der Quadratwurzel aus ϵ_r , V_p ist daher näherungsweise 0.5, d.h. halbe Lichtgeschwindigkeit.

Test Method

Wird dieser Parameter auf **Normal** gesetzt, dann meldet das CITS jegliche Toleranzüberschreitung *an jeder Stelle* der zu testenden Länge (i.e. schneidet den schraffierten Bereich)

Die Auswahl von **Average** (Mittelwert) hat nur dann eine Fehlermeldung zur Folge, wenn die *durchschnittliche Impedanz* außerhalb der Toleranz ist

Wurde **Average** gewählt, so werden die Testlimits wie folgt angezeigt:

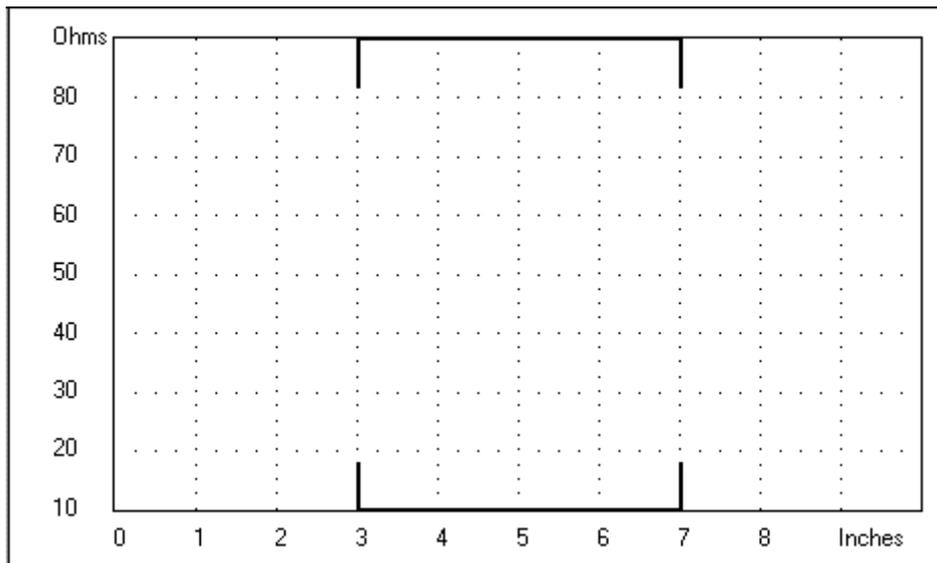


Abb. 5-3 Anzeige bei Average Test Method

Diese Funktion wird verwendet, wenn ein größere Anzahl von Durchkontaktierungen den Impedanzverlauf stören. Typische Beispiele sind Rückwand-Platinen.

Enhanced accuracy

Die **Enhanced Accuracy** Auswahl bietet nochmals erhöhte Meßgenauigkeit gegenüber früheren CITS-Versionen. Dieser Modus ist wählbar um Kompatibilität mit CITS200 Dateien zu gewährleisten. **Enhanced Accuracy** ist defaultmäßig eingeschaltet, wenn neue CITS500 Dateien erzeugt werden. **Enhanced Accuracy** schaltet sich ab, wenn eine CITS200 Datei geöffnet wird. Dies kann durch den Bediener geändert werden indem die alte Testdatei editiert und **Enhanced Accuracy** auf ON gesetzt wird.

Für permanente Teständerungen modifizieren Sie die Testparameter wie gewünscht und bestätigen Sie die neuen Parameter mit **OK**. Die neue enhanced-mode Test-Datei muß erneut gespeichert werden.

Hinweis: Mit der Ausnahme der Felder **Customer**, **Board type** und **Message** müssen alle Felder Testparameter enthalten; die erwähnten Felder können leer bleiben.

5-4 Speichern der Testdatei



Klicken Sie auf die Schaltfläche **Save**, um die Datei zu speichern

Sind alle Testparameter eingestellt, so klicken Sie auf die Schaltfläche **Save**, um die Datei als neue Datei zu speichern, oder wählen Sie **Save As** aus dem Dateimenü. Das System zeigt in diesem Fall die **Save As**-Dialogbox und fordert Sie zur Eingabe eines neuen Dateinamens auf.

Achtung: Wird die Datei **Untitled.tst** überschrieben, so werden die modifizierten Parameter als Defaultwerte für neue Testdateien herangezogen.

Benennen der Testdatei

Die vergebenen Namen einer Testdatei müssen den Konventionen von MS DOS- Dateinamen entsprechen. Dateinamen müssen exklusiv sein und können bis zu acht Zeichen enthalten. Das PC-Betriebssystem erlaubt folgende Zeichen für die Namensvergabe:

Buchstaben A bis Z und a bis z bzw.
Ziffern 0 bis 9

und die folgenden Sonderzeichen:

- ! \$ % ^ & () @ ~ # { } ` ' _

Leerzeichen, Beistriche, Punkte und Rückstriche (\) sind nicht erlaubt. Nähere Informationen finden Sie im MS DOS Benutzerhandbuch.

Hinweis: Es wird empfohlen, ein systematisches Namensschema anzuwenden, in welchem den Testdateien aussagekräftige Namen zugewiesen werden, z.B. 10L100T3.TST wobei:

10 = Layer 10

100 = 100Ω Nominalimpedanz

T = Top coupon

3 = dritte 100Ω Leiterbahn

Konsistente und beschreibende Dateinamen sind sehr hilfreich beim Erstellen von Macrodateien (Abfolgen von Testdateien — siehe Abschnitt 5-7).

Abspeichern unter neuem Namen

Die Anwender werden öfters Dateien neu benennen oder Testdateien mit ähnlichen Parametern wie existierende Dateien erstellen. Die einfachste Art ist das Ändern einiger Parameter und Abspeichern der Datei unter einem neuen Namen.

Wählen Sie eine existierende Datei mit dem Befehl **Open** aus dem Menü **File**, klicken Sie auf die Schaltfläche **Edit**, um die Datei wie gewünscht zu verändern, und klicken Sie weiters auf die Schaltfläche **Save As**, um die Datei unter neuem Namen wieder zu sichern..

5-5 Verwenden existierender Dateien als Vorlage

Eine in vielen Fällen schnellere Alternative der Erstellung von neuen Testdateien ist das Öffnen einer existierenden Testdatei, die geändert und anschließend unter neuem Namen gespeichert wird. Ist dies eine neue Testdatei, so wählen Sie eine der drei mitgelieferten Vorlagen (TEST50.TST, TEST75.TST,

TEST100.TST und TESTDIFF.TST) und ändern Sie die Parameter nach Ihren Bedürfnissen (die Vorgangsweise des Editierens und Speicherns von Testdateien wird anschließend beschrieben).

Modifizieren existierender Dateien

Wählen Sie den Befehl **Edit** aus dem Menü **File**, oder klicken Sie einfach mit der Maus auf die Schaltfläche **Edit** - der Editor öffnet die angewählte Testdatei und zeigt sie an. Wählen Sie nach Ihren Anforderungen die Testparameter, und speichern Sie die Datei.



Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Testdatei zu bearbeiten.

Drücken Sie Alt-F4, um den Editor zu schließen.

5-6 Drucken von Testdateien

Wählen Sie die Funktion **Print** (oder drücken Sie die Tastenkombination **Alt-P**), um einen Ausdruck der Testdatei zu erhalten. Diese können als Referenz oder Conformance Reports verwendet werden.

Die **Print** Funktion druckt auf den Default-Printer in Windows.

5-7 Testdatei-Makros

Das CITS enthält die Möglichkeit, eine Sequenz aus Testdateien ablaufen zu lassen - auch *Makros* genannt - um einen Prozeß aus komplexen Testserien automatisieren zu können.

Makros werden mit Hilfe des Makro-Editors erstellt. Der Anwender kann mittels Makro-Editor eine Liste der durchzuführenden Tests erstellen; die Testdateien können dabei Schritt für Schritt oder automatisch durchgeführt werden.

Wird eine Makrodatei geladen, so zeigt das CITS eine Liste der einzelnen Testdateien der Sequenz rechts neben dem Testkurvenfenster an. Die aktuell geladene Datei wird markiert - s. Abb. 5-4

Die Testdateien können mit der Maus oder der Tastatur angewählt werden. (Ist der Barcode-Leser in Verwendung, wird der Befehl **Read Barcode** am Anfang der Testliste eingefügt.)

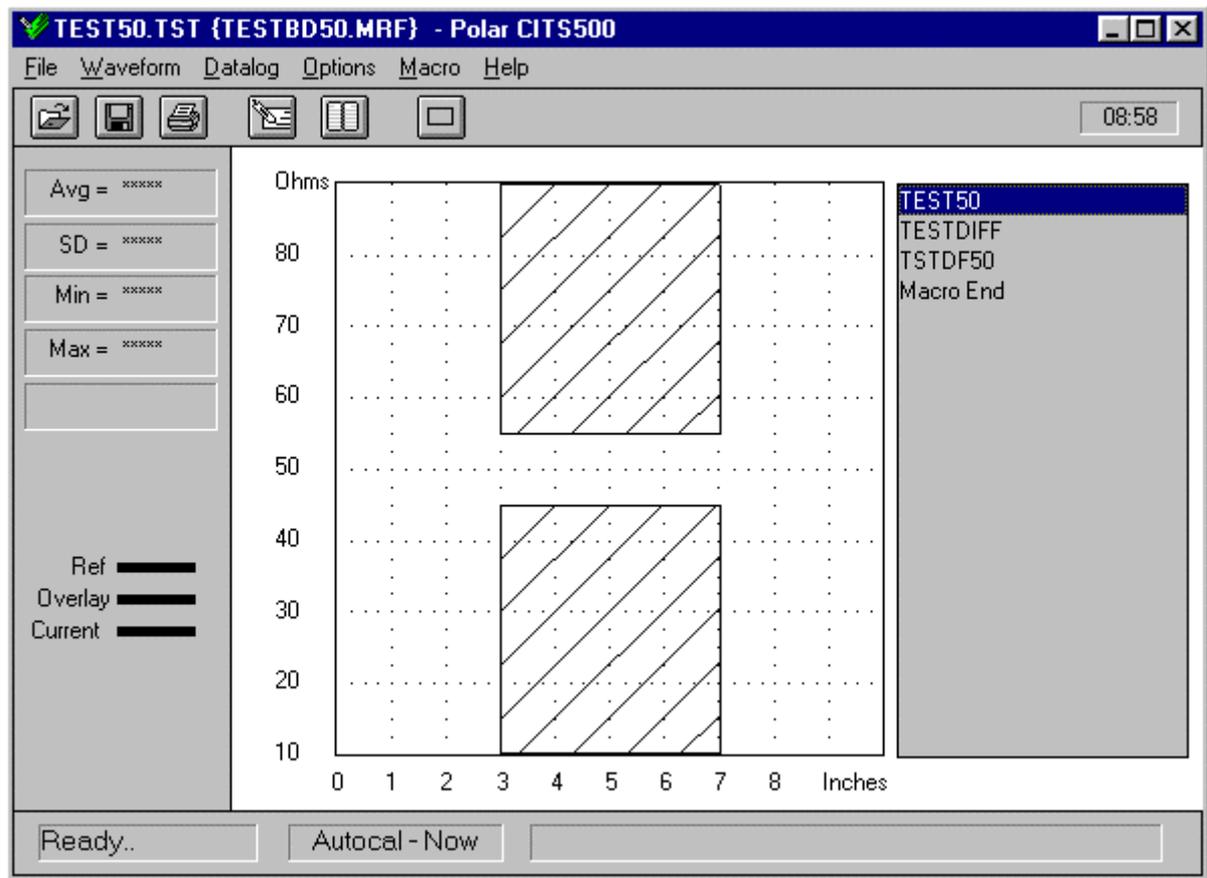


Abb. 5-4 Hauptschirm mit Makrosequenz

Das Fußpedal des CITS kann zur Auswahl des nächsten Tests in der Liste herangezogen und zum Starten der Messung gänzlich ohne Maus oder Tastatur verwendet werden. Die Testergebnisse (PASS/FAIL) werden neben jeder Testdatei während des Testfortganges eingeblendet.

Erzeugen eines neuen Makros

Wählen Sie aus dem Menü **Macro** den Befehl **New**, um eine neue Makrodatei zu erstellen. Das CITS lädt die Makrodatei **Untitled.mrf**.

Das Editorfenster des Makroeditors erlaubt das Einfügen neuer Dateien in die Makrosequenz - s. Abb. 5-5.

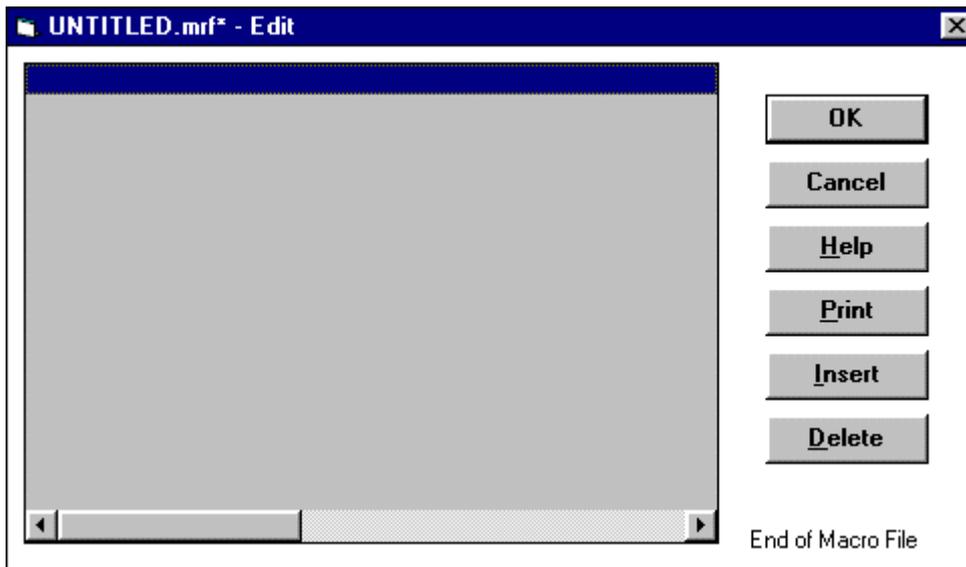


Abb. 5-5 Das Makro-Editfenster

Hinweis: Existiert eine Makrodatei, so ist es des öfteren einfacher, diese existierende Datei zu öffnen, sie auf die neuen Anforderungen hin anzupassen, und mit den Befehlen **Save As** aus dem Menü **Macro** unter neuem Namen zu speichern.

Wird eine existierende Makrodatei geöffnet, so erscheint die Liste der Testdateien dieser Testsequenz.

Testdateien können an jeder Stelle innerhalb der Testsequenz eingefügt oder aus der Liste gelöscht werden.

Die Auswahl der Funktion **Print** druckt die Liste der Testsequenz aus.

Es ist empfehlenswert, alle Testdateien und die zugehörigen Makrodateien in ein Verzeichnis mit Namen <BoardID> zusammenzufassen — alle Testergebnisse und Datenaufzeichnungen können dann einfach aufgefunden werden.

Diese Vorgangsweise ist auch hilfreich, wenn der optionell verfügbare Makro Report Generator (läuft unter Microsoft Excel) verwendet wird, um Reports zur statistischen Prozeßkontrolle für interne und externe Zwecke anzufertigen.

Hinweis: Wurde eine Makrodatei verändert aber noch nicht gespeichert, so wird dies durch ein Asterisk (*) im Makro Editor Fenster nach dem Dateinamen angezeigt.

Hinzufügen einer Testdatei zu einem Makro

Wählen Sie die Position in der Testliste (mit der Maus oder den Cursortasten) und klicken Sie auf **Insert** — das CITS zeigt die Liste der verfügbaren Testdateien:

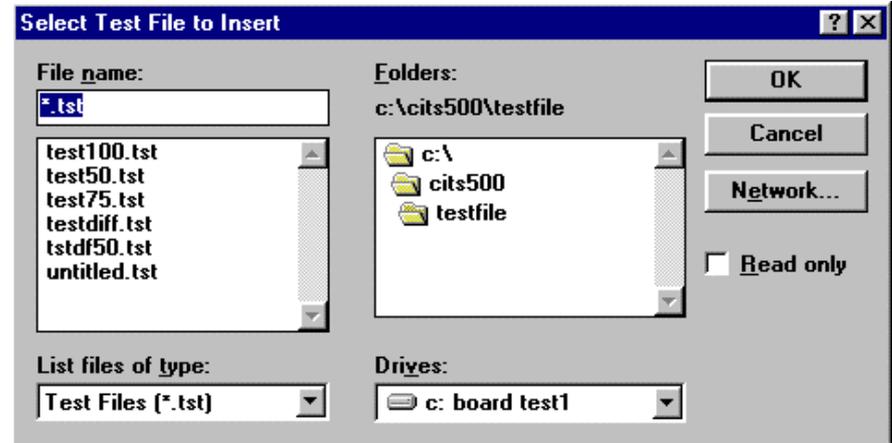


Abb. 5-6 Hinzufügen einer Testdatei zu einem Makro

Wählen Sie eine Testdatei aus, und klicken Sie auf **OK** - die Datei wird an die Liste angefügt. Setzen Sie mit der Auswahl fort, bis alle gewünschten Dateien in der Liste angeführt sind - s.

Abb. 5-6. Klicken Sie auf **OK**, um die Liste zu bestätigen und den Editor zu verlassen.

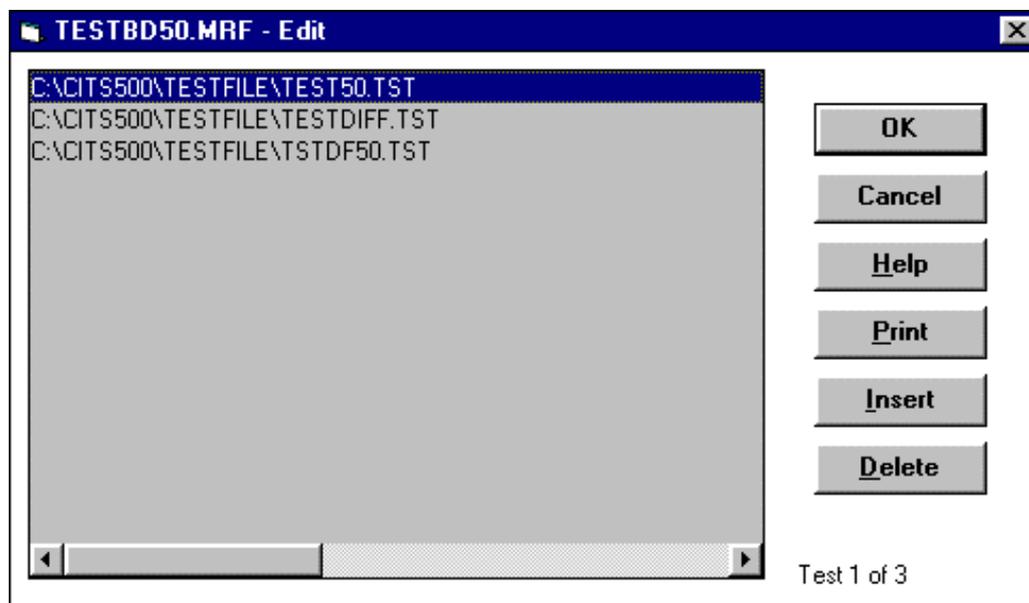


Abb. 5-7 Die fertige Makroliste

Speichern eines Makros

Wählen Sie aus dem Menü **Macro** den Befehl **Save** oder **Save As**, um die neue Makrodatei zu speichern. Das CITS fordert Sie zur Eingabe eines Namens für die Datei auf.

Laden eines Makros

Verwenden Sie den Befehl **Open** aus dem Menü **Macro**. Das CITS zeigt die Dialogbox **Select Macro File**:

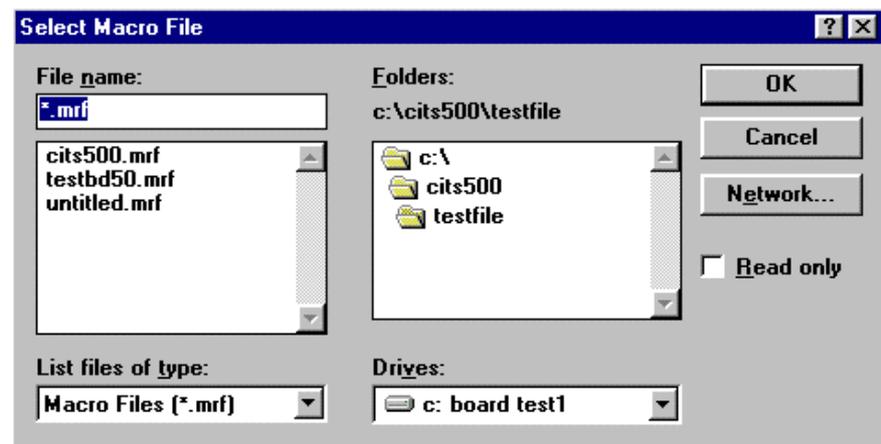


Abb. 5-8 Auswahl einer Makrodatei

Editieren eines Makros

Wählen Sie aus dem Menü **Macro** den Befehl **Edit**, um die momentan geladene Makrodatei zu verändern. Der Editor ermöglicht das Hinzufügen und Löschen von Testdateien aus der Makrodatei.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Insert**, um eine Datei in die Liste einzufügen. Wollen Sie eine Datei aus der Liste entfernen, so muß diese zuerst mit der Maus oder den Cursorstasten der Tastatur markiert werden; durch Klicken auf die Schaltfläche **Delete** kann diese Datei anschließend aus der Liste entfernt werden.

Hinweis: Ist derzeit keine Makrodatei aktiv, so wird die Dialogbox **Select Macro File** angezeigt, um die gewünschte Makrodatei auszuwählen.

Schließen des Makro-Editors

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Close**, um den Editor zu beenden.

Hinweis: Vergessen Sie nicht die Makrodatei nach einer Änderung zu speichern!

Wählen Sie die gewünschte Makrodatei und klicken Sie auf **OK**. Ist eine Makrodatei geladen, so wird die Testsequenz rechts neben der Meßkurve angezeigt. Die erste Datei der Liste erscheint

markiert, um anzuzeigen, daß dies die momentan aktive Testdatei ist.

Ausführen eines Makros

Wählen Sie den Test, der auszuführen ist, und drücken Sie auf das Fußpedal, um den Test zu starten.

Die **Autoload**-Funktion steuert die Abfolgesequenz der Tests in einem Makro. Die automatische Weiterschaltung wird mittels dem **Autoload Next** Submenu gewählt — **Off, Always, On Pass, On Fail**.

Wenn **Autoload Next** auf **Off** gesetzt ist, erfolgt keine automatische Weiterschaltung der Tests. Die Schritte in der Sequenz müssen nun manuell ausgewählt und gestartet werden. **Autoload Next** ist defaultmäßig auf **Always** gesetzt.

Ist **Autoload Next** auf **Always** gesetzt, führt das CITS eine automatische Weiterschaltung der Testliste unabhängig vom PASS/FAIL-Testergebnis durch.

Ist **Autoload Next** auf **On Pass** oder **On Fail** gesetzt, so wird der nächste Test in der Liste automatisch in Abhängigkeit des Testergebnisses geladen.

Wollen Sie manuell zum nächsten Test der Liste fortschreiten, verwenden Sie die Maus oder die Pfeiltasten der Tastatur.

Ist der Barcode-Leser in Verwendung, so ist der erste Befehl in der Makroliste der Barcode-Lesebefehl. Wenn dieser Befehl gewählt wird, lesen Sie den Barcode ein. Der Befehl wird dann durch den eingelesenen Wert ersetzt.

Makro-Datenaufzeichnung

Wurde die Datenaufzeichnung aktiviert, so erscheint am Ende der Testliste die Board Information-Dialogbox.

Geben Sie die Details des Testobjekts ein - Seriennummer, Datumscode und Name der Testperson wie in Abschnitt 4-7 (Aufzeichnung von Testdaten) beschrieben.

Wird während des Durchlaufes eines Makros eine Datenaufzeichnung vorgenommen, dann erhält die Log-Datei den gleichen Dateinamen wie die Makrodatei, jedoch mit der Erweiterung **.csv**.

Diese Seite ist absichtlich leer.

ABSCHNITT 6 — WARTUNG UND FEHLERSUCHE

WARTUNG UND FEHLERSUCHE

CITS500 Servicearbeiten

ACHTUNG: Dieses Instrument sollte nur durch qualifiziertes Personal gewartet werden!

WICHTIG: Das CITS ist ein extrem empfindliches Meßinstrument. Um eine Beschädigung des CITS zu vermeiden, beachten Sie jederzeit die Antistatikvorkehrungen. Siehe Anhang B für weitere Informationen.

Überlassen Sie alle Servicetätigkeiten ausschließlich qualifiziertem Personal. Sie können von Polar Instruments bzw. den autorisierten Vertriebspartnern Serviceunterlagen beziehen.

Microstrip probes

Ist ein anderer Abstand zwischen dem Signal- und Massepin der Microstrip Probe erforderlich, so kann dies mit Hilfe eines Lötkolbens bewerkstelligt werden. (Sollte die Federspitze beschädigt oder verloren gegangen sein, so kann diese von I.D.I. oder deren lokalen Vertretern besorgt werden. Die Bestellnummer lautet SS 75E 4.9 G)

Reinigung

Reinigen Sie das CITS mit einem leicht feuchten Tuch; verwenden Sie dazu Wasser und ein wenig mildes Reinigungsmittel. Alternativ dazu kann Alkohol (Ethanol oder Spiritus) oder Isopropyl-Alkohol verwendet werden.

Sprühen Sie keinesfalls Reinigungsmittel direkt auf das Gerät !.

Technischer Support

Kontaktieren Sie für technische Unterstützung jeder Art Ihren lokalen Polar-Vertriebspartner oder Polar Instruments. Die Kontaktadresse finden Sie am Beginn dieses Handbuchs.

Verbrauchsmaterialien

Kabel und Probes sollten nach jeweils zwei Jahren oder bei stärkerer Beanspruchung entsprechend früher getauscht werden.

Fehlerdiagnose

Die folgenden Symptome können durch den Anwender untersucht werden. Schwerwiegendere Fehler sollten nur durch Ihren lokalen Polar-Vertreter behoben werden.

| Symptom | Maßnahme |
|--|--|
| Kommunikationsfehler wird durch Steuer-PC gemeldet | <p>Überprüfen Sie, ob das CITS eingeschaltet ist.</p> <p>Überprüfen Sie, ob die grüne BUSY LED ein paar Sekunden nach Einschalten des Geräts leuchtet und dann erlischt. Erlischt sie nicht, so liegt ein Fehler im Gerät vor. Wenden Sie sich an Ihren Polar-Vertreter</p> <p>Überprüfen Sie die Verbindung zwischen PC und CITS.</p> <p>Überprüfen Sie, ob das verwendete Kabel das zum CITS mitgelieferte Verbindungskabel ist.</p> <p>Überprüfen Sie, ob die serielle Schnittstelle, an der das CITS angeschlossen ist, die im System-Konfigurationsmenü eingestellte ist.</p> <p>Prüfen Sie, ob es zu Konflikten auf der seriellen Schnittstelle kommt.</p> |
| Fußtaster funktioniert nicht | <p>Überprüfen Sie, ob das verwendete RS232-Kabel das zum CITS mitgelieferte Originalkabel ist.</p> <p>Überprüfen Sie, ob bei Verwendung eines 9 auf 25-poligen Adapters alle 9 Leitungen durchverbunden sind. Achtung: die meisten Maus-Adapter sind nicht vollständig durchverbunden!</p> <p>Prüfen Sie, ob der Fußtaster korrekt angeschlossen ist.</p> |
| Der Drucker arbeitet nicht | <p>Überprüfen Sie, ob der Drucker eingeschaltet ist.</p> <p>Überprüfen Sie die Verbindung PC-Drucker.</p> <p>Drucken Sie eine Testseite aus Windows.</p> |

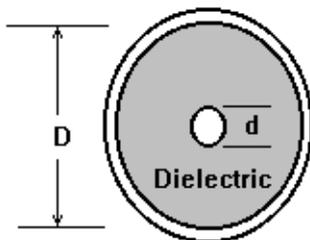
ANHANG A

CHARAKTERISTISCHE IMPEDANZ

DIE CHARAKTERISTISCHE IMPEDANZ EINES LEITERS

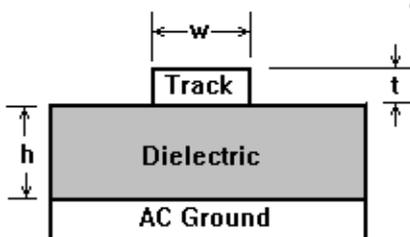
Die charakteristische Impedanz oder Wellenwiderstand eines Leiters ist eine Funktion der Abmessungen des Leiters und der Dielektrizitätskonstante ϵ_r des Isolationsmaterials.

Die Abbildung unten zeigt die Gleichungen für den Wellenwiderstand eines Koaxialkabels, einer Microstrip und einer Stripline.



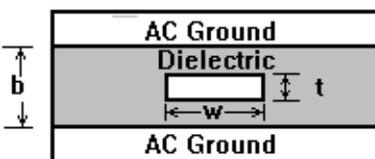
a. Coaxial Cable

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_r}} \log_{10} \frac{D}{d}$$



b. Microstrip

$$Z_0 = \left[\frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \right] \ln \left[\frac{5.98h}{0.8w + t} \right]$$



c. Stripline

$$Z_0 = \left[\frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \right] \ln \left[\frac{4b}{0.67\pi (0.8w + t)} \right]$$

where $w/(b-t) < 0.35$ and $t/b < 0.25$

Abb. A-1 Typische Leiter und die zugehörige Formel für den Wellenwiderstand

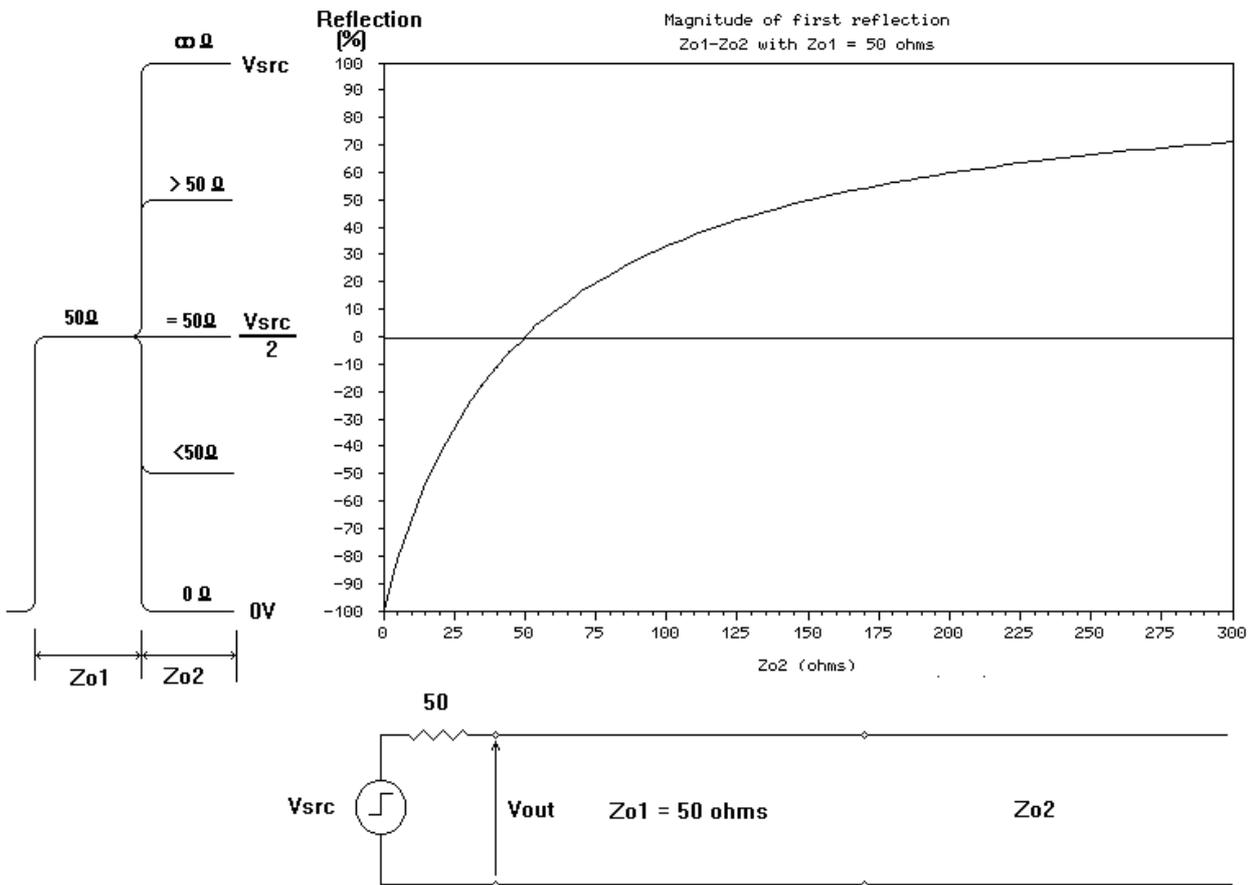


Abb. A-2 Größe der Reflexion über der Impedanzabweichung eines 50Ω-TDR-Systems

Bestimmung des Wellenwiderstands

Das CITS zeigt die Kurve des Wellenwiderstands eines bestimmten Teils einer Leiterbahn. Dies wird mathematisch durch Berechnung der Impedanz entlang eines Kabels oder einer Leiterbahn aus der Größe der gemessenen Reflexion mittels Zeitbereichs-Refletometrie erreicht.

Die Kurve oben zeigt die Größe der Reflexion eines Impedanzsprungs des Ausgangspulses eines 50Ω-TDR-Ausgangsspannungssprungs wie beispielsweise beim CITS.

Die CITS-Software transformiert die Größe der durch die TDR gemessene Reflexionsspannung in eine lineare Anzeige der Impedanz über der Entfernung. Beachten Sie, daß die Größe der Reflexion nicht in linearem Zusammenhang mit der Impedanzänderung steht. Je größer die Impedanz wird, desto flacher wird der Anstieg der Kurve; bei großen Impedanzen wirkt sich eine Impedanzänderung nur mehr als geringe Reflexionsänderung aus. Das Resultat ist eine geringere Meßgenauigkeit von hohen Impedanzen.

ANHANG B

ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNGEN

VERMEIDUNG VON BESCHÄDIGUNGEN DES CITS DURCH ESD

Achtung: Die Probe-Eingangsschaltungen des CITS enthalten Bauteile, die empfindlich gegenüber elektrostatischen Entladungen sind und durch diese zerstört werden können - es müssen alle Antistatik-Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden!

Viele elektronische Bauteile in modernen Meßgeräten wie beispielsweise dem CITS sind durch ESD (electrostatic discharge) gefährdet und können durch elektrostatische Entladungen zerstört werden (ESD). Diese Bauteile werden auch als *elektrostatisch empfindlich* bezeichnet.

Der durch elektrostatische Entladungen entstehende Schaden kann bis zur kompletten Fehlfunktion des Geräts in kürzester Zeit führen. Oftmals jedoch werden Bauteile nicht komplett zerstört, sondern sind hoher Belastung ausgesetzt; der Ausfall des Bauteils erfolgt in diesem Fall oft erst nach einiger Zeit.

Manche Bauteile sind sehr empfindlich und können bereits durch geringere Spannungen, wie sie meist auf Arbeitsplätzen ohne besonderen Vorkehrungen auftreten, in ihrer Funktion beeinträchtigt oder sogar zerstört werden.

Alltägliche Arbeiten wie z.B. die Verwendung eines Kleberollers, Gehen auf Kunststoff-Teppichböden oder das Auseinanderziehen von Transparentfolien können Spannungen von mehreren tausend Volt erzeugen.

Quellen statischer Elektrizität

Es gibt zwei Quellen statischer Elektrizität, die meist jeden Techniker betreffen:

Personen (speziell dann, wenn diese synthetische Kleidung tragen)

Verpackungsmaterial wie z.B. Polythene (Säcke oder Rohre), Polystyren-Container oder Taschen, Füllmaterialien, bzw. Klebebänder, mit denen Kartons zugleibt werden

Antistatische Arbeitsplätze

ESD-empfindliche Bauteile und Baugruppen sollten nur auf Arbeitsplätzen mit speziellen Antistatikvorkehrungen berührt werden (d.h. Ein- u. Ausbau, Reparatur, etc.). Ein typischer Antistatik-Arbeitsplatz besteht aus einer Antistatikmatte als Arbeitsunterlage, Matten am Fußboden bzw. geerdete Armbänder. Die Umgebung sollte generell frei von Materialien sein, die statische Ladungen erzeugen oder speichern könnten.

Arbeiten mit dem CITS

Wenn Sie mit dem CITS arbeiten, sollten Sie die gleichen Vorkehrungen treffen, als würden Sie mit empfindlichen Bauteilen hantieren:

Verwenden Sie das CITS auf einem geprüften Antistatik-Arbeitsplatz.

Tragen Sie ein Antistatik-Armband , welches mit einem geeigneten Erdungspunkt verbunden ist. Ein Armband wird mit dem CITS ausgeliefert. (Verbinden Sie dieses mit der gekennzeichneten Buchse auf der Frontplatte.)

Tragen Sie Antistatik-Arbeitskleidung und leitende Antistatik-Schuhe.

Halten Sie Materialien, die als Erzeuger elektrostatischer Aufladungen bekannt sind, vom Aufstellungsort fern.

Behandeln Sie bestückte Baugruppen wie statisch empfindliche Bauteile.

Vermeiden Sie es, die CITS-Probes über die Arbeitsfläche zu schleifen.

Berühren Sie mit den Probes keine Oberflächen, die statische Aufladung besitzen können, z.B. Bildschirme.