

**Agilent 34410A/11A
Multimeter
mit 6½ Stellen**

Benutzerhandbuch



Agilent Technologies

Hinweise

© Agilent Technologies, Inc. 2005-2012

Die Vervielfältigung, elektronische Speicherung, Anpassung oder Übersetzung dieses Handbuchs ist gemäß den Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch Agilent Technologies verboten.

Handbuch-Teilenummer

34410-90411

Auflage

Dritte Auflage. June 2012

Gedruckt in Malaysia

Agilent Technologies, Inc.
3501 Stevens Creek Blvd.
Santa Clara, CA 95052 USA

Microsoft® und Windows® sind in den USA eingetragene Marken der Microsoft Corporation.

Software-Version

Der Inhalt dieses Handbuchs ist für die Firmware gültig, die bei der Herstellung des Geräts im Gerät installiert wurde. Wird eine Firmware-Aktualisierung vorgenommen, so können einige Produktfunktionen hinzukommen oder sich ändern. Die jeweils neueste Firmware sowie die zugehörige Dokumentation erhalten Sie über unsere Produktseite im Internet:

www.agilent.com/find/34410A

oder

www.agilent.com/find/34411A

Gewährleistung

Agilent Technologies behält sich vor, die in diesem Dokument enthaltenen Informationen jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern. Agilent Technologies übernimmt keinerlei Gewährleistung für die in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen, insbesondere nicht für deren Eignung oder Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck. Agilent Technologies übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Dokument enthalten sind, und für zufällige Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Ingebrauchnahme oder Benutzung dieser Dokumentation. Falls zwischen Agilent und dem Benutzer eine schriftliche Vereinbarung mit abweichenden Gewährleistungsbedingungen hinsichtlich der in diesem Dokument enthaltenen Informationen existiert, so gelten diese schriftlich vereinbarten Bedingungen.

Technolizenz

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz geliefert und darf nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

Nutzungsbeschränkungen

Nutzungsbeschränkungen für Organe der US-Regierung. Die Organe der US-Regierung gewährten Rechte auf Software und technische Daten beinhalten ausschließlich diejenigen, welche üblicherweise auch herkömmlichen Endkunden eingeräumt werden. Agilent stellt diese handelsübliche kommerzielle Lizenz für Software und technische Daten gemäß FAR 12.211 (technische Daten) und 12.212 (Computer-Software) sowie – für das US-Verteidigungsministerium – gemäß

DFARS 252.227-7015 (technische Daten – kommerzielle Produkte) und DFARS 227.7202-3 (Rechte an kommerzieller Computer-Software oder Computer-Software-Dokumentation) bereit.

Sicherheitshinweise

VORSICHT

VORSICHT weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf einen Verarbeitungsprozess, eine Vorgehensweise oder Ähnliches aufmerksam, die bei ungenauer Befolgung bzw. Ausführung möglicherweise einen Schaden am Produkt oder den Verlust wichtiger Daten verursachen können. Bei einem mit **VORSICHT** gekennzeichneten Prozess dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

WARNUNG

WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf einen Verarbeitungsprozess, eine Vorgehensweise oder Ähnliches aufmerksam, die bei ungenauer Befolgung zu Verletzungen, u. U. mit Todesfolge, führen können. Bei einem mit **WARNUNG** gekennzeichneten Prozess dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

Sicherheitsinformationen

Heben Sie keinesfalls die Schutzerdung für das Netzkabel auf. Schließen Sie es an eine geerdete Steckdose an.

Setzen Sie das Produkt nur in der vom Hersteller angegebenen Weise ein.

Bauen Sie keine Ersatzteile ein und nehmen Sie keine unbefugten Änderungen am Gerät vor. Lassen Sie Wartungs- und Reparaturarbeiten nur durch Mitarbeiter der Vertriebs- oder Servicestellen von Agilent Technologies vornehmen, um die Sicherheit des Geräts weiter zu gewährleisten.

Sicherheitssymbole



Schutzerde



Gehäusemasse



Stromschlaggefahr



Weitere Hinweise zur Sicherheit entnehmen Sie dem Handbuch

CAT II (300 V) IEC-Messkategorie II: Anschluss der Eingänge unter Überspannungsbedingungen der Kategorie II an bis zu 300 V Netzspannung.

WARNUNG

Gerät vom Netz nehmen und Testzubehör entfernen: Ziehen Sie das Netzkabel aus der Steckdose und aus dem Gerät. Entfernen Sie vor der Wartung die Tastköpfe von allen Anschlüssen. Das Gerät darf nur von qualifizierten, speziell geschulten Service-Technikern geöffnet werden.

WARNUNG

Leitungs- und Überstromsicherung: Zur Vermeidung von Brandgefahr dürfen Leitungs- und Überstromsicherungen nur durch Sicherungen gleichen Typs, gleichen Nennstroms und gleicher Abschaltcharakteristik ersetzt werden.

WARNUNG

Schalter Front/Rear: Ändern Sie keinesfalls die Position des Schalters Front/Rear, solange sich an den vorderen oder hinteren Anschlüssen Signale befinden. Der Schalter ist nicht als aktiver Multiplexer vorgesehen. Das Umschalten bei hohen Spannungen oder Stromstärken kann zur Beschädigung des Geräts und zu Stromschlägen führen.

WARNUNG

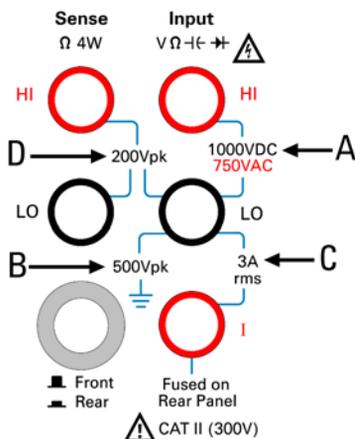
IEC-Messkategorie II: Die HI- und LO-Eingänge können bei Anordnungen der IEC-Kategorie II an bis zu 300 V Netzspannung gelegt werden. Schließen Sie zur Vermeidung von Stromschlägen die Eingänge keinesfalls an Netzspannungen über 300 V an. Weitere Informationen hierzu entnehmen Sie dem Abschnitt „Überspannungsschutz bei IEC-Messkategorie II“.

WARNUNG

Grenzwerte: Um Verletzungen durch Stromschläge und eine Beschädigung des Geräts zu vermeiden, sind die im folgenden Abschnitt vorgegebenen Grenzwerte einzuhalten.

Grenzwerte

Das Digitalmultimeter Agilent 34410A/11A ist mit einer Überlastschuttschaltung ausgestattet, die verhindert, dass das Gerät beschädigt wird und Verletzungen durch Stromschläge auftreten, vorausgesetzt, die vorgegebenen Grenzwerte werden eingehalten. Damit ein sicherer Betrieb des Geräts gewährleistet ist, müssen Sie unbedingt die auf der Front- und Rückseite sowie im Folgenden angegebenen Grenzwerte einhalten:



Hinweis: Die obige Abbildung zeigt die Anschlüsse an der Frontplatte. Die Anschlüsse an der Rückwand sind identisch. Mit dem Schalter Front/Rear geben Sie vor, welche Anschlüsse zu verwenden sind. *Betätigen Sie diesen Schalter keinesfalls, solange sich an den vorderen oder hinteren Anschlüssen Signale befinden.* Die Überstromsicherungsicherung befindet sich auf der Rückseite.

Eingangsgrenzwerte

Für die Eingänge sind die folgenden Grenzwerte definiert:

Haupteingänge (HI und LO). Die HI- und LO-Eingänge werden zur Messung von Spannung, Widerstand und Kapazität sowie für Diodentests benötigt. Für diese Anschlüsse sind zwei Grenzwerte vorgegeben:

HI-LO-Grenzwert. Der Grenzwert von HI zu LO (in der Abb. links mit „A“ bezeichnet) ist 1000 V (Gleichstrom) oder 750 V (Wechselstrom). Dieser bestimmt auch das Maximum der Spannungsmessung. Der Grenzwert kann auch als Spitzenspannungswert, 1000 Vs, ausgedrückt werden.

LO-Erde-Grenzwert. Der LO-Eingang bewältigt sicher bis zu maximal 500 Vs Schwebspannung relativ zur Erde. In der Abb. links ist diese mit „B“ gekennzeichnet.

Die obigen Grenzwerte implizieren einen Grenzwert für den HI-Eingang von maximal 1500 Vs relativ zur Erde.

Stromeingang. Beim Stromeingang („I“) gilt für den maximal vom LO-Eingang durchströmenden Strom der Grenzwert 3 A (eff). In der Abb. links ist dieser Grenzwert mit „C“ gekennzeichnet. Beachten Sie: Die Spannung am Stromeingang liegt in etwa bei demselben Wert wie die am LO-Anschluss.

Hinweis: Die Überstromsicherungsicherung hat eine Sicherung, die sich auf der Rückseite befindet. Ersetzen Sie diese Sicherung nur durch ein Modell gleichen Typs, gleichen Nennstroms und gleicher Abschaltcharakteristik, damit deren Schutzfunktion nicht beeinträchtigt wird.

Grenzwerte für Sensoranschlüsse

Die HI- und LO-Sensoranschlüsse werden nur für 4-Draht-Widerstands- und -Temperaturmessungen benötigt („ Ω 4W“). Der Grenzwert beträgt für alle Anschlusskombinationen 200 Vs (siehe „D“ in der Abb.):

LO-Sensoranschl. zum LO-Eingang

HI-Sensoranschl. zum LO-Eingang

HI-Sensoranschl. zum LO-Sensoranschl.

Hinweis: Beim Spitzenwert von 200 Vs für die Sensoranschlüsse handelt es sich um den Schutzgrenzwert. Die tatsächlich bei der Widerstandsmessung herrschenden Betriebsspannungen sind weit niedriger, sie liegen bei Normalbetrieb unter 10 V.

Überspannungsschutz bei IEC-Messkategorie II

Zum Schutz vor Stromschlägen ist das Digitalmultimeter Agilent 34410A/11A mit einem Überspannungsschutz für den Anschluss von Netzspannungen ausgestattet. Hierbei müssen die **beiden** folgenden Bedingungen erfüllt sein:

HI- und LO-Eingang sind gemäß den Bedingungen der Messkategorie II (Definition siehe unten) an das Netz angeschlossen **und**

die Netzspannung liegt bei maximal 300 V.

Die IEC-Messkategorie II umfasst elektrische Geräte, die über eine Steckdose mit Abzweigkreis mit dem Netz verbunden sind. Zu solchen Geräten zählen die meisten Kleinapparate, Messeinrichtungen und sonstigen Geräte, die sich an eine Steckdose mit oder ohne Abzweigkreis anschließen lassen. Mit dem 34410A/11A können Messungen durchgeführt werden, bei denen HI- und LO-Eingang über solche Geräte an das Netz oder an den Abzweigkreisanschluss selbst (bis zu 300 V Wechselspannung) angeschlossen sind. Das 34410A/11A darf allerdings nicht in Anordnungen verwendet werden, bei der HI- und LO-Eingang über dauerhaft installierte elektrische Geräte wie Hauptschutzschaltertafeln oder fest verdrahtete Motoren mit dem Netz verbunden sind. Bei solchen Geräten und Schaltkreisen können Überspannungen auftreten, die die Schutzgrenzwerte des 34410A/11A überschreiten.

Hinweis: Spannungen über 300 V können nur in Schaltkreisen gemessen werden, die vom Netz isoliert sind. Transiente Überspannungen treten allerdings in vom Netz isolierten Schaltkreisen auf. Das Agilent 34410A/11A ist dafür ausgelegt, gelegentlich auftretenden transienten Überspannungen von bis zu 2500 Vs sicher standzuhalten. Verwenden Sie das Gerät keinesfalls zur Messung an Schaltkreisen, in denen transiente Überspannungen mit höherem Pegel auftreten können.

Zusätzliche Hinweise

WEEE-Richtlinie über Elektro- und Elektronikaltgeräte 2002/96/EG

Dieses Produkt genügt den Kennzeichnungsanforderungen der WEEE-Richtlinie 2002/96/EG (WEEE: Waste Electrical and Electronic Equipment). Das Produktsymbol unten weist darauf hin, dass Sie dieses Elektro(nik)produkt nicht im Hausmüll entsorgen dürfen.

Produktkategorie: Gemäß den in der WEEE-Richtlinie, Anhang 1, aufgeführten Gerätetypen ist dieses Produkt als Überwachungs- und Kontrollinstrument klassifiziert.

Entsorgen Sie es nicht im normalen Hausmüll.

Wenn Sie unerwünschte Produkte zurückgeben möchten, setzen Sie sich bitte mit der nächstgelegenen Service-Niederlassung von Agilent in Verbindung oder informieren sich im Internet unter www.agilent.com/environment/product.



Agilent 34138A-Testleitungen

Im Produktumfang des Agilent 34410A/11A ist ein Satz Agilent 34138A-Testleitungen enthalten.

Nenngrößen der Testleitungen

Testleitungen: 1000 V, 15 A

Tastkopfspitzen fein (Fine Tip): 300 V, 3 A

Minigreifer: 300 V, 3 A

SMT-Greifer: 300 V, 3 A

Funktion

Feinspitze, Minigreifer und SMT-Greifer sind zum Aufsetzen auf das Tastkopfende der Testleitungen vorgesehen.

Wartung

Verwenden Sie keine Testleitungen, die verschlissen oder anderweitig beschädigt sind. Ersetzen Sie sie durch einen neuen Satz Agilent 34138A-Testleitungen.

WARNUNG

Werden die Testleitungen sowie das entsprechende Zubehör in einer von Agilent Technologies nicht angegebenen Weise verwendet, so kann die Schutzfunktion der Testleitungen beeinträchtigt werden. Arbeiten Sie keinesfalls mit verschlissenen oder anderweitig beschädigten Testleitungen und Zubehörteilen. Dies kann zur Beschädigung des Geräts oder zu Verletzungen führen.



Agilent Technologies

DECLARATION OF CONFORMITY
According to ISO/IEC Guide 22 and CEN/CENELEC EN 45014



Manufacturer's Name: Agilent Technologies, Incorporated
Manufacturer's Address: 815 – 14th St. SW
Loveland, CO 80537
USA

Declares under sole responsibility that the product as originally delivered

Product Name: 6 ½ Digit Multimeter
Model Number: 34410A, 34411A
Product Options: This declaration covers all options of the above product(s)

complies with the essential requirements of the following applicable European Directives, and carries the CE marking accordingly:

Low Voltage Directive (73/23/EEC, amended by 93/68/EEC)
EMC Directive (89/336/EEC, amended by 93/68/EEC)

and conforms with the following product standards:

EMC	Standard	Limit
	IEC 61326-1:1997+A1:1998 / EN 61326-1:1997+A1:1998	
	CISPR 11:1990 / EN 55011:1991	Group 1 Class A
	IEC 61000-4-2:1995+A1:1998 / EN 61000-4-2:1995	4 kV CD, 4 kV AD
	IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1995	3 V/m, 80-1000 MHz
	IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995	0.5 kV signal lines, 1 kV power lines
	IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995	0.5 kV line-line, 1 kV line-ground
	IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996	3 V, 0.15-80 MHz 1 cycle, 100%
	IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994	Interrupts: 10 ms, 20 ms
	Canada: ICES-001:1998	
	Australia/New Zealand: AS/NZS 2064.1	

The product was tested in a typical configuration with Agilent Technologies test systems.

Safety IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001
Canada: CSA C22.2 No. 61010-1:2004
USA: UL 61010-1: 2004

Supplementary Information:

This DoC applies to above-listed products placed on the EU market after:

20 October 2005
Date

Ray Corson
Product Regulations Program Manager

For further information, please contact your local Agilent Technologies sales office, agent or distributor, or Agilent Technologies Deutschland GmbH, Herrenberger Straße 130, D 71034 Böblingen, Germany.

Das Agilent 34410A/11A im Überblick

Das Agilent 34410A oder 34411A Multimeter ist ein leistungsfähiges Gerät für Gleichstrom- und Wechselstrommessungen mit einer Anzeige von 6½ Stellen.

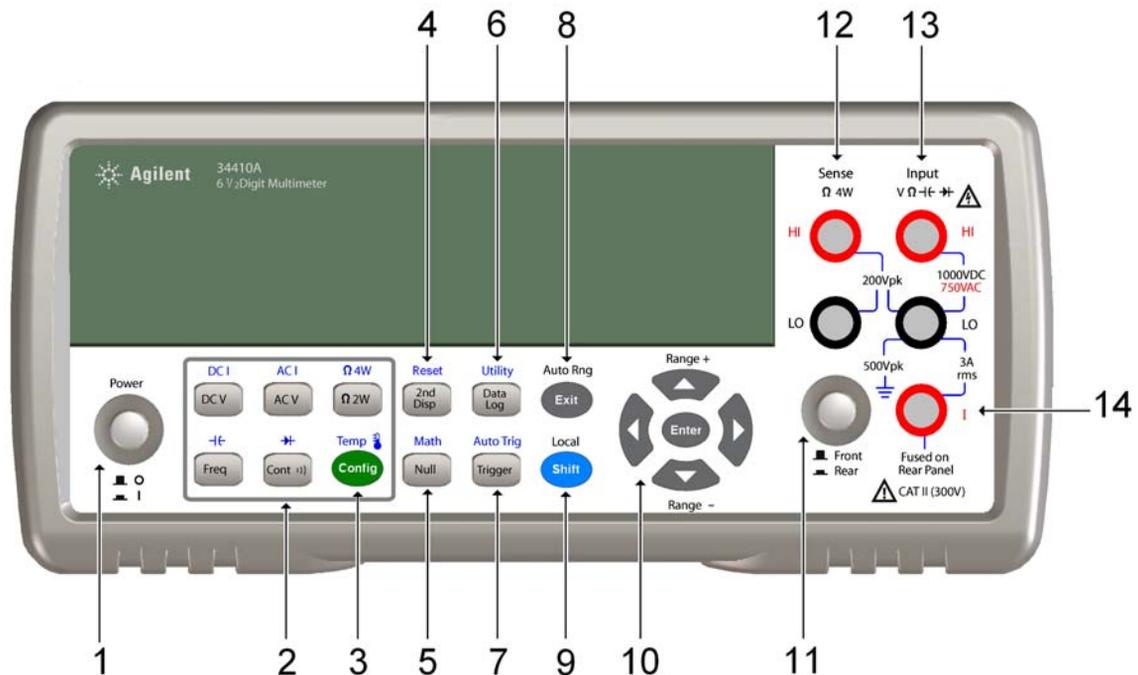
- **Spannungs- und Strommessungen;** Gleich- und Wechselstrom (True RMS/tatsächl. Effektivwerte)
- **Widerstandsmessungen;** 2-Draht und 4-Draht
- **Durchgangs- und Diodentests**
- **Frequenz- und Periodenmessungen**
- **Kapazitätsmessungen**
- **Temperaturmessungen;** Thermistor- und RTD-Messungen
- **Automatische und manuelle Bereichswahl**
- **Mathematische Funktionen;** Null, dB, dBm, Limits und Statistiken
- **Datenprotokollierung (Data Logger);** im *nicht-flüchtigen* Gerätespeicher
- **Speichern von Gerätekonfigurationen;** benutzerdefinierte Gerätekonfigurationen
- **GPIB (IEEE-488), USB und LAN;** drei Standard-Fernprogrammierungsschnittstellen, *gemäß LXI Klasse C*
- **Web-Schnittstelle;** direkter Webbrowser-Zugriff auf das Gerät
- **SCPI-Kompatibilität;** zur vereinfachten Geräteprogrammierung
- **Signale für Abschluss der Spannungsmessung und externe Triggersignale;** zur Synchronisierung des Geräts mit anderen Geräten im Testsystem

Hinweis: In diesem Handbuch wird die Bedienung des Multimeters Agilent 34410A und des 34411A mit 6½ Stellen vorgestellt. Die hierin beschriebenen Funktionen gelten, sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt, für das 34410A und das 34411A gleichermaßen.

Wesentliche Unterschiede:

Modell 34410A	Modell 34411A
<ul style="list-style-type: none">• Bis zu 10 000 Messwerte pro Sekunde	<ul style="list-style-type: none">• Bis zu 50 000 Messwerte pro Sekunde
<ul style="list-style-type: none">• Messwertspeicherkapazität (Puffer) bis zu 50 000 Messwerte	<ul style="list-style-type: none">• Messwertspeicherkapazität (Puffer) bis zu 1 Million Messwerte
	<ul style="list-style-type: none">• Pre-Triggerung, interne Pegeltriggerung und A/D-Wandlerspezifikationen

Die Frontplatte im Überblick

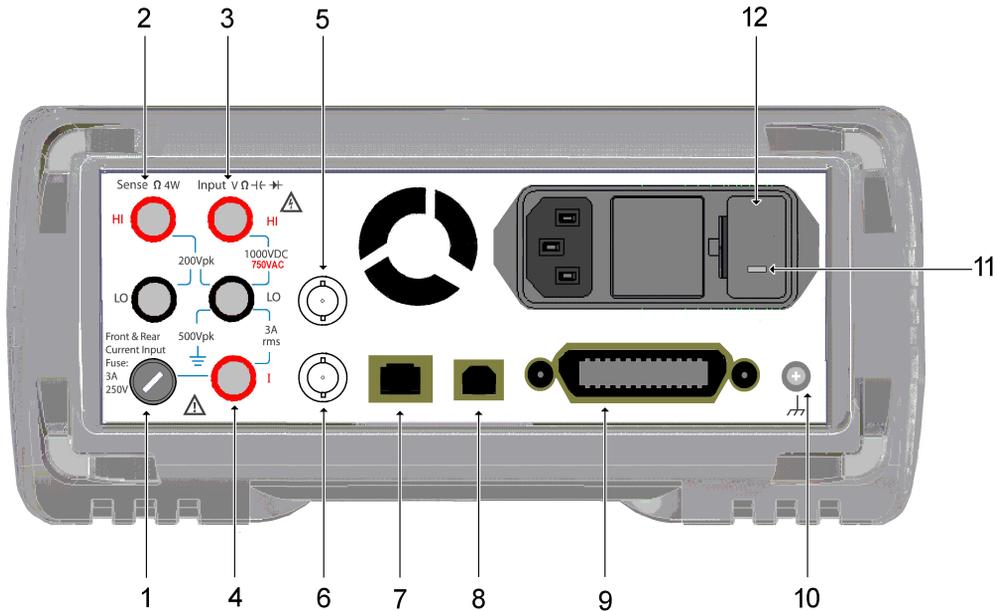


- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 Ein-/Aus-Schalter | 8 Taste Exit (Auto Range) |
| 2 Messfunktionstasten | 9 Umschalttaste (Local) |
| 3 Konfigurationstaste | 10 Tasten für Menünavigation (Range) |
| 4 Taste für zweites Display (Reset) | 11 Schalter Front/Rear |
| 5 Nulltaste (Math. Funktionen) | 12 HI- und LO-Sensoranschlüsse (4-Draht-Messungen) |
| 6 Taste für Data Logger (Utility) | 13 HI- und LO-Eingänge (alle Funktionen außer Stromstärke) |
| 7 Taste Trigger (Auto Trig) | 14 Stromeingang (Wechsel- und Gleichstrom) |

WARNUNG

Schalter Front/Rear: Ändern Sie keinesfalls die Position des Schalters Front/Rear, solange sich an den vorderen oder hinteren Anschlüssen Signale befinden. Dieser Schalter ist nicht als aktiver Multiplexer vorgesehen. Das Umschalten bei hohen Spannungen oder Stromstärken kann zur Beschädigung des Geräts und zu Stromschlägen führen.

Die Rückwand im Überblick

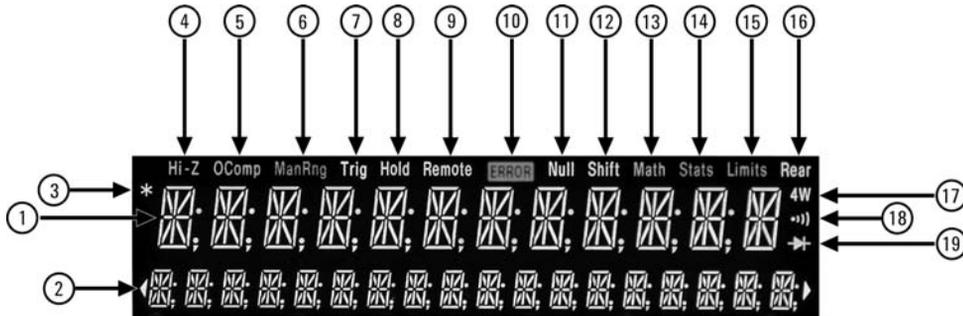


- 1 Stromeingangssicherung (für Front- und Rückseite)
- 2 HI- und LO-Sensoranschlüsse (4-Draht-Widerstands- und Temperaturmessung)
- 3 HI- und LO-Eingänge (Spannung, Widerstand und sonstige Funktionen)
- 4 Stromeingang (nur Wechsel- und Gleichstrom)
- 5 Extern-Trigger-Eingang (BNC)
- 6 Ausgang für Spannungsmessungs-Abschlussignal (BNC)
- 7 LAN-Schnittstelle
- 8 USB-Schnittstelle
- 9 GPIB-Schnittstelle
- 10 Gehäusemasse
- 11 Netzspannungseinstellung
- 12 Halterung für Netzsicherung

WARNUNG

Zur Verhinderung von Stromschlägen darf die Netzkabelerdung niemals aufgehoben sein. Zur Vermeidung von Brandgefahr dürfen die Sicherungen nur durch Sicherungen gleichen Typs, gleichen Nennstroms und gleicher Abschaltcharakteristik ersetzt werden.

Das Display im Überblick



Alphanumerische Displays:

- 1 Erste Display-Zeile
- 2 Zweite Display-Zeile

Anzeigen:

- 3 * (Messung läuft)
- 4 **Hi-Z** (hohe Eingangsimpedanz, nur bei Gleichspannungsmess., Vdc)
- 5 **OComp** (Offset-Ausgleich)
- 6 **ManRng** (manuelle Bereichswahl)
- 7 **Trig** (Warten auf Trigger)
- 8 **Hold** (Anhalten der Messung)
- 9 **Remote** (Fernprogrammierungsmodus)
- 10 **Error** (Fehler in Warteschlange)
- 11 **Null** (Nullfunktion aktiv)

Anzeigen:

- 12 **Shift** (Umschalttaste gedrückt)
- 13 **Math** (dB- oder dBm-Funktion aktiv)
- 14 **Stats** (Statistikfunktionen aktiv)
- 15 **Limits** (Grenzwerttestfunktion aktiv)
- 16 **Rear** (Rückwandanschlüsse aktiv)
- 17 **4W** (4-Draht-Widerstands- oder -Temperaturmessung)
- 18 **)))** (Durchgangstestfunktion aktiviert)
- 19 **➤** (Diodentestfunktion aktiviert)

Das folgende Anzeigeformat bezieht sich auf die erste Display-Zeile.

-H.DDD,DDD EFFF

Front-panel display format.

- Negative sign or blank (positive)
- H " 1/2 " digit (0 or 1)
- D Numeric digits
- E Exponent (m, k, M)
- F Measurement units (VDC, OHM, HZ, dB)

Weitere Informationen hierzu entnehmen Sie Kapitel 2, „Leistungsmerkmale und Funktionen“.

Inhalt dieses Handbuchs

1 Kurzanleitung

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Sie das Multimeter für den Einsatz vorbereiten und sich mit den gängigsten Bedienschritten an der Frontplatte vertraut machen.

2 Leistungsmerkmale und Funktionen

Dieses Kapitel umfasst eine detaillierte Beschreibung der Leistungsmerkmale und Funktionsweise des Multimeters. Sie erfahren sowohl, wie Sie das Gerät über die Frontplatte bedienen, als auch, wie Sie mit der Fernprogrammierungsschnittstelle arbeiten.

Hinweis: Eine Beschreibung der SCPI-Befehle entnehmen Sie dem Hilfe-System *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference*.

3 Fernprogrammierungsschnittstelle

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Sie das Multimeter über die Fernprogrammierungsschnittstelle anschließen.

4 Anleitung zur Durchführung von Messungen

In diesem Kapitel werden verschiedene Messtechniken und Vorgehensweisen erläutert, damit Sie potenzielle Fehlerquellen rechtzeitig erkennen und die größtmögliche Genauigkeit bei Ihren Messungen erzielen.

5 Spezifikationen

Dieses Kapitel enthält die Spezifikationen des Multimeters 34410A/11A und beschreibt, wie diese zu interpretieren sind.

Inhalt

1	Kurzanleitung	19
	Elementare Bedienfunktionen des Multimeters	20
	Vorbereitung des Multimeters	20
	Bedienung der Frontplatte	21
	Tasten der Frontplatte	21
	Direktzugriffstasten der Frontplatte	21
	Elementare Messungen durchführen	23
	So führen Sie Gleichspannungsmessungen durch	24
	So führen Sie Wechselspannungsmessungen durch	24
	So führen Sie Gleichstrommessungen durch	25
	So führen Sie Wechselstrommessungen durch	25
	So führen Sie 2-Draht-Widerstandsmessungen durch	26
	So führen Sie 4-Draht-Widerstandsmessungen durch	26
	So führen Sie Frequenzmessungen durch	27
	So führen Sie Periodenmessungen durch	27
	So führen Sie Kapazitätsmessungen durch	28
	So führen Sie 2-Draht-Temperaturmessungen durch	29
	So führen Sie 4-Draht-Temperaturmessungen durch	29
	So führen Sie Durchgangstests durch	30
	So prüfen Sie Dioden	30
	Weitere elementare Maßnahmen	31
	Das Multimeter schaltet sich nicht ein	31
	Die Netzsicherung austauschen	33
	Den Tragegriff einstellen	34
	Den Gestelleinbau des Multimeters vornehmen	35

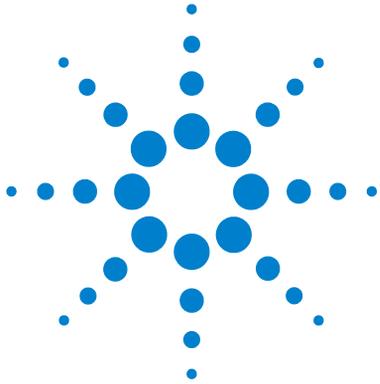
2	Leistungsmerkmale und Funktionen	37
	SCPI-Befehle	39
	Die Frontplatte	40
	Das Display der Frontplatte	40
	Angezeigte Meldungen	40
	Selbsterklärende Menüs	40
	Anzeigen	42
	Optionen der zweiten Display-Zeile	43
	Das Display ausschalten	44
	Direktzugriffstasten der Frontplatte	44
	Alphanumerische Zeichen über die Frontplatte eingeben	46
	Konfigurationsmenüs für frontplattengesteuerte Messungen	47
	Gleichspannungs- und Gleichstrommessungen konfigurieren	47
	Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen konfigurieren	48
	Widerstandsmessungen konfigurieren	48
	Frequenz- und Periodenmessungen konfigurieren	49
	Temperaturmessungen konfigurieren	49
	Kapazitätsmessungen konfigurieren	50
	Durchgangs- und Diodentests	50
	Erweiterte Konfigurationsoptionen	52
	Multimeterkonfigurationen speichern	52
	Auf den Messwertspeicher zugreifen	53
	Eingänge an der Front- oder Rückseite wählen	54
	Das Multimeter zurücksetzen	54
	DC-Messungen	56
	Integrationszeit und Auflösung	56
	Die DC-Eingangsimpedanz	58
	AC-Messungen	59
	Der Wechselstromfilter	59
	Die Durchlasszeit	60
	Die Autokalibrierungsfunktion	61
	Die Bereichswahl	62
	Nullmessungen	64

Verschiedene Konfigurationseinstellungen	66
Das Dezimaltrennzeichen	66
Das Tausendertrennzeichen	66
Der Piepton	67
Mathematische Funktionen	68
dB-Messungen	69
dBm-Messungen	70
Mit Statistiken arbeiten	71
Grenzwerttests	72
Die Triggerung beim Multimeter	74
Die Triggerquelle wählen	74
Die automatische Triggerung	75
Die Einzeltriggerung	75
Die Messung anhalten	75
Die Soforttriggerung	76
Die Softwaretriggerung (Bustriggerung)	77
Die interne Triggerung (Pegeltriggerung; nur beim 34411A)	77
Die Zahl der Abtastwerte pro Trigger	78
Die Zahl der Pre-Trigger-Abtastwerte (nur beim Gerät 34411A)	78
Die Triggerverzögerung	79
Die automatische Triggerverzögerung	81
Die externe Triggerung	83
Die Polarität der Triggerflanke	85
Die Datenprotokollierung (Data Logger)	87
Systembezogene Operationen	92
Der Selbsttest	92
Fehlerzustände	93
Die Einträge im Fehlermeldungsbuffer lesen	94
Kalibrierung	95

Die Konfiguration des Multimeters nach dem Einschalten und nach dem Zurücksetzen	96
3 Die Fernprogrammierungsschnittstelle	99
Die GPIB-Schnittstelle konfigurieren	101
Die USB-Schnittstelle konfigurieren	102
Die LAN-Schnittstelle konfigurieren	103
LAN-Parameter konfigurieren	104
DHCP	104
Automatische Zuweisung von IP-Adressen	105
IP-Adresse	106
Subnetz-Maske	106
Standard-Gateway	107
Host-Name	107
DNS-Server	108
Web-Passwort	108
Unerwartetes Umschalten in die Fernprogrammierungs-Betriebsart	108
Eine LAN-Verbindung über die Frontplatte einrichten	109
Eine LAN-Verbindung über die Fernprogrammierungsschnittstelle einrichten	110
Agilent 34410A/11A Web Interface	111
4 Anleitung zur Durchführung von Messungen	113
Erläuterungen zu DC-Messungen	115
Fehler durch thermoelektrisch verursachte EMF	115
Fehler beim Laden (Gleichspannung)	115
Rauschunterdrückung	116
Netzstörspannungen unterdrücken	116
Gleichtaktunterdrückung (CMR)	116
Durch Magnetschleifen verursachtes Rauschen	117
Durch Masseschleifen verursachtes Rauschen	117

Erläuterungen zur Widerstandsmessung	118
4-Draht-Widerstandsmessung	119
Vom Testleitungswiderstand verursachte Fehler eliminieren	119
Verlustleistungseffekte minimieren	120
Fehler beim Messen hoher Widerstände	120
AC-Effektivwertmessungen (True RMS)	121
Genauigkeit des True RMS-Werts und Hochfrequenzgehalt von Signalen	122
Hochfrequenzbedingte (bandexterne) Fehler einschätzen	125
Sonstige wesentliche Messfunktionen	127
Fehler bei der Frequenz- und Periodenmessung	127
Gleichstrommessungen	128
Kapazitätsmessungen	128
Temperaturmessungen	131
Tastkopfoptionen	131
2-Draht- und 4-Draht-Messungen im Vergleich	131
Autokalibrierung	132
Integration	132
Offset-Ausgleich	132
NULL-Einstellung	133
Messungen mit hoher Leserate	134
AC-Messungen mit hoher Leserate durchführen	134
DC- und Widerstandsmessungen mit hoher Leserate durchführen	135
Sonstige Messfehlerquellen	136
Einschwingzeiteffekte	136
Fehler beim Laden (Wechselspannung)	136
Messungen unterhalb der Vollskala	137
Fehler durch Eigenerwärmung infolge hoher Spannungen	137
Fehler bei der Wechselstrommessung (abfallende Spannung)	137
Messfehler infolge niedriger Pegel	138
Gleichtaktfehler	139
Kriechstromfehler	139

5	Specifications	141
	DC Characteristics	143
	AC Characteristics	146
	Frequency and Period Characteristics	148
	Capacitance Characteristics	150
	Temperature Characteristics	150
	Additional 34411A Specifications	151
	Measurement and System Speeds	152
	System Speeds	153
	Data From Memory	154
	General Specifications	154
	Dimensions	156
	To Calculate Total Measurement Error	157
	Interpreting Accuracy Specifications	159
	Transfer Accuracy	159
	24–Hour Accuracy	159
	90–Day and 1–Year Accuracy	159
	Temperature Coefficients	159
	Configuring for Highest Accuracy Measurements	160
	DC Voltage, DC Current, and Resistance Measurements:	160
	AC Voltage and AC Current Measurements:	160
	Frequency and Period Measurements:	160



1 Kurzanleitung

Dieses Kapitel vermittelt Ihnen einen raschen Überblick über die Frontplatte und grundlegende Merkmale des 34410A/11A Multimeters. Anhand der Beispiele können Sie sich mit dem Messgerät, dessen Messfunktionen sowie elementaren Bedienfunktionen vertraut machen.

Elementare Bedienfunktionen des Multimeters 20

Vorbereitung des Multimeters 20

Bedienung der Frontplatte 21

Tasten der Frontplatte 21

Direktzugriffstasten der Frontplatte 21

Elementare Messungen durchführen 23

So führen Sie Gleichspannungsmessungen durch 24

So führen Sie Wechselspannungsmessungen durch 24

So führen Sie Gleichstrommessungen durch 25

So führen Sie Wechselstrommessungen durch 25

So führen Sie 2-Draht-Widerstandsmessungen durch 26

So führen Sie 4-Draht-Widerstandsmessungen durch 26

So führen Sie Frequenzmessungen durch 27

So führen Sie Periodenmessungen durch 27

So führen Sie Kapazitätsmessungen durch 28

So führen Sie 2-Draht-Temperaturmessungen durch 29

So führen Sie 4-Draht-Temperaturmessungen durch 29

So führen Sie Durchgangstests durch 30

So prüfen Sie Dioden 30

Weitere elementare Maßnahmen 31

Das Multimeter schaltet sich nicht ein 31

Die Netzsicherung austauschen 33

Den Tragegriff einstellen 34

Den Gestelleinbau des Multimeters vornehmen 35



Elementare Bedienfunktionen des Multimeters

In diesem Abschnitt werden die grundlegenden Bedienschritte und Funktionen des 34410A/11A Multimeters beschrieben.

Vorbereitung des Multimeters

So stellen Sie fest, ob das Multimeter 34410A oder 34411A betriebsbereit ist:

1 Kontrollieren Sie die gelieferten Teile.

Stellen Sie sicher, dass die folgenden Teile mit dem Multimeter geliefert wurden. Falls eines der Teile fehlt, setzen Sie sich mit der nächstgelegenen Agilent-Geschäftsstelle in Verbindung.

- Testleitungen
- Netzkabel
- USB 2.0-Kabel
- CD-ROM *Agilent 34410A/11A Product Reference*
- CD-ROM *Agilent Automation Ready* (IO Libraries)
- *Kalibrierzertifikat*

Die Produktdokumentationen, inkl. *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help* und Handbüchern zum Produkt, befinden sich auf der CD-ROM *Product Reference*. Druckexemplare der Dokumentationen sind optional erhältlich und nur im Produktumfang enthalten, wenn sie explizit angefordert wurden.

2 Schließen Sie das Multimeter über das mitgelieferte Netzkabel an das Stromnetz an und schalten Sie es ein.

Das Display der Frontplatte beginnt zu leuchten und das Multimeter führt den Einschalt-Selbsttest aus. Das Multimeter schaltet sich mit der Gleichspannungsfunktion (DC) und aktiver automatischer Bereichswahl (Auto-ranging) ein – es sei denn, ein Vorbenutzer hat das Gerät so konfiguriert, dass es beim Einschalten in einen vom Standard abweichenden gespeicherten Zustand schaltet (siehe „*Multimeterkonfigurationen speichern*“ auf Seite 52).

Bedienung der Frontplatte

Dieser Abschnitt bietet eine Einführung in die Frontplatte des 34410A/11A Multimeters.

Tasten der Frontplatte

Über die Tasten der Frontplatte lassen sich verschiedene Funktionen und Operationen wählen. Durch Drücken einer Messfunktionstaste (z. B. **DCV**) wählen Sie die betreffende Funktion. Drücken Sie **Config**, um das Konfigurationsmenü für die gewählte Messfunktion zu öffnen.

Die meisten Tasten haben auch eine Umschaltfunktion. Diese ist oberhalb in Blau angegeben. Um eine Umschaltfunktion auszuführen, drücken Sie **Shift** und anschließend die Taste mit der betreffenden Zusatzbeschriftung.

Verwenden Sie die Menü-Navigationstasten (z. B. **◀** oder **▶**), um Menüelemente anzuzeigen und zu wählen. Das jeweils gewählte (bzw. standardmäßige) Element erscheint in **VOLLER HELLIGKEIT**. Alle anderen Optionen sind in **VERMINDERTER HELLIGKEIT** dargestellt. Gehen Sie die Optionen der einzelnen Menüebenen per Bildlauf und nicht sprunghaft durch. Sind in der zweiten Displayzeile rechts und/oder links Pfeile zu sehen, so sind jeweils weitere Optionen verfügbar. Damit eine gewählte Option wirksam wird, drücken Sie **Enter**.

Bei der Eingabe numerischer Parameter wählen Sie mit den Tasten **◀** und **▶** die gewünschte Dezimalstelle und vergrößern bzw. verkleinern diese mit den Tasten **▲** und **▼**.

Direktzugriffstasten der Frontplatte

Über die Direktzugriffstasten der Frontplatte können drei häufig benötigte Display-Funktionen angewendet werden: Bereichswahl, Dezimalstellenmaskierung und Integrationszeiteinstellung.

Bereichswahl Die manuelle Bereichswahl für das Multimeter kann direkt über die Navigationstasten erfolgen.

Um den für das Multimeter eingestellten Bereich manuell zu ändern, drücken Sie **▲** oder **▼**. Die Anzeige **ManRng** leuchtet auf und der gewählte Bereich (z. B. 100mV RANGE) wird in der zweiten Zeile kurz eingeblendet.

Dezimalstellenmaskierung Die Navigationstasten bieten direkten Zugriff auf die Funktion zum Maskieren der Maßzahl auf dem Haupt-Display (d. h. Ändern der auf dem Display angezeigten Stellen), so dass sich deren Lesbarkeit verbessern lässt.

Um für eine beliebige laufende Messfunktion die Dezimalstellenmaskierung zu aktivieren, drücken Sie **Shift**  oder **Shift** . Daraufhin werden in der zweiten Display-Zeile zusammen mit dem Hinweis DIGIT MASK die möglichen Optionen (3.5, 4.5, 5.5, 6.5 und AUTO) angezeigt. Drücken Sie  oder , um einen Bildlauf durch die Optionen vorzunehmen und eine Auswahl zu treffen. Drücken Sie anschließend **Enter**.

Integrationszeit (Bandbreite, Durchlasszeit) Vier Messfunktionen ermöglichen das Einstellen der Integrationszeit des Multimeters: Gleichspannung und Gleichstrom sowie Widerstand und Temperatur. Bei Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen können Sie den Wechselstromsignalfilter (die Bandbreite) vorwählen. Mit der Frequenz-/Periodenfunktion können Sie die Durchlasszeit angeben. Über die Navigationstasten haben Sie die Möglichkeit, diese Einstellungen direkt und schnell zu ändern.

- Beinhaltet die Multimeterkonfiguration für Messungen die Verwendung einer Integrationszeit in *Netzzyklen* (NPLCs), können Sie die Integrationszeit während laufender Messungen (über die Frontplatte gesteuert) durch Drücken der Taste  bzw.  ändern.
- Ist die Wechselspannungs- oder Wechselstrommessfunktion gewählt, können Sie im Verlauf von über die Frontplatte gesteuerten Messungen mit  bzw.  die Bandbreite erhöhen bzw. vermindern.
- Ist die Frequenz-/Periodenmessfunktion gewählt, lässt sich im Verlauf von über die Frontplatte gesteuerten Messungen mit  bzw.  die Durchlasszeit erhöhen bzw. verkürzen.

Elementare Messungen durchführen

In diesem Abschnitt werden eine Reihe von Messungen, die Sie mit dem Multimeter 34410A/11A durchführen können, und die jeweils zugehörigen Anschlussschemata beschrieben. *Die elementarsten Messungen lassen sich mit den werkseitigen Grundeinstellungen durchführen.* Eine umfassende Beschreibung sämtlicher Multimeterfunktionen, der Messparameterkonfiguration und der Bedienung über die Fernprogrammierungsschnittstelle entnehmen Sie Kapitel 2.

Halten Sie sich zum Anschließen der Testleitungen an die Schemadarstellung zur betreffenden Messung. Die Testleitungsanschlüsse sind für die vorderen und rückwärtigen Anschlüsse identisch.

Wählen Sie die vorderen bzw. rückwärtigen Anschlüsse, indem Sie auf der Frontplatte die Taste **Front** bzw. **Rear** drücken, *bevor Sie die Testleitungen anschließen.* Wenn Sie sich für die rückwärtigen Anschlüsse entscheiden, leuchtet die Anzeige **Rear**.

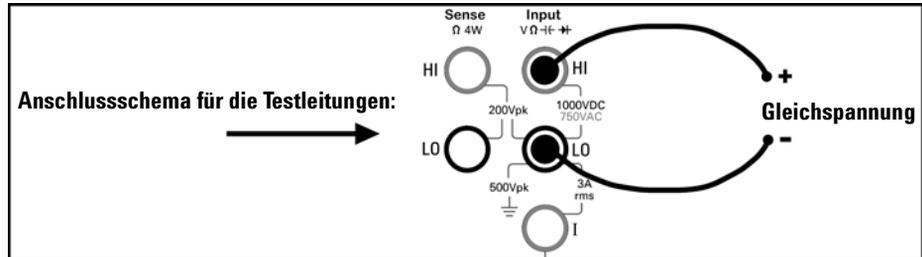
WARNUNG

Drücken Sie keinesfalls die Taste Front/Rear, solange sich an den vorderen oder rückwärtigen Anschlüssen Signale befinden. Das Umschalten bei hohen Spannungen oder Stromstärken kann zur Beschädigung des Geräts und zu erhöhter Stromschlaggefahr führen.

So führen Sie Gleichspannungsmessungen durch

Wählen Sie die Gleichspannungsfunktion, indem Sie die Taste **DCV** drücken.

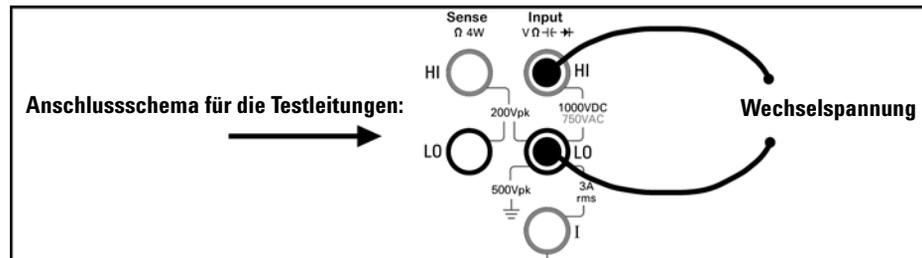
- Bereiche: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V
- Einstellbare Parameter: INTEGRATION, RANGE, INPUT Z (Eingangsimpedanz), AUTO ZERO, NULL und NULL VALUE



So führen Sie Wechselspannungsmessungen durch

Wählen Sie die Wechselspannungsfunktion, indem Sie die Taste **ACV** drücken.

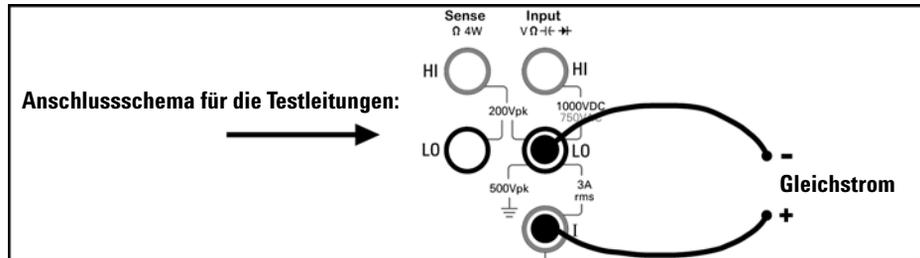
- Bereiche: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 750 V
- Technik: tatsächlicher Effektivwert (True RMS), AC-Kopplung
- Einstellbare Parameter: AC FILTER, RANGE, NULL und NULL VALUE



So führen Sie Gleichstrommessungen durch

Wählen Sie die Gleichstromfunktion, indem Sie die Taste **Shift** **DC V** (**DC I**) drücken.

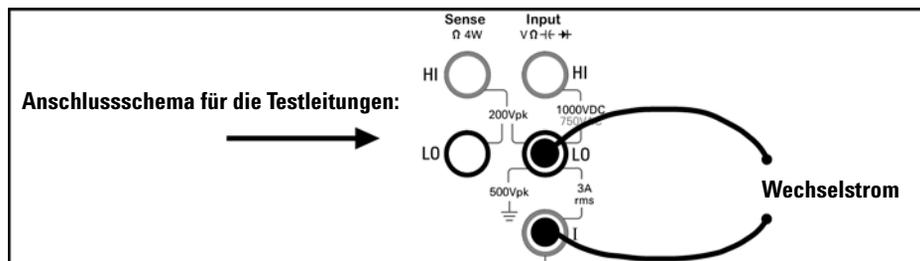
- Bereiche: 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A, 3 A
- Einstellbare Parameter: INTEGRATION, RANGE, AUTO ZERO, NULL und NULL VALUE



So führen Sie Wechselstrommessungen durch

Wählen Sie die Wechselstromfunktion, indem Sie die Taste **Shift** **AC V** (**AC I**) drücken.

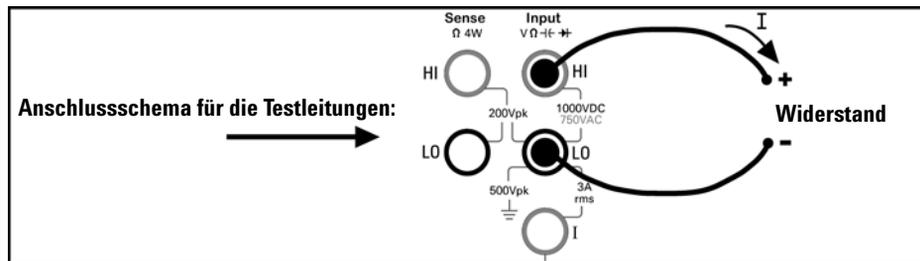
- Bereiche: 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A, 3 A
- Technik: tatsächlicher Effektivwert (True RMS), AC-Kopplung
- Einstellbare Parameter: AC FILTER, RANGE, NULL und NULL VALUE



So führen Sie 2-Draht-Widerstandsmessungen durch

Wählen Sie die 2-Draht-Widerstandsmessfunktion, indem Sie die Taste **Ω2W** drücken.

- Bereiche: 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ, 100 MΩ, 1 GΩ
- Einstellbare Parameter: INTEGRATION, RANGE, OFFSET COMP, AUTO ZERO, NULL und NULL VALUE



So eliminieren Sie den Einfluss des Testleitungswiderstands auf die Messung:

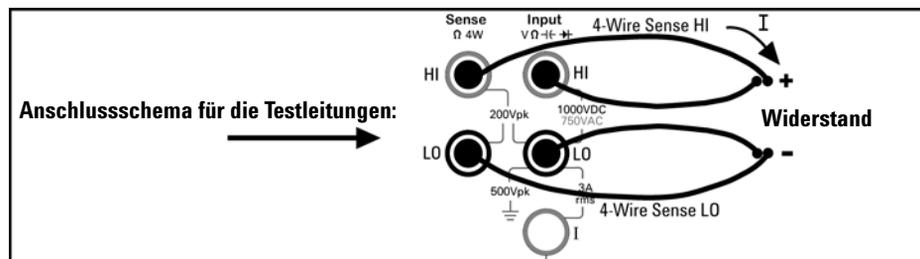
- 1 Schließen Sie ein Ende der Testleitungen an das Multimeter an und schließen Sie die Tastkopfenden kurz.
- 2 Drücken Sie die Taste Null.
- 3 Verbinden Sie die Tastkopfenden mit der Messschaltung und messen Sie den korrigierten Widerstandswert.

So führen Sie 4-Draht-Widerstandsmessungen durch

Wählen Sie die 4-Draht-Widerstandsmessfunktion, indem Sie die Taste

Shift **Ω2W** **(Ω4W)** drücken.

- Bereiche: 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ, 100 MΩ, 1 GΩ
- Einstellbare Parameter: INTEGRATION, RANGE, OFFSET COMP, NULL und NULL VALUE

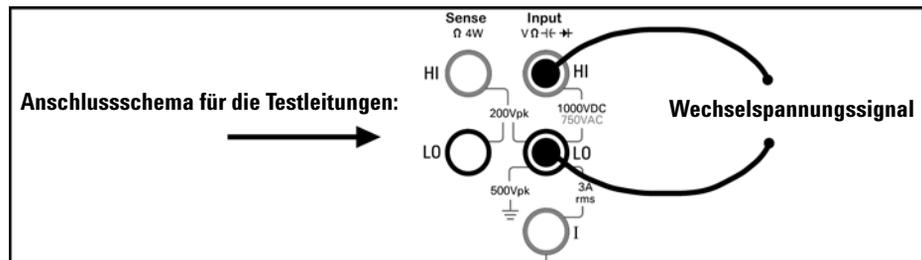


Alle 4-Draht-Widerstandsmessungen erfolgen mit Autokalibrierung.

So führen Sie Frequenzmessungen durch

Wählen Sie die Frequenzfunktion, indem Sie die Taste **Freq** drücken.

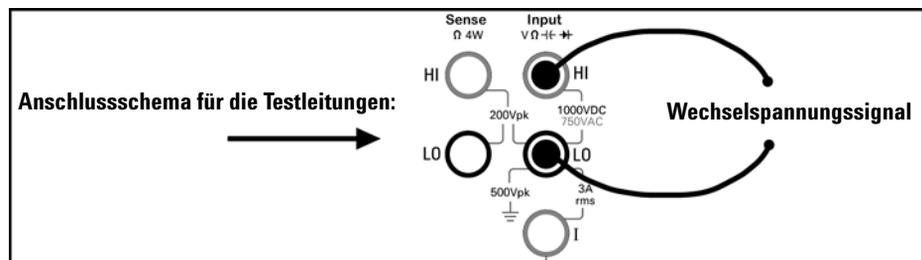
- Messbereich: 3 Hz bis 300 kHz
- Eingangssignale: Wechselspannungsbereich von 100 mV bis 750 V
- Technik: Zählen und Reziprokwertbildung
- Einstellbare Parameter: GATE TIME, RANGE, AC FILTER, NULL und NULL VALUE



So führen Sie Periodenmessungen durch

Wählen Sie die Frequenzfunktion, indem Sie die Taste **Freq** drücken. Drücken Sie anschließend die Taste **Config** und wählen Sie im Menü den Eintrag PERIOD.

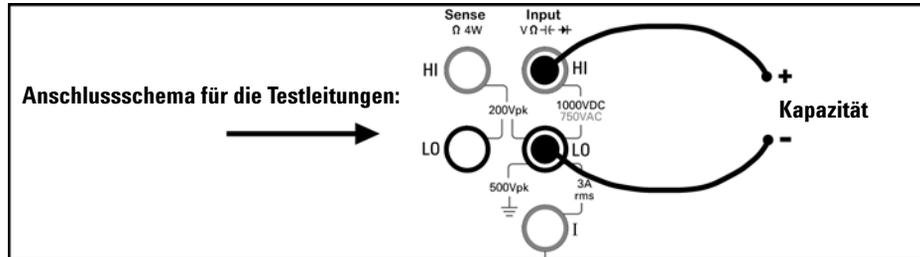
- Messbereich: 0,33 s bis 3,3 μ s
- Eingangssignale: Wechselspannungsbereich von 100 mV bis 750 V
- Technik: Zählen und Reziprokwertbildung
- Einstellbare Parameter: GATE TIME, RANGE, AC FILTER, NULL und NULL VALUE



So führen Sie Kapazitätsmessungen durch

Wählen Sie die Kapazitätsfunktion, indem Sie die Taste **Shift** **Freq** (⇧) drücken.

- Bereiche: 1 nF, 10 nF, 100 nF, 1 μF , 10 μF
- Einstellbare Parameter: RANGE, NULL und NULL VALUE



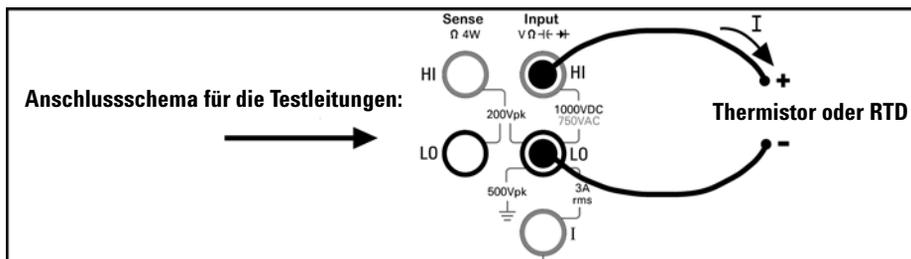
So eliminieren Sie den Einfluss der Testleitungskapazität auf die Messung:

- 1 Trennen Sie das Tastkopfeende der Plusleitung von der Messschaltung.
- 2 Drücken Sie die Taste Null.
- 3 Verbinden Sie das Tastkopfeende der Plusleitung wieder mit der Messschaltung und messen Sie den korrigierten Kapazitätswert.

So führen Sie 2-Draht-Temperaturmessungen durch

Wählen Sie die Temperaturfunktion, indem Sie die Taste **(Shift) (Config) (Temp)** drücken. Drücken Sie nun **(Config)** und wählen Sie im Menü den Eintrag RTD-2W oder THERMISTOR-2W.

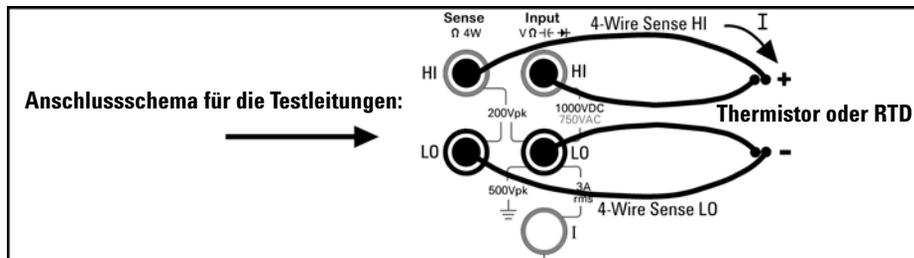
- Tastkopftypen: 2,2-k Ω -, 5-k Ω -, 10-k Ω -Thermistoren; 0,00385 % / °C-RTD
- Einstellbare Parameter: PROBE TYPE, THERMISTOR- oder RTD-Wert, AUTO ZERO, OFFSET COMP (nur bei *RTD-Tastköpfen*), INTEGRATION, UNITS, NULL und NULL VALUE



So führen Sie 4-Draht-Temperaturmessungen durch

Wählen Sie die Temperaturfunktion, indem Sie die Taste **(Shift) (Config) (Temp)** drücken. Drücken Sie nun **(Config)** und wählen Sie im Menü den Eintrag RTD-4W oder THERMISTOR-4W.

- Tastkopftypen: 2,2-k Ω -, 5-k Ω -, 10-k Ω -Thermistoren; 0,00385 % / °C-RTD
- Einstellbare Parameter: PROBE TYPE, THERMISTOR- oder RTD-Wert, OFFSET COMP (nur bei *RTD-Tastköpfen*), INTEGRATION, UNITS, NULL und NULL VALUE

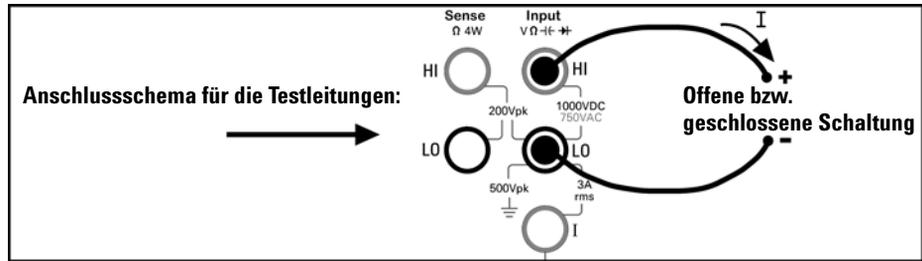


Alle 4-Draht-Temperaturmessungen erfolgen mit Autokalibrierung.

So führen Sie Durchgangstests durch

Wählen Sie die Durchgangstestfunktion, indem Sie die Taste **Cont** \rightarrow drücken.

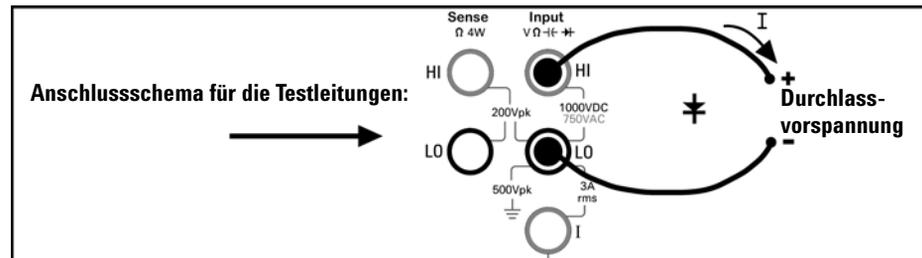
- Teststromquelle: 1 mA
- Schwellenwert für Pieptonaktivierung: Piepton bei unter 10 Ω



So prüfen Sie Dioden

Wählen Sie die Diodentestfunktion, indem Sie die Taste **Shift** **Cont** \rightarrow (\rightarrow) drücken.

- Teststromquelle: 1 mA
- Schwellenwert für Pieptonaktivierung: $0,3 \text{ V} \leq \text{Spannung}_{\text{gemessen}} \leq 0,8 \text{ V}$ (*nicht einstellbar*)



Mit der Diodentestfunktion lässt sich feststellen, ob eine Diode ordnungsgemäß funktioniert; geschlossener Schaltkreis bei Durchlassvorspannung und offener Schaltkreis bei Sperrvorspannung.

Weitere elementare Maßnahmen

In diesem Abschnitt finden Sie grundlegende Fehlerdiagnose- und Fehlerbehebungsmaßnahmen sowie rund um das Gerät anfallende allgemeine Handgriffe beschrieben.

Das Multimeter schaltet sich nicht ein

Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie zweckmäßigerweise vorgehen, wenn beim Einschalten des Multimeters Probleme auftreten. Sollten diese Ausführungen einmal nicht zum Erfolg führen, so lesen Sie im *Service Guide* nach, wie Sie das Gerät zu Wartungszwecken an Agilent zurücksenden können.

1 Überprüfen Sie, ob das Multimeter an das Stromnetz angeschlossen ist.

Kontrollieren Sie zunächst, ob sich der Einschaltknopf am Multimeter in Einschaltstellung befindet. Vergewissern Sie sich weiter, dass das Netzkabel fest in den Netzteilanschluss an der Geräterückseite eingesteckt ist. Stellen Sie ferner sicher, dass die Netzsteckdose, an die das Multimeter angeschlossen ist, Spannung führt.

2 Überprüfen Sie die Netzspannungseinstellung.

Die Netzspannungseinstellung wird werkseitig an die Netzspannung des Bestimmungslandes angepasst. Falls das Gerät auf eine falsche Netzspannung eingestellt ist, korrigieren Sie die Einstellung. Folgende Einstellungen stehen zur Wahl: 100, 120, 220 und 240 Vac (verwenden Sie für 230 V Netzspannung die Einstellung 220 V).

Wie Sie die Einstellung für die Netzspannung ändern können, entnehmen Sie Abschnitt „Die Netzsicherung austauschen“ auf Seite 33.

3 Prüfen Sie, ob die Netzsicherung einwandfrei funktioniert.

Das Multimeter ist werkseitig mit einer Netzsicherung ausgestattet. Beim installierten Modell handelt es sich um eine träge **250-mA-, 250-V-, 5x20-mm-Sicherung** mit der **Agilent-Teilenummer 2110-0817**. Ist die Sicherung fehlerhaft, ersetzen Sie diese durch ein Exemplar mit denselben Abmessungen und Leistungsnenngrößen.

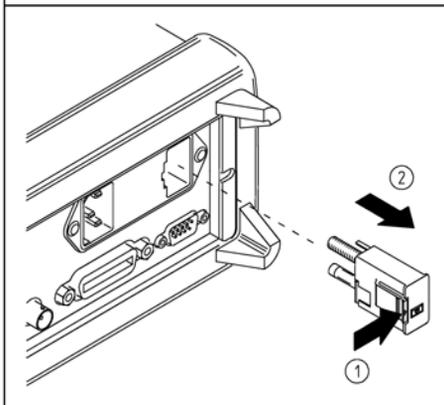
Wie Sie die Netzsicherung entfernen, entnehmen Sie Abschnitt „Die Netzsicherung austauschen“ auf Seite 33.

Auch die *Eingangstromwege* sind abgesichert. Beim mitgelieferten Modell handelt es sich um eine träge **3-A-, 250-V-, 5x20-mm-Sicherung** mit der **Agilent-Teilenummer 2110-0780**. Diese befindet sich auf der Rückwand links in einer standardmäßig eingeschraubten Sicherungshalterung. Ist die Sicherung fehlerhaft, ersetzen Sie diese durch ein Exemplar mit denselben Abmessungen und Leistungsnenngrößen.

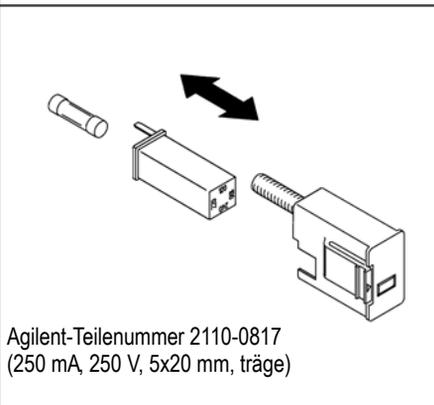
Die Netzsicherung austauschen

Ziehen Sie zuerst das Netzkabel heraus. Führen Sie anschließend folgende Schritte aus:

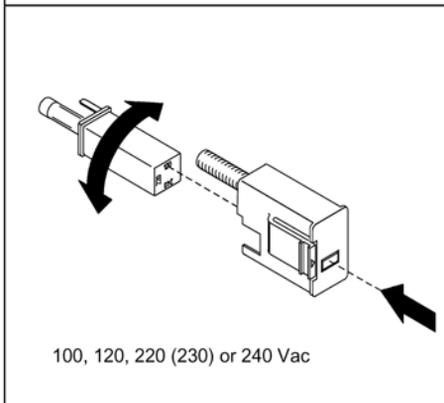
1 Drücken Sie den Einraster (1) und ziehen Sie die Sicherungshalterung (2) aus der Rückwand.



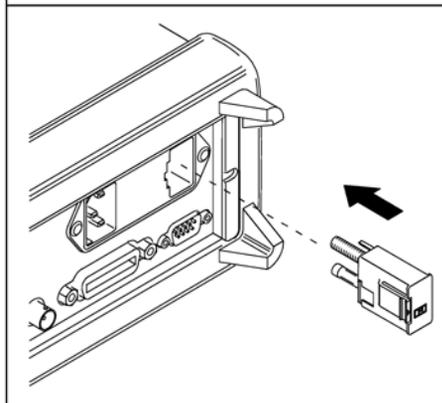
2 Entfernen Sie den Netzspannungswähler aus der Sicherungshalterung.



3 Drehen Sie den Netzspannungswähler. Setzen Sie ihn mit dem richtigen Wert wieder ein.



4 Setzen Sie die Sicherungshalterung wieder in das Netzanschlussmodul (Rückwand) ein.



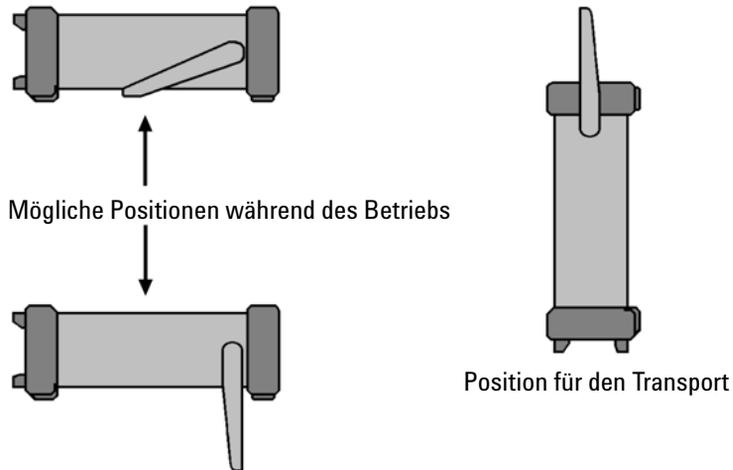
Stellen Sie fest, ob die richtige Netzspannung eingestellt ist und die Netzsicherung ordnungsgemäß funktioniert.

HINWEIS

Bei Multimeteranwendungen mit einer Netzversorgungsspannung von 230 V setzen Sie den Netzspannungswähler auf 220 V.

Den Tragegriff einstellen

Justieren Sie die Griffposition, indem Sie den Griff an beiden Seiten nach *außen ziehen*. Bringen Sie ihn dann in die gewünschte Position.



Den Gestelleinbau des Multimeters vornehmen

Sie können das Multimeter 34410A/11A unter Verwendung des zugehörigen Gestellbausatzes in einem 19-Zoll-Standardgehäuse installieren. Zu jedem Bausatz werden eine Montageanleitung und die erforderlichen Zubehörteile mitgeliefert. Jedes Agilent System II-Gerät (halbe Breite, 2U-Höhe) mit einer Tiefe von entweder 272,3 mm oder 348,3 mm lässt sich neben dem 34410A/11A in ein Gestell einbauen. So können Sie beispielsweise ein Multimeter 34410A/11A und ein 34401A oder zwei 34410A/11As nebeneinander einbauen, siehe Abb. unten.

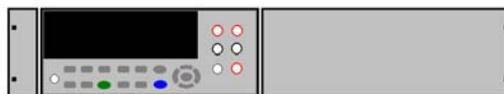
Entfernen Sie vor dem Gestelleinbau den Tragegriff sowie die vorderen und rückwärtigen Gummipuffer.



Zum Abnehmen der Gummipuffer dehnen Sie sie an einer Ecke und ziehen sie dann ab.



Zum Abnehmen des Griffs drehen Sie diesen in die vertikale Position und ziehen ihn nach der Seite auseinander.

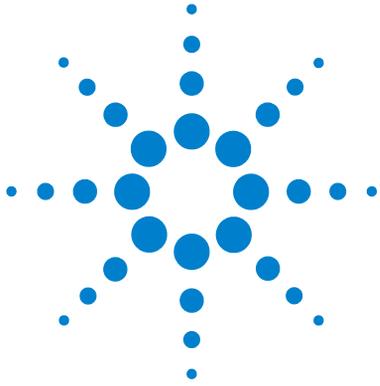


Zum Gestelleinbau eines einzelnen Geräts benötigen Sie den Adaptereinbausatz 5063-9240.



Zum Gestelleinbau zweier Geräte bestellen Sie den Verbindungssatz 5061-8769 und den Flanschsatz 5063-9212.

1 Kurzanleitung



2 Leistungsmerkmale und Funktionen

SCPI-Befehle 39

Die Frontplatte 40

Das Display der Frontplatte 40

Angezeigte Meldungen 40

Selbsterklärende Menüs 40

Anzeigen 42

Optionen der zweiten Display-Zeile 43

Das Display ausschalten 44

Direktzugriffstasten der Frontplatte 44

Alphanumerische Zeichen über die Frontplatte eingeben 46

Konfigurationsmenü für frontplattengesteuerte Messungen 47

Gleichspannungs- und Gleichstrommessungen konfigurieren 47

Wechselspannungs- und

Wechselstrommessungen konfigurieren 48

Widerstandsmessungen konfigurieren 48

Frequenz- und Periodenmessungen konfigurieren 49

Temperaturmessungen konfigurieren 49

Kapazitätsmessungen konfigurieren 50

Durchgangs- und Diodentests 50

Erweiterte Konfigurationsoptionen 52

Multimeterkonfigurationen speichern 52

Auf den Messwertspeicher zugreifen 53

Eingänge an der Front- oder Rückseite wählen 54

Das Multimeter zurücksetzen 54

DC-Messungen 56

Integrationszeit und Auflösung 56

Die DC-Eingangsimpedanz 58

AC-Messungen 59

Der Wechselstromfilter 59

Die Durchlasszeit 60



Die Autokalibrierungsfunktion 61

Die Bereichswahl 62

Nullmessungen 64

Verschiedene Konfigurationseinstellungen 66

Das Dezimaltrennzeichen 66

Das Tausendertrennzeichen 66

Der Piepton 67

Mathematische Funktionen 68

dB-Messungen 69

dBm-Messungen 70

Mit Statistiken arbeiten 71

Grenzwerttests 72

Die Triggerung beim Multimeter 74

Die Triggerquelle wählen 74

Die automatische Triggerung 75

Die Einzeltriggerung 75

Die Messung anhalten 75

Die Soforttriggerung 76

Die Softwaretriggerung (Bustriggerung) 77

Die interne Triggerung (Pegeltriggerung; nur beim 34411A) 77

Die Zahl der Abtastwerte pro Trigger 78

Die Zahl der Pre-Trigger-Abtastwerte (nur beim Gerät 34411A) 78

Die Triggerverzögerung 79

Die automatische Triggerverzögerung 81

Die externe Triggerung 83

Die Polarität der Triggerflanke 85

Die Datenprotokollierung (Data Logger) 87

Systembezogene Operationen 92

Der Selbsttest 92

Fehlerzustände 93

Die Einträge im Fehlermeldungsbuffer lesen 94

Kalibrierung 95

**Die Konfiguration des Multimeters nach dem Einschalten
und nach dem Zurücksetzen 96**

SCPI-Befehle

Das Multimeter Agilent 34410A/11A entspricht den Syntaxregeln und Konventionen für SCPI-Befehle (*SCPI: Standard Commands for Programmable Instruments*).

HINWEIS

Eine umfassende Beschreibung der SCPI-Befehlssyntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*. Dabei handelt es sich um ein Hilfesystem nach Windows-Standard. Sie finden diese Hilfe auf der *Agilent 34410A/11A Product Reference CD-ROM*, die Sie zusammen mit dem Gerät erhalten haben.

SCPI-Sprachkonventionen: Im gesamten Handbuch gelten folgende Konventionen bezüglich der SCPI-Befehlssyntax für die Fernprogrammierung:

- Geschweifte Klammern ({ }) umschließen die für einen Befehl verfügbaren Parameter. Die geschweiften Klammern sind nicht Bestandteil des Befehlsstrings.
- Ein senkrechter Strich (|) trennt mehrere alternative Parameter voneinander.
- Spitze Klammern (< >) zeigen an, dass für den betreffenden Parameter ein Wert angegeben werden muss. (Diese Klammern sind nicht Bestandteil des Befehlsstrings.)
- Einige Parameter sind in eckige Klammern ([]) eingeschlossen. Diese zeigen an, dass der betreffende Parameter optional ist, also ignoriert werden kann. (Diese Klammern sind nicht Bestandteil des Befehlsstrings.) Wenn Sie für einen optionalen Parameter keinen Wert angeben, verwendet das Gerät den jeweiligen Standardwert.

SCPI-Sprachversion: Mit welcher SCPI-Version das Gerät konform ist, können Sie über die Fernprogrammierungsschnittstelle abfragen.

- Eine Abfrage der SCPI-Version über die Frontplatte ist nicht möglich.
- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Die Abfrage `SYSTem:VERSion?` gibt die SCPI-Version in der Form „YYYY.V“ zurück, wobei „YYYY“ für das Jahr der Version und „V“ für die Versionsnummer dieses Jahres (z. B. 1994.0) steht.

Die Frontplatte

Das Display der Frontplatte

Das Agilent 34410A/11A Multimeter hat ein alphanumerisches Display mit einer zweiten Zeile und mit Anzeigen, die auf bestimmte nicht standarmäßige Gerätekonfigurationen hinweisen.

Angezeigte Meldungen

Während einer Messung erscheint in der ersten Display-Zeile der jeweils ermittelte Messwert zusammen mit der Maßeinheit (z. B: -0.001,02 VDC). Für manche Funktionen kann die zweite Display-Zeile zur Wiedergabe einer zweiten Messung aktiviert werden.

Wenn ein Menü geöffnet ist (beispielsweise zum Konfigurieren einer Messung), wird in der ersten Display-Zeile dieses Menü oder der einzurichtende bzw. zu wählende Parameter angegeben, die zweite Display-Zeile zeigt die jeweiligen Optionen oder den zu setzenden Wert.

Außerdem erscheinen in der zweiten Zeile kurze Meldungen, die über Änderungen an der Gerätekonfiguration informieren.

Selbsterklärende Menüs

Das Agilent 34410A/11A Multimeter bietet kontextsensitive Menüs, über die sich Messungen und andere Funktionen konfigurieren lassen. Die folgenden allgemeinen Hinweise beziehen sich auf Menüaktionen.

- Unter „Navigationstasten“ sind in diesem Handbuch die Tasten , ,  und  sowie die Taste  zu verstehen.
- Eine Reihe von Tasten (bzw. Tastenkombinationen mit der Umschalttaste) dienen zum Öffnen von Menüs. Dazu zählen:
 -  zum Konfigurieren der jeweils gewählten Messfunktion.
 -  zum Auswählen einer zweiten Messung, die auf der zweiten Display-Zeile verfolgt wird.
 -  zum Einrichten und Anwenden der Data Logger-Funktion.
 -   (**Math**) zum Aktivieren und Auswählen der mathematischen Funktionen.
 -   (**Auto Trig**) zum Zurückschalten des Multimeters in den Auto-triggermodus, Aktivieren der Anhaltefunktion für die Messung oder Auswählen verschiedener Triggerungsoptionen.

- **Shift** **Data Log** (**Utility**) zum Konfigurieren der Utility-Optionen oder Fernprogrammierungsschnittstelle.
- **Shift** **2nd Disp** (**Reset**) zum Zurücksetzen des Multimeters auf seine Grundeinstellungen, Reset-Zustand, (was dem Befehl *RST in SCPI entspricht).
- Wenn Sie die Taste **Shift** drücken, beginnt die Anzeige **Shift** zu leuchten. Sie schaltet sich im Wechsel ein- und wieder aus.
- Wenn das Multimeter in die Betriebsart Fernprogrammierung geschaltet ist (d. h. die Anzeige **Remote** leuchtet), können Sie es durch einmaliges Drücken der Taste **Shift** (**Local**) in die Lokalbetriebsart (zur Bedienung über die Frontplatte) zurückschalten.
- Sobald Sie ein Menü geöffnet haben, können Sie mit der Taste **Left** oder **Right** unter den in der zweiten Display-Zeile aufgeführten Menüelementen Ihre *Wahl treffen*.



Das jeweils gewählte (bzw. standardmäßige) Menüelement wird mit unverminderter *Helligkeit* eingeblendet (z. B. **dBM** im Menü oben). Alle anderen Optionen bleiben mit *halber Helligkeit* (OFF, dB oder STATS oben) eingeblendet.

Die Menüelemente können Sie per Bildlauf durchgehen, nicht jedoch überspringen. Pfeile auf der linken und/oder rechten Seite weisen darauf hin, dass sich außerhalb des sichtbaren Bereichs weitere Optionen befinden. Der Pfeil im obigen Beispiel zeigt an, dass rechts von STATS mindestens eine weitere Option verfügbar ist.

- Um die Wahl einer Option zu *bestätigen*, drücken Sie die Taste **Enter**. Damit gelangen Sie auch zur nächsten Menüebene. Sollten Sie sich bereits auf der nächsten Menüebene befinden, so schließen Sie diese mit **Enter**.
- Wenn Sie eine Menükonfiguration *prüfen* möchten, drücken Sie wiederholt die Taste **Enter**, um die gewählten Optionen der Reihe nach anzuzeigen und das Menü anschließend zu beenden.

- Um die verbleibenden Menüoptionen Schritt für Schritt durchzugehen, nachdem Sie die gewünschten Optionen gewählt haben, halten Sie die Taste **Enter** gedrückt.
- Die Taste, die zum Öffnen eines Menüs verwendet wurde (etwa **Config** oder **2nd Disp**), dient darüber hinaus, genau wie die Taste **Enter**, zum Bestätigen der jeweils gewählten Optionen und zum Vorrücken im Menü.
- Um ein Menü zu *beenden*, *bevor* Sie es komplett durchgegangen sind, drücken Sie **Exit**. Wenn Sie Änderungen vorgenommen haben, werden Sie gefragt, ob diese gespeichert oder verworfen werden sollen.

HINWEIS

Bei manchen Menüs dient das zweite Display zum Anzeigen der eingegebenen Zahlen oder Texte. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „[Alphanumerische Zeichen über die Frontplatte eingeben](#)“ auf Seite 46.

In einigen wenigen Fällen werden lange Strings in einem Menü angezeigt (z. B. der String USB ID). Hier müssen Sie mit den Tasten **▲** und **▼** einen Bildlauf durchführen, um den String in seiner vollen Länge lesen zu können.

Anzeigen

Es gibt mehrere Anzeigen, die meisten davon in einer Zeile oben auf dem Display. Eine solche Anzeige leuchtet, um auf einen bestimmten nicht standardmäßigen Zustand des Multimeters aufmerksam zu machen:

- ***** Derzeit läuft eine Messung („Abtastanzeige“).
- **Hi-Z** Für Gleichspannungsmessungen im 100-mV-, 1-V- und 10-V-Bereich ist eine Eingangsimpedanz $>10\text{ G}\Omega$ konfiguriert.
- **OComp** Für Widerstandsmessungen im 100- Ω -, 1-k Ω - und 10-k Ω -Bereich ist ein Offset-Ausgleich aktiviert.
- **ManRng** Für die gewählte Messfunktion wird ein manuell gewählter Bereich verwendet (während die automatische Bereichswahl deaktiviert ist).
- **Trig** Die Triggerung ist aktiviert. Das Multimeter befindet sich im Wartezustand, d. h. es wartet auf einen Trigger (Wait-For-Trigger-Zustand).
- **Hold** Die Funktion zum Anhalten der Messung ist aktiviert.
- **Remote** Das Multimeter wird über die Fernprogrammierungsschnittstelle gesteuert.

- **Error** Es wurde ein Fehler bei der Hardware oder Fernprogrammierungsschnittstelle festgestellt; im Fehlermeldungs-puffer befindet sich eine entsprechende Meldung.
- **Null** Für die derzeit eingestellte Messfunktion ist die Nullmessung aktiviert.
- **Shift** Die Taste  ist gedrückt worden (Wechsel zwischen ein und aus).
- **Math** Entweder die mathematische Funktion dB oder dBm ist aktiviert.
- **Stats** Die Statistikfunktion (von Math) ist aktiviert.
- **Limits** Die Grenzwerttestfunktion (von Math) ist aktiviert.
- **Rear** Der Schalter **Front/Rear** ist in der Stellung **Rear** und die Eingänge an der Rückwand sind zur Durchführung von Messungen intern angeschlossen.
- **4W** Eine 4-Draht-Widerstands- oder -Temperaturfunktion ist gewählt.
- **))** Die Durchgangstestfunktion ist gewählt.
- **➤** Die Diodentestfunktion ist gewählt.

Optionen der zweiten Display-Zeile

Bei einer Reihe von Messfunktionen ist es möglich, gleichzeitig Informationen zu einer zweiten Messung auf der zweiten Display-Zeile anzuzeigen:

Hauptfunktion (1. Zeile)	Funktion der zweiten Display-Zeile
DC V, DC I, AC V, AC I	Peak-to-Peak-Wert
Freq	AC Voltage *
Temp	Raw Resistance **
* Wechselfrequenz des Eingangssignals	
** tatsächlicher Rohwiderstand, gemessen über Temperaturstastkopf und Leitungen	

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie 
 2ND DISPLAY > PK-TO-PK (wobei die Funktion in der 1. Zeile Spannung oder Strom ist)

Wenn die zweite Display-Zeile aktiviert ist, können Sie einen Bildlauf durch die darin enthaltenen Einträge vornehmen, das betrifft auch die Funktionen STATS oder LIMITS, sofern diese aktiviert sind.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit dem folgenden Befehl geben Sie vor, dass die Mess- oder mathematische Funktion auf der zweiten Display-Zeile angezeigt werden soll. Bei dem Parameter `<feed>` handelt es sich um einen normalen ASCII-String, der die anzuzeigende Funktion bestimmt, etwa `VOLTage:PTPeak`.
`DISPlay:WINDow2:TEXT:FEED <feed>`
Die folgende Abfrage gibt den jeweils gewählten `<feed>`-Parameter in Form eines ASCII-Strings zurück:
`DISPlay:WINDow2:TEXT:FEED?`
Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Das Display ausschalten

Diese Funktion steht ausschließlich für die Fernprogrammierungsschnittstelle zur Verfügung.

In bestimmten Fällen kann es aus Sicherheitsgründen ratsam sein, das Display der Frontplatte zu deaktivieren. Ist das Display deaktiviert, wird es (mit Ausnahme der Anzeigen **Error** und **Remote**) schwarz.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Das Display wird mit folgendem Befehl deaktiviert:
`DISPlay OFF`
Mit folgendem Befehl wird die Einstellung des Displays abgefragt:
`DISPlay?`
Die Abfrage gibt das Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.
Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Direktzugriffstasten der Frontplatte

Über die Direktzugriffstasten auf der Frontplatte können drei häufig benötigte Display-Funktionen aufgerufen werden: Bereichswahl, Dezimalstellen ausblenden und Integrationszeiteinstellung. *Diese Direktzugriffstasten sind nur verfügbar, wenn gerade **kein** Menü geöffnet ist.*

Bereichswahl: Die Bereichswahl für das Multimeter kann direkt mit den Navigationstasten vorgenommen werden.

- Um den Bereich manuell zu ändern, drücken Sie  oder . Die Anzeige **ManRng** leuchtet auf und der gewählte Bereich (z.B. 100 mV RANGE) wird in der zweiten Zeile kurz eingeblendet.

- Um zwischen dem manuell gewählten Bereich und der automatischen Bereichswahl zu wechseln, drücken Sie **Exit** (**Auto Rng**). Entsprechend wird die Anzeige **ManRng** ein- bzw. ausgeblendet. *Hinweis: Hierbei handelt es sich um eine Doppelfunktionstaste und nicht um eine umzuschaltende Tastenfunktion. Durch Drücken der Taste **Exit** bei geöffnetem Menü beenden Sie das Menü.*

Dezimalstellen ausblenden: Die Navigationstasten bieten direkten Zugriff auf die Funktion zum Ausblenden der Maßzahl auf dem Haupt-Display (d.h. Ändern der auf dem Display angezeigten Stellen).

- Um die Funktion zum Ausblenden der Dezimalstellen für die jeweils gewählte Messfunktion zu aktivieren, drücken Sie **Shift**  oder **Shift** . Daraufhin werden die möglichen Optionen (3.5, 4.5, 5.5, 6.5 und AUTO) zusammen mit dem Hinweis DIGIT MASK angezeigt. Wählen Sie (mit den Tasten  ) die gewünschte Einstellung und drücken Sie **Enter**.
- Das Ausblenden der Dezimalstellen wird nur auf die jeweils angezeigten Zahlen angewendet. Auf Messgeschwindigkeit und -genauigkeit hat sie keinen Einfluss.

Integrationszeit (Bandbreite, Durchlasszeit): Vier Messfunktionen ermöglichen das Einstellen der Integrationszeit: Gleichspannung und Gleichstrom sowie Widerstand und Temperatur. Bei Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen können Sie den Wechselstrom-Signalfilter (die Bandbreite) vorwählen. Mit der Frequenz-/Periodenfunktion können Sie die Durchlasszeit angeben. Über die Navigationstasten können Sie diese Einstellungen direkt und schnell ändern.

- Beinhaltet die Multimeterkonfiguration für die Messung die Verwendung einer Integrationszeit in *Netzyklen* (NPLCs), so können Sie diese durch Drücken der Taste  oder  erhöhen bzw. vermindern und die neue Einstellung kurz einblenden lassen. Sie können einen Bildlauf durch den gesamten Bereich der möglichen Integrationszeiten durchführen:

Agilent 34410A – Netzyklen (PLCs): 0.006, 0.02, 0.06, 0.2, 1, 2, 10 und 100

Agilent 34411A – Netzyklen (PLCs): 0.001, 0.002, 0.006, 0.02, 0.06, 0.2, 1, 2, 10 und 100

- Ist das Multimeter so konfiguriert, dass es die Messung unter Verwendung einer Integrationszeit des Typs *Apertur* durchführt, so zeigen Sie durch Drücken der Taste  oder  die Option APERTURE und dazu in der zweiten Zeile die momentane Einstellung (etwa 101.005mSEC) dafür an. Anschließend können Sie die Apertureinstellung mit den Navigationstasten ändern. Die Tasten **Enter** und **Exit** haben die üblichen Funktionen.

- Ist die Wechselfrequenz- oder Wechselstromfunktion gewählt, so ändern Sie die Bandbreite, indem Sie die Taste  oder  drücken. Die Einstellung wird dann kurz in der zweiten Zeile eingeblendet. Sie können einen Bildlauf durch die drei verfügbaren Bandbreitenwerte durchführen: 3 HZ : SLOW, 20 HZ : MEDIUM *und* 200 HZ : FAST.
- Ist die Frequenz-/Periodenmessfunktion gewählt, so lässt sich bei laufenden, über die Frontplatte gesteuerten Messungen mit  oder  die Durchlasszeit erhöhen bzw. verkürzen. Die Einstellung wird kurz in der zweiten Zeile eingeblendet. (Lautet die Einstellung beispielsweise 0.1 GATE TIME, so erscheint auf dem Display der Wert 0.01 GATE TIME, wenn Sie die Taste  drücken.) Durch wiederholtes Drücken von  oder  können Sie die Durchlasszeiten in Sekundenschritten (0.001 GATE TIME, 0.01 GATE TIME, 0.1 GATE TIME *und* 1 GATE TIME) durchgehen.

Alphanumerische Zeichen über die Frontplatte eingeben

Bei bestimmten Menüs, insbesondere bei den Utility-Menüs, kann es erforderlich sein, Zahlenwerte oder alphanumerische Zeichenfolgen auf der zweiten Display-Zeile manuell zu erfassen.

- **Zur Eingabe einer Zahl oder eines Zeichens** drücken Sie  oder , um das zu ändernde Zeichen (Ziffer oder Buchstabe) auf dem Display zu markieren. Das markierte Zeichen leuchtet auf und kann nun bearbeitet werden. Mit den Tasten  und  können Sie Ziffern (von 0 bis 9) Buchstaben (von A bis Z) ändern.
- **Wenn Sie große Zahlen schnell ändern** möchten, können Sie durch Drücken der Taste  zu der Ziffer mit dem höchsten zulässigen Stellenwert gelangen und/oder führende Nullen hinzufügen. Bei Gleitkommazahlen, die nicht null sind, können Sie auch die Taste  drücken, zum Größenordnungskürzel (z.B. u, m, k, M) blättern, und dann mit den Tasten  und  den Zahleneintrag ändern.

Befinden sich auf der zweiten Display-Zeile rechts und/oder links neben dem markierten Zeichen Pfeile, so können weitere Zeichen bearbeitet werden.

Konfigurationsmenüs für frontplattengesteuerte Messungen

Jede der Messfunktionen wird separat konfiguriert, ausgenommen die Funktionen Ω 2W und Ω 4W (2-Draht- und 4-Draht-Widerstandsmessung), die partiell voneinander abhängen, sowie die Frequenz- und Periodenmessfunktion, die ein gemeinsames Konfigurationsmenü haben. Die Konfigurationseinstellungen für die einzelnen Messfunktionen (z.B. Integration und Bereich) bleiben erhalten, wenn Sie von einer Funktion zur nächsten wechseln.

- Drücken Sie **Config**, um das Konfigurationsmenü für die jeweilige Messfunktion zu öffnen. Die Menüs sind kontextsensitiv, d. h. dass nur die für die jeweils gewählte Funktion relevanten Optionen zur Wahl stehen.
- Wenn die Funktion zum Ausblenden der Dezimalstellen aktiviert ist (*siehe „Dezimalstellen ausblenden:“* auf Seite 45), wird vor allen anderen Konfigurationsoptionen das Untermenü DIGIT MASK verfügbar.
- *Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Erweiterte Konfigurationsoptionen“ auf Seite 52.*

Gleichspannungs- und Gleichstrommessungen konfigurieren

Für Gleichspannungs- und Gleichstrommessungen gibt es folgende Menüoptionen: INTEGRATION, RANGE, AUTO ZERO, NULL und NULL VALUE. Für Gleichspannungsmessungen können Sie zusätzlich INPUT Z konfigurieren. Dies ist nur bei Gleichspannungsmessungen möglich.

- INTEGRATION: Bietet zwei Möglichkeiten zur Vorgabe der Integrationszeit für eine Messung: in Netzyklen (mit NPLC) oder in Sekunden (mit APERTURE).
- RANGE: Ermöglicht die Festlegung eines festen Bereichs (mit MANUAL) oder Sie erlauben eine *automatische Bereichswahl* durch das Multimeter, (indem Sie AUTO wählen).
- INPUT Z: Ermöglicht die Vorgabe einer Eingangsimpedanz von 10 M Ω (mit 10 M) oder >10 G Ω (mit HI-Z) und zwar ausschließlich für die Gleichstrombereiche 100 mVdc, 1 Vdc und 10 Vdc.
- AUTO ZERO: Ermöglicht das Aktivieren der Autokalibrierungsfunktion für alle Messwerte (mit ON) oder für einen Messwert (mit ONCE) und das Deaktivieren der Autokalibrierungsfunktion (mit OFF). Die Autokalibrierungsfunktion subtrahiert einen bestimmten Nullablesewert von den einzelnen Messwerten.
- NULL: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. Deaktivieren (mit OFF) der Nullmessungsfunktion, welche die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal ermittelt.
- NULL VALUE: Ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten des Nullwerts (sofern die entsprechende Funktion aktiviert ist).

Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen konfigurieren

Für Wechselspannungs- und Wechselstrommessungen gibt es folgende Menüoptionen:

AC FILTER, RANGE, NULL und NULL VALUE.

- AC FILTER: Bietet eine Auswahl an drei Optionen (3 HZ : SLOW, 20 HZ : MEDIUM, 200 HZ : FAST). Mit dem Wechselstromfilter können Sie das jeweils günstigste Verhältnis zwischen Niederfrequenzbandbreite und Einschwingzeit herstellen.
- RANGE: Ermöglicht die *automatische Bereichswahl* durch das Multimeter (mit AUTO) oder die Festlegung eines festen Bereichs (mit MANUAL).
- NULL: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. Deaktivieren (mit OFF) der Nullmessungsfunktion, welche die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal ermittelt.
- NULL VALUE: Ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten des Nullwerts (sofern die entsprechende Funktion aktiviert ist).

Widerstandsmessungen konfigurieren

Für die 2-Draht- und 4-Draht-Widerstandsmessung gibt es folgende Menüoptionen: INTEGRATION, RANGE, OFFSET COMP, AUTO ZERO, NULL und NULL VALUE.

- INTEGRATION: Bietet zwei Möglichkeiten zur Vorgabe der Integrationszeit für eine Messung: in Netzyklen (mit NPLC) oder in Sekunden (mit APERTURE).
- RANGE: Ermöglicht die *automatische Bereichswahl* durch das Multimeter (mit AUTO) oder die Festlegung eines festen Bereichs (mit MANUAL).
- OFFSET COMP: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. das Deaktivieren (mit OFF) der Offset-Ausgleichsfunktion. Bei aktiviertem Offset-Ausgleich nimmt das Multimeter zunächst eine normale Widerstandsmessung vor und ermittelt anschließend in einer zweiten Messung etwaige im Eingangsschaltkreis vorhandene Offset-Spannungen. Der Messwert, der daraufhin auf dem Display erscheint, ist Offset-korrigiert. Bei aktiviertem Offset-Ausgleich verlangsamt sich die Messung.
- AUTO ZERO: Ermöglicht das Aktivieren der Autokalibrierungsfunktion für alle Messwerte (mit ON) oder für einen Messwert (mit ONCE) und das Deaktivieren der Autokalibrierungsfunktion (mit OFF). Die Autokalibrierungsfunktion subtrahiert einen nachträglich bestimmten Nullablesewert von den einzelnen Messwerten.
- NULL: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. Deaktivieren (mit OFF) der Nullmessungsfunktion, welche die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal ermittelt.

- NULL VALUE: Ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten des Nullwerts (sofern die entsprechende Funktion aktiviert ist).

Frequenz- und Periodenmessungen konfigurieren

Für die Frequenz- und Periodenmessung gibt es folgende Menüoptionen: CONFIGURE, GATE TIME, RANGE, AC FILTER, NULL und NULL VALUE.

- CONFIGURE: Ermöglicht die Vorgabe von FREQUENCY oder PERIOD als primäre Messgröße.
- GATE TIME: Bietet eine Auswahl aus vier Optionen (0.001, 0.01, 0.1 und 1) für die Durchlasszeit, in Sekunden, wobei jeweils nur 1 Option gewählt werden kann.
- RANGE: Ermöglicht die *automatische Bereichswahl* durch das Multimeter (mit AUTO) oder die Festlegung eines festen Bereichs (mit MANUAL).
- AC FILTER: Bietet eine Auswahl an drei Optionen (3 HZ : SLOW, 20 HZ : MEDIUM, oder 200 HZ : FAST). Mit dem Wechselstromfilter können Sie das jeweils günstigste Verhältnis zwischen Niederfrequenzbandbreite und Einschwingzeit herstellen.
- NULL: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. Deaktivieren (mit OFF) der Nullmessungsfunktion, welche die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal ermittelt.
- NULL VALUE: Ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten des Nullwerts (sofern die entsprechende Funktion aktiviert ist).

Temperaturmessungen konfigurieren

Für die Temperaturmessung gibt es folgende Menüoptionen: PROBE TYPE, OFFSET COMP, AUTO ZERO, INTEGRATION, NULL, NULL VALUE und UNITS.

- PROBE TYPE: Ermöglicht die Vorgabe des Temperatortastkopfs, wobei vier Typen zur Wahl stehen: RTD-4W, RTD-2W, THERMISTOR-2W und THERMISTOR-4W).
- OFFSET COMP (ausschließlich *für RTD-Tastköpfe*): Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. das Deaktivieren (mit OFF) der Offset-Ausgleichsfunktion. Bei aktiviertem Offset-Ausgleich nimmt das Multimeter zunächst eine normale Temperaturmessung vor und ermittelt anschließend in einer zweiten Messung etwaige im Eingangsschaltkreis vorhandene Offset-Spannungen. Der Messwert, der daraufhin auf dem Display erscheint, ist Offset-korrigiert. Bei aktiviertem Offset-Ausgleich verlangsamt sich die Messung.

- AUTO ZERO: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. das Deaktivieren (mit OFF) der Autokalibrierungsfunktion für die 2-Draht-Temperaturmessung. Diese Funktion subtrahiert einen nachträglich bestimmten Nullablesewert von den einzelnen Messwerten.

4-Draht-Temperaturmessungen werden stets automatisch bei aktivierter Autokalibrierungsfunktion durchgeführt.

- INTEGRATION: Bietet zwei Möglichkeiten zur Vorgabe der Integrationszeit für eine Messung: in Netzyklen (mit NPLC) oder in Sekunden (mit APERTURE).
- NULL: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. Deaktivieren (mit OFF) der Nullmessungsfunktion, welche die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal ermittelt.
- NULL VALUE: Ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten des Nullwerts (sofern die entsprechende Funktion aktiviert ist).
- UNITS: Ermöglicht es, die Einheit der Temperaturskala vorzugeben: Celsius (mit C), Fahrenheit (mit F) und Kelvin (mit K).

Kapazitätsmessungen konfigurieren

Für die Konfiguration von Kapazitätsmessungen haben Sie folgende Menüoptionen: RANGE, NULL und NULL VALUE.

- RANGE: Ermöglicht die *automatische Bereichswahl* durch das Multimeter (mit AUTO) oder die Festlegung eines festen Bereichs (mit MANUAL).
- NULL: Ermöglicht das Aktivieren (mit ON) bzw. Deaktivieren (mit OFF) der Nullmessungsfunktion, welche die Differenz zwischen einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal ermittelt.
- NULL VALUE: Ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten des Nullwerts (sofern die entsprechende Funktion aktiviert ist).

Durchgangs- und Diodentests

Für diese Funktionen stehen weder Menüs zur Verfügung noch sind Parameter zu konfigurieren.

- **Durchgangstest:** Bereich und Auflösung sind für Durchgangstests festgelegt.
 - Der Bereich ist auf 1 k Ω (eine 2-Draht-Widerstandsmessung) gesetzt.
 - Das Messgerät gibt für jeden Messwert, bei dem der Durchgangsschwellenwert (10 Ω) erreicht oder unterschritten wird, einen Ton aus (auch bei deaktiviertem Pieptonbetrieb). Der tatsächlich gemessene Widerstandswert wird auf dem Display der Frontplatte eingeblendet.

- Von 10 Ω bis 1,2 k Ω wird der tatsächliche Widerstandsmesswert angezeigt. Ein Piepton wird nicht ausgegeben. Geht der Messwert über 1,2 k Ω hinaus, so erscheint auf dem Display der Frontplatte der Hinweis OPEN (wobei kein Piepton erklingt).
- **Diodentest:** Bereich und Auflösung sind für Diodentests *festgelegt*.
 - Der Bereich ist auf 1 V Gleichstrom (mit einer 1-mA-Stromquelle) gesetzt.
 - Die Spannung wird auf dem Display der Frontplatte angezeigt, wenn Sie im Bereich von 0 bis 1,2 Volt liegt. Am Messgerät ertönt ein Piepton, wenn das Signal durch den Schwellenwertbereich von 0,3 bis 0,8 Volt hindurchgeht (es sei denn, der Pieptonbetrieb ist deaktiviert). Ist der Signalpegel größer als 1,2 Volt, so erscheint auf dem Display der Frontplatte der Hinweis OPEN.

Erweiterte Konfigurationsoptionen

Multimeterkonfigurationen speichern

Die jeweilige Konfiguration des Multimeters (dazu zählen: alle Einstellungen der Messkonfiguration, mathematischen Operationen, Triggerungs- und Systemoperationen sowie die E/A-Konfiguration) kann als eine von insgesamt fünf Konfiguration in einem *nicht-flüchtigen* Speicher abgelegt und später wieder abgerufen werden. Als Konfiguration 0, State 0, (POWER_DOWN) wird die jeweils vor dem Abschalten vorhandene Multimeterkonfiguration gespeichert. Vier weitere Konfigurationen können unter den Nummern 1-4 (STATE_1, STATE_2, STATE_3, STATE_4) gespeichert werden.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility), um das Menü Utility zu öffnen.

- So *speichern* Sie die momentane Multimeterkonfiguration (z.B. als STATE_1):

UTILITY MENU > STORE/RECALL > STORE > STORE STATE > 1: STATE_1 > CHANGE NAME

Geben Sie mit den Navigationstasten einen neuen Namen (mit bis zu 12 Zeichen) ein oder drücken Sie einfach , um die Konfiguration unter ihrem Standardnamen zu speichern.

- So *rufen* Sie eine der fünf gespeicherten Konfigurationen (etwa STATE_1) *wieder ab*:

UTILITY MENU > STORE/RECALL > RECALL > RECALL STATE > 1: STATE_1

- So *löschen* Sie eine der gespeicherten Konfigurationen (etwa STATE_1):

UTILITY MENU > STORE/RECALL > DELETE > DELETE STATE > 1: STATE_1

- So *benennen* Sie eine gespeicherte Konfiguration (etwa STATE_1) *um*:

UTILITY MENU > STORE/RECALL > RENAME > RENAME STATE > 1: STATE_1 > CHANGE NAME

Geben Sie mit den Navigationstasten einen neuen Namen (mit bis zu 12 Zeichen) ein oder drücken Sie einfach , um die Konfiguration unter ihrem bisherigen Namen zu speichern.

- So *geben Sie eine beliebige gespeicherte Konfiguration* (0-4) *als die Standardkonfiguration beim Einschalten vor* (z. B. STATE_1):

UTILITY MENU > STORE/RECALL > PWR-ON > PWR-ON AUTO > ON > PWR-ON STATE > 1: STATE_1

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Eine umfassende Beschreibung (und Syntax) der Befehle zum Speichern, Wiederabrufen und Benennen von Multimeterkonfigurationen über die Fernprogrammierungsschnittstelle entnehmen Sie dem Befehlssystem MEMory in der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Auf den Messwertspeicher zugreifen

Der direkte Zugriff auf den Messwertspeicher erfolgt ausschließlich über die Fernprogrammierungsschnittstelle.

Beim Messwertspeicher des Multimeters handelt es sich um einen auf dem FIFO-Prinzip beruhenden Puffer (FIFO: First-In-First-Out) mit einer Kapazität von 50.000 Messwerten (beim Gerät 34410A) bzw. 1 Million Messwerten (beim Gerät 34411A). Die ältesten Messwerte werden aufbewahrt.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl werden Messwerte aus dem nicht-flüchtigen Speicher in den Ausgangspuffer des Multimeters verschoben, von wo aus Sie diese in Ihren Computer einlesen können:
FETCh?

Mit folgendem Befehl werden die im NVMEM (non-volatile memory = nicht-flüchtiger Speicher) vorhandenen Messwerte abgerufen und beim Einlesen gelöscht:

R?

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Eingänge an der Front- oder Rückseite wählen

- **Frontplattenbedienung:** Mit dem Schalter **Front/Rear** werden die intern für die Messung zuzuschaltenden Eingänge (vorn bzw. hinten) manuell vorgegeben. Beide Anschlusskombinationen sind gleichwertig und umfassen Fühleranschlüsse, **Sense**, (**LO** und **HI**), Eingabeanschlüsse **Input (LO** und **HI)** sowie je einen Stromanschluss, **Current**, (**I**). Wenn Sie sich für die rückwärtigen Eingänge entscheiden, leuchtet die Anzeige **Rear**. Wo sich der Schalter **Front/Rear** befindet, entnehmen Sie dem Abschnitt „[Die Frontplatte im Überblick](#)“ auf Seite 9. *Der Schalter **Front/Rear** hat keinen Einfluss auf die Anschlüsse **Ext Trig-** und **VM Comp**.*

WARNUNG

Ändern Sie keinesfalls die Position des Schalters **Front/Rear**, solange sich an den vorderen oder hinteren Anschlüssen Signale befinden. Das Umschalten bei hohen Spannungen oder Stromstärken kann zur Beschädigung des Geräts und erhöhter Stromschlaggefahr führen.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Der Schalter **Front/Rear** kann nur manuell betätigt und nicht über die Fernprogrammierungsschnittstelle bedient werden. In welcher Stellung sich der Schalter gerade befindet, können Sie mit folgender Abfrage feststellen:

```
ROUTE:TERMinals?
```

Die Abfrage gibt entweder FRON oder REAR zurück.

Das Multimeter zurücksetzen

Die Funktion zum Zurücksetzen des Multimeters bewirkt, dass das Gerät im Wesentlichen wieder in seinen werksmäßigen Zustand versetzt wird, außer, wenn die standardmäßig beim Einschalten zu ladende Konfiguration manuell in eine gespeicherte Konfiguration geändert wurde (siehe „[Multimeterkonfigurationen speichern](#)“ auf Seite 52). Diese Funktion ist schneller als das Aus- und Wiedereinschalten des Geräts, weil beim Zurücksetzen die Selbsttests wegfallen.

- Bestimmte Einstellungen, wie etwa E/A-Adressen, werden im nicht-flüchtigen Speicher aufbewahrt und bestehen daher nach dem Zurücksetzen des Geräts unverändert fort.

- *Im Abschnitt „Die Konfiguration des Multimeters nach dem Einschalten und nach dem Zurücksetzen“ auf Seite 96 finden Sie eine Auflistung aller Einstellungen, die von einer Zurücksetzung (über die Frontplatte oder die Fernprogrammierungsschnittstelle) betroffen sind.*
- **Frontplattenbedienung:** Zum Zurücksetzen des Multimeters drücken Sie   (**Reset**). Daraufhin wird der Hinweis RESET DMM zusammen mit den Optionen NO (standardmäßig gewählt) und YES eingeblendet. Wählen Sie YES, um das Multimeter zurückzusetzen.
- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen wird das Multimeter in die werksmäßige Grundeinstellung zurückversetzt:
SYSTEM: PRESet
*RST

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

DC-Messungen

Integrationszeit und Auflösung

Für die Messung von Gleichspannung, Gleichstrom, Widerstand und Temperatur bietet das Multimeter zwei Möglichkeiten zur Vorgabe der Integrationszeit, die sich beide auf die Auflösung der Messung auswirken. Sie können die Integrationszeit durch die Zahl der Netzyklen (NPLCs) und durch die Apertur (in Sekunden) vorgeben.

Betriebsart NPLC: Über *NPLCs* geben Sie die Zahl der Netzyklen vor, während derer der A/D-Wandler des Multimeters das Eingangssignal für eine Messung abtastet. Das Multimeter erkennt die Netzfrequenz automatisch und legt diese sowie die vorgegebene NPLC-Zahl zur Festsetzung der Integrationszeit zugrunde. Eine höhere Auflösung erzielen Sie mit einem höheren NPLC-Wert. Kommt es Ihnen jedoch auf eine beschleunigte Messung an, so verwenden Sie einen kleineren Wert.

Damit eine *Gegentaktunterdrückung* (Unterdrückung von Netzfrequenzrauschen) erfolgt, *müssen* Sie die Betriebsart NPLC mit einer ganzen Zahl von Netzyklen (z. B. 1, 10 *oder* 100 NPLC) vorwählen. Der folgenden Tabelle entnehmen Sie, welche Auflösungen sich für verschiedene Integrationszeitwerte (angegeben in Netzyklen) ergeben.

Integrationszeit	Auflösung
0,001 PLC*	30 ppm x Bereich
0,002 PLC*	15 ppm x Bereich
0,006 PLC	6,0 ppm x Bereich
0,02 PLC	3,0 ppm x Bereich
0,06 PLC	1,5 ppm x Bereich
0,2 PLC	0,7 ppm x Bereich
1 PLC (Standardeinstellung)	0,3 ppm x Bereich
2 PLC	0,2 ppm x Bereich
10 PLC	0,1 ppm x Bereich
100 PLC	0,03 ppm x Bereich
<i>* nur bei Modell 34411A</i>	

- **Frontplattenbedienung:** Wählen Sie eine DC-Messfunktion (**DC V**, **DC I**, **Ω 2W**, **Ω 4W** oder **Temp**). Drücken Sie  wie gewünscht:

... > INTEGRATION > NPLC

Geben Sie den gewünschten Wert für NPLC an: 0.006, 0.02, 0.06, 0.2, 1, 2, 10 oder 100. (Beim Gerät 34411A stehen außerdem die Werte 0.001 und 0.002

zur Wahl.) Sie können nun das Konfigurationsmenü Schritt für Schritt durchgehen oder es beenden.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen wird die Integrationszeit in NPLCs vorgegeben:

```
[SENSE:] VOLTage [:DC] :NPLC { <PLCs> | MIN | MAX | DEF }
```

```
[SENSE:] CURRent [:DC] :NPLC { <PLCs> | MIN | MAX | DEF }
```

```
[SENSE:] RESistance :NPLC { <PLCs> | MIN | MAX | DEF }
```

```
[SENSE:] FRESistance :NPLC { <PLCs> | MIN | MAX | DEF }
```

```
[SENSE:] TEMPerature :NPLC { <PLCs> | MIN | MAX | DEF }
```

Zu jedem dieser Befehle gibt es auch eine Abfrageform.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Betriebsart Apertur: Die *Apertur* ist die (in *Sekunden* gemessene) Zeitspanne, in der der A/D-Wandler des Multimeters das Eingangssignal für die Messung abtastet. Eine längere Aperturzeit erbringt eine höhere Auflösung, während sich bei einer kürzeren Aperturzeit die Messung beschleunigt. In dieser Betriebsart haben Sie die Möglichkeit, unabhängig von der Netzfrequenz, eine bestimmte Integrationszeit festzusetzen. Für das Gerät 34410A stehen Werte aus dem Bereich von 100 μ s bis 1 Sekunde und für das Gerät 34411A aus dem Bereich von 20 μ s bis 1 Sekunde zur Wahl.

- Wenn eine Gegentaktunterdrückung (Unterdrückung von Netzfrequenzrauschen) erfolgen soll, wählen Sie für INTEGRATION die Option NPLC und anschließend eine ganze Zahl von NPLC-Zyklen. Wenden Sie die Methode APERTURE nur an, wenn eine präzise Vorgabe der Integrationszeit (in Sekunden) für das Multimeter *erforderlich* ist.
- **Frontplattenbedienung:** Wählen Sie eine DC-Messfunktion (**DC V**, **DC I**, Ω **2W**, Ω **4W** oder **Temp**). Drücken Sie **Config** wie gewünscht:

```
... > INTEGRATION > APERTURE
```

Stellen Sie mit den Navigationstasten den gewünschten Aperturwert ein und drücken Sie **Enter**. Arbeiten Sie nun Schritt für Schritt das Konfigurationsmenü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen wird der Aperturwert (in Sekunden) vorgegeben:

[SENSE:] VOLTage [:DC] :APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}

[SENSE:] CURRent [:DC] :APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}

[SENSE:] RESistance:APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}

[SENSE:] FRESistance:APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}

[SENSe:] TEMPerature:APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}

Zu jedem dieser Befehle gibt es auch eine Abfrageform.

Der folgende Abfragebefehl gibt als Antwort zurück, ob die Betriebsart Apertur aktiviert ist oder nicht (ähnliche Abfragen sind für Strom, Widerstand und Temperatur möglich):

[SENSe:] VOLTage [:DC] :APERTure:ENABLEd?

Die Abfrage gibt als Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die DC-Eingangsimpedanz

Diese Erläuterungen betreffen nur Gleichspannungsmessungen.

Die Standardeinstellung für die Eingangsimpedanz des Multimeters wurde zur Minimierung der Rauschaufnahme für alle Gleichspannungsbereiche auf 10 M Ω *festgesetzt*. Um den Einfluss von Ladefehlern bei Niedervoltmessungen in Grenzen zu halten, können Sie diesen Festwiderstand für die Bereiche 100 mVdc, 1 Vdc und 10 Vdc auf HI-Z (>10 G Ω) setzen.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **Config**, nachdem Sie die Funktion **DC V** gewählt haben.

INTEGRATION > RANGE > INPUT Z

Wählen Sie 10 M oder HI-Z und arbeiten Sie Schritt für Schritt das Menü durch oder beenden Sie es.

Wenn Sie HI-Z wählen, stellt das Multimeter für die drei niedrigsten Gleichspannungsbereiche eine Eingangsimpedanz von >10 G Ω *ein*. Für alle Messbereiche über 10 Vdc bleibt eine konstante Eingangsimpedanz von 10 M Ω eingestellt.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit dem folgenden Befehl wird die Funktion zur automatischen Eingangsimpedanzwahl für Gleichspannungsmessungen aktiviert. Die Funktion AUTO (die der über die Frontplatte vorzunehmenden

Einstellung HI-Z entspricht) gibt für die Bereiche 100 V und 1000 V einen Widerstand von 10 M Ω und für die Bereiche 100 mVdc, 1 Vdc und 10 Vdc einen Widerstand von >10 G Ω vor.

```
[SENSe:] VOLTage:DC: IMPedance:AUTO {OFF|0|ON|1}
```

Mit folgendem Befehl wird der Wert der automatischen Impedanzeinstellung abgefragt:

```
[SENSe:] VOLTage:DC: IMPedance:AUTO?
```

Die Abfrage gibt als Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

AC-Messungen

Der Wechselstromfilter

Diese Erläuterungen betreffen nur Wechselspannungs-, Wechselstrom-, Frequenz- und Periodenmessungen.

Das Multimeter bietet drei Bandbreitenoptionen (Wechselstrom-Signalfilter). Stellen Sie die Bandbreite für die niedrigste Frequenz ein, die voraussichtlich auftreten wird. Bedenken Sie aber: Je niedriger die Bandbreite eingestellt ist, umso länger werden die Einschwingzeiten. Die nachstehende Tabelle zeigt diesen Zusammenhang.

Wechselstromfilter	Eingangsfrequenz	Einschwingzeit Wechselspannung (ACV)	Einschwingzeit Wechselstrom (ACI)
Langsam	3 Hz-300 kHz	2,5 Sekunden/Messwert	1,66 Sekunden/Messwert
Mittel (Standardeinstellung)	20 Hz-300 kHz	0,625 Sekunden/Messwert	0,25 Sekunden/Messwert
Schnell	200 Hz-300 kHz	0,025 Sekunden/Messwert	0,025 Sekunden/Messwert

- **Frontplattenbedienung:** Wählen Sie die Wechselspannungs-, Wechselstrom-, Frequenz- oder Periodenfunktion. Drücken Sie  wie gewünscht:

... > AC FILTER

Wählen Sie 3 HZ: SLOW, 20 HZ: MEDIUM oder 200 HZ: FAST und arbeiten Sie anschließend das Menü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen wird der Wechselstromfilter (3, 20 oder 200 Hz) für AC-Messungen eingerichtet:

```
[SENSe:] VOLTage:AC: BANDwidth {<filter>|MIN|MAX|DEF}
```

```
[SENSe:] CURRent:AC: BANDwidth {<filter>|MIN|MAX|DEF}
```

Mit folgenden Befehlen wird die Filtereinstellung abgefragt:

```
[SENSe:] VOLTage:AC: BANDwidth? [{MIN|MAX}]
```

```
[SENSe:] CURRent:AC: BANDwidth? [{MIN|MAX}]
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Durchlasszeit

Diese Erläuterungen betreffen nur Frequenz- und Periodenmessungen.

Das Multimeter bietet vier Optionen für die *Durchlasszeit* (auch Apertur) für Frequenz- und Periodenmessungen. Die Durchlasszeit beeinflusst die Auflösung wie folgt.

Durchlasszeit	Auflösung
1 ms	100 ppm x Bereich
10 ms	10 ppm x Bereich
100 ms	1 ppm x Bereich
1 s	0,1 ppm x Bereich

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **Freq** und anschließend **Config**.

```
CONFIGURE > FREQUENCY > GATE TIME oder
```

```
CONFIGURE > PERIOD > GATE TIME
```

Geben Sie eine Durchlasszeit (.001, .01, .1 *oder* 1) in Sekunden an und arbeiten Sie das Menü durch *oder* beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen wird die Durchlasszeit (Apertur) für Frequenz- und Periodenmessungen vorgegeben:

```
[SENSe:] FREQuency: APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}
```

```
[SENSe:] PERIoD: APERTure {<seconds>|MIN|MAX|DEF}
```

Mit folgenden Befehlen wird die Einstellung für die Durchlasszeit abgefragt:

```
[SENSe:] FREQuency: APERTure? [{MIN|MAX}]
```

```
[SENSe:] PERIoD: APERTure? [{MIN|MAX}]
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Autokalibrierungsfunktion

Auswählbar ist die Autokalibrierung nur für Gleichspannungs-, Gleichstrom-, 2-Draht-Widerstands- und 2-Draht-Temperaturmessungen. *Für 4-Draht-Widerstands- und 4-Draht-Temperaturmessungen ist die Autokalibrierungsfunktion immer aktiviert.*

Wenn die Autokalibrierungsfunktion aktiviert ist (Standardeinstellung ON), trennt das Multimeter intern sofort die Verbindung zu dem Eingangssignal, das auf eine Messung folgt, und nimmt eine *Nullablesung* vor. Der Wert der Nullablesung wird dann von dem unmittelbar zuvor erfassten Messwert abgezogen. Dadurch wird verhindert, dass niedrige Offset-Spannungen am Eingangsschaltkreis des Multimeters die Messgenauigkeit beeinträchtigen.

Wenn die Autokalibrierung deaktiviert (OFF) ist, nimmt das Multimeter nur eine Nullablesung vor und zieht das Ergebnis von allen nachfolgenden Messwerten ab. Eine neue Nullablesung erfolgt erst wieder, wenn Funktion, Bereich oder Auflösung (Integrationszeit) geändert werden.

Ist die Autokalibrierungsfunktion auf ONCE gesetzt, so erfolgt eine Nullablesung, woraufhin die Autokalibrierungsfunktion wieder deaktiviert (OFF) wird. Diese Nullablesung wird so lange auf alle nachfolgenden Messwerte angewendet, bis eine andere Funktion, Integrationszeit oder ein anderer Bereich gewählt wird. Ist die gewählte Integrationszeit kleiner als 1 Netzyklus (PLC), so erfolgt die Nullablesung bei 1 PLC, damit bei der Nullablesung eine Gegentaktstörunterdrückung gewährleistet ist. Die nachfolgenden Messwerte werden dann unter Verwendung der vorgegebenen Integrationszeit erfasst.

- **Frontplattenbedienung:** Wählen Sie eine unterstützte Funktion. Drücken Sie  wie gewünscht:

... > AUTO ZERO

Wählen Sie OFF, ONCE oder ON und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die Autokalibrierungsfunktion aktiviert bzw. deaktiviert:

```
SENSe:<function>:ZERO:AUTO {OFF|ONCE|0|ON|1}
```

wobei <function> = VOLTage:DC, CURRent:DC, RESistance
oder TEMPerature.

Eine Autokalibrierung kann auch indirekt mit den Befehlen CONFIGure oder MEASure veranlasst werden.

Mit folgendem Befehl wird der Status der Autokalibrierungsfunktion abgefragt:

```
SENSe: <function>:ZERO:AUTO?
```

Dieser Abfragebefehl gibt als Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Bereichswahl

Die folgenden Erläuterungen betreffen alle Messungen mit Ausnahme von Durchgangs- und Diodentests, bei denen ein konstanter Bereich verwendet wird. Temperaturmessungen erfolgen stets mit automatischer Bereichswahl.

Sie können die Bereichswahl dem Multimeter mittels *automatischer Bereichswahl* (autoranging) überlassen oder Sie geben mittels *manueller Bereichswahl* (manual ranging) einen festen Bereich vor. Der Vorteil der automatischen Bereichswahl besteht darin, dass das Multimeter automatisch einen für die Abtastung und Darstellung der Messwerte optimalen Bereich vorgibt. Durch manuelle Bereichswahl lässt sich allerdings eine bessere Performance erzielen, da das Multimeter nicht zusätzlich bestimmen muss, welcher Bereich sich jeweils für eine Messung am besten eignet.

- Schwellenwerte der automatischen Bereichswahl: Das Multimeter schaltet unter folgenden Bedingungen von einem Bereich in den nächsten:
 - nächstniedrigerer Bereich, bei Messwerten von <10% des momentanen Bereichs
 - nächsthöherer Bereich, bei Messwerten von >120% des momentanen Bereichs
- Bereichswahl- und jeweilige Messfunktion sind miteinander verbunden. Das Multimeter „merkt sich“ die gewählte Bereichswahlmethode (automatisch oder manuell) sowie den ggf. manuell vorgegebenen Bereich, wenn Sie die Messfunktion wechseln.
- *Bei Frequenz- und Periodenmessungen* bezieht sich der gewählte Bereich auf den Pegel der *Wechselspannung* des Eingangssignals.
- *Bei Temperaturmessungen* wählt das Multimeter mit automatischer Bereichswahl einen dem Tastkopftyp entsprechenden Bereich.

- *Bei Durchgangstests* ist der Multimeterbereich konstant auf 1 k Ω gesetzt. *Bei Diodentests* wird ein konstanter Bereich von 1 Vdc mit einer 1-mA-Stromquelle verwendet.
- **Frontplattenbedienung:** Bei bestimmten Messfunktionen können die Bereichswahlmethode und, bei manueller Bereichswahl, der entsprechende Wert, direkt über die Frontplatte gewählt werden (*siehe hierzu „Bereichswahl:“* auf Seite 44).

Sie können aber auch das Konfigurationsmenü für die jeweils gewählte Funktion verwenden. Im letzteren Falle: Drücken Sie **Config** wie gewünscht:

... > RANGE > AUTO *oder*

... > RANGE > MANUAL (*Geben Sie den gewünschten Bereich an.*)

Arbeiten Sie nun das Menü durch oder beenden Sie dieses.

Bei manueller Bereichswahl: Ist das Eingangssignal höher, als im vorgegebenen Bereich gemessen werden kann, so gibt das Multimeter folgende Überlastmeldungen aus: \pm OVLD auf dem Display der Frontplatte bzw. „ \pm 9.9E+37“ über die Fernprogrammierungsschnittstelle. (Abhängig von der zugrundeliegenden Überlast wird das Zeichen \pm oder + verwendet.)

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Die automatische Bereichswahl kann für die jeweils gewählte Funktion mit folgendem Befehl aktiviert bzw. deaktiviert werden:

SENSE:<function>:RANGE:AUTO {OFF|ONCE|0|ON|1}

wobei <function> = VOLTage:DC, VOLTage:AC, CURRent:DC, CURRent:AC, RESistance, FRESistance oder CAPacitance.

Bei <function> = FREQuency oder PERiod betreffen die Bereichswahlbefehle den Spannungsbereich des Wechselstrom-Eingangssignals.

Mit folgendem Befehl wird der Status der automatischen Bereichswahl für die angegebene <function> abgefragt:

SENSE:<function>:RANGE:AUTO?

Dieser Abfragebefehl gibt als Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.

Mit folgendem Befehl wird der Multimeterbereich für die jeweils gewählte <function> manuell vorgegeben:

SENSE:<function>:RANGE[:UPPER] {<range>|MIN|MAX|DEF}

Auch mit dem Befehl `CONFigure` oder `MEASure` kann ein Messbereich manuell vorgegeben werden.

Mit folgendem Befehl wird die Messbereichseinstellung für die angegebene `<function>` abgefragt:

```
SENSe:<function>:RANGe[:UPPER]? [{MIN|MAX}]
```

Eine umfassende Beschreibung der auf dieser Seite zitierten Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Hinweise zu Bereichswahl und Dezimalstellen: Für die meisten Messungen zeigt das 34410A/11A 6½ Dezimalstellen an. Der Übergang von einem Bereich zum nächsten erfolgt bei Überschreitung des jeweils gewählten Bereichs um 20 Prozent. Dies soll anhand des folgenden Beispiels einer Gleichspannung mit aktivierter automatischer Bereichswahl erklärt werden. Bei einem Anstieg der Eingangsspannung von etwas unter 1 Volt auf etwas über 1,2 Volt könnte sich die Anzeige auf dem Display der Frontplatte in etwa folgendermaßen ändern:

```
0.997,385 VDC
1.000,544 VDC
1.099,004 VDC
1.190,188 VDC
0.120,013 VDC
```

Die ersten vier Messwerte werden im Messbereich 1 Vdc erfasst. Die Funktion für die automatische Bereichswahl schaltet jedoch beim letzten Messwert in den Bereich 10 Vdc, weil hier der 1-Vdc-Bereich um 20 Prozent überschritten wird. Hierbei handelt es sich um ein typisches Beispiel für die 6½-Dezimalstellendarstellung.

Ausschließlich bei Frequenzmessungen ist das 34410A/11A in der Lage, sieben volle Dezimalstellen anzuzeigen (z. B. „999.980,3 HZ“).

Nullmessungen

Mit dem 34410A/11A lassen sich mehrere Nulleinstellungen für folgende Messfunktionen separat speichern: Gleichspannung, Wechselspannung, Gleichstrom, Wechselstrom, Widerstand, Frequenz/Periode, Kapazität und Temperatur.

Bei Nullablesungen (auch *Relativmessungen*) ergibt sich jeder einzelne Messwert als Differenz aus einem (vorgegebenen oder gemessenen) gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal. Mittels Nullmessung lässt sich u. a. die Genauigkeit bei der 2-Draht-Widerstandsmessung erhöhen. Dabei wird der Widerstand der Testleitungen als Nullwert zugrunde gelegt. Das Nullsetzen der Testleitungen ist insbesondere für Kapazitätsmessungen wichtig. Die Formel für die Nullmessung lautet:

Ergebnis = Messwert – Nullwert

- Der Nullwert kann angepasst werden. Sie können ihn auf jeden Wert zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereichs der aktuellen Funktion setzen. *Der Nullwert wird in einer Basiseinheit angegeben* (z. B. in Vdc).
- **Frontplattenbedienung:** Den Nullwert können Sie bei jeder Messfunktion direkt messen und durch Drücken von **Null** speichern, und zwar bei geöffneten Testleitungen (zum Nullsetzen der Testleitungskapazität), bei kurzgeschlossenen Testleitungen (zum Nullsetzen des Testleitungswiderstands) oder über einem beliebigen Nullwertschaltkreis.

Alternativ haben Sie auch die Möglichkeit, die Nullfunktion über das Menü zu aktivieren. Drücken Sie **Config** wie gewünscht:

... > NULL > ON > NULL VALUE

Geben Sie mit den Navigationstasten den gewünschten Nullwert ein und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses. Die Nullfunktion ist nun aktiviert und die Anzeige **Null** leuchtet.

So deaktivieren Sie die Nullfunktion: Drücken Sie noch einmal **Null** oder verwenden Sie das Menü.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die Nullmessungsfunktion für die vorgegebene Messfunktion aktiviert:

SENSE:<function>:NULL[:STATE] {ON|OFF}

wobei <function> Platzhalter für jede beliebige Messfunktion, ausgenommen CONTinuity oder DIODE, ist.

Mit folgendem Befehl wird die Einstellung der Nullmessungsfunktion abgefragt:

SENSE:<function>:NULL[:STATE] ?

Die Abfrage gibt als Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.

Mit folgendem Befehl wird ein Nullwert für die vorgegebene Messfunktion gespeichert:

SENSE:<function>:NULL[:VALue] {<value>|MIN|MAX}

Mit folgendem Befehl wird der Nullwert abgefragt:
SENSe:<function>:NULL[:VALue]?

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Verschiedene Konfigurationseinstellungen

Das Dezimaltrennzeichen

Diese Einstellung kann nur über die Frontplatte vorgenommen werden. Für das Multimeter-Display kann als Dezimaltrennzeichen wahlweise ein Punkt oder ein Komma verwendet werden.

- Die werksmäßige Standardeinstellung ist ein Punkt (PERIOD).
- Die Einstellung für das Dezimaltrennzeichen wird im nicht-flüchtigen Speicher aufbewahrt.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > MISC SETTINGS > BEEPER > RADIX CHAR

Wählen Sie PERIOD oder COMMA und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses.

Das Tausendertrennzeichen

Diese Einstellung kann nur über die Frontplatte vorgenommen werden. Die Messwerte auf dem Display der Frontplatte können *mit* (ON) oder *ohne* (OFF) Komma (als Tausendertrennzeichen) angezeigt werden. Das Komma teilt die angezeigte Zahl in Segmente aus je 3 Zeichen.

- Die werksmäßige Standardeinstellung ist ON.
- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > MISC SETTINGS > BEEPER > RADIX CHAR > THOUSAND SEP

Wählen Sie OFF oder ON und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses.

Der Piepton

Normalerweise ertönt an der Frontplatte des Multimeters unter bestimmten Voraussetzungen ein Piepton (etwa, wenn die Funktion zum Anhalten der Messung aktiviert ist und ein stabiler Messwert erfasst wird). Der Piepton ist werkseitig aktiviert (ON), kann jedoch manuell abgeschaltet werden.

- Durch Abschalten des Pieptons wird der Klickton, der beim Drücken einer Taste auf der Frontplatte ertönt, *nicht* deaktiviert.
- In folgenden Fällen ertönt immer ein Piepton (auch wenn der Pieptonbetrieb auf OFF gesetzt ist).
 - Ein bei einem Durchgangstest gemessener Wert ist kleiner oder gleich dem Durchgangsschwellenwert.
 - Der Befehl SYSTem:BEEPer wird gesendet.
- Bei aktiviertem Pieptonbetrieb (ON) wird *ausschließlich* in folgenden Fällen ein Piepton ausgelöst.
 - Ein Fehler wurde generiert.
 - Bei einem Grenzwerttest ist ein LO- oder HI-Grenzwert unter- bzw. überschritten worden.
 - Die Funktion zum Anhalten der Messung ist aktiviert, und es wurde ein stabiler Messwert erfasst.
 - Mit der Diodentestfunktion wird eine Diode mit vorgespannter Durchlassrichtung gemessen.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > MISC SETTINGS > BEEPER

Wählen Sie OFF oder ON und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird der Piepton an der Frontplatte deaktiviert bzw. aktiviert:

```
SYSTem:BEEPer:STATe {OFF|0|ON|1}
```

Mit folgendem Befehl wird der Pieptonbetriebszustand abgefragt:

```
SYSTem:BEEPer:STATe?
```

Die Abfrage gibt als Ergebnis „0“ (deaktiviert) oder „1“ (aktiviert) zurück.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Mathematische Funktionen

Neben der Möglichkeit, für jede Messfunktion eine separate Nullmessung vornehmen zu lassen, bietet das Multimeter vier mathematische Funktionen: dB-Messungen (dB), dBm-Messungen (dBm), Statistiken für kumulierte Messwerte (STATS) und Grenzwerttests (LIMITS). Es kann (abgesehen von der Nullmessung) jeweils nur eine dieser mathematischen Funktionen aktiviert werden. Diese bleibt so lange wirksam, bis Sie sie deaktivieren oder ändern.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **Shift** **Null** (**Math**)

MATH Wählen Sie: OFF, dB, dBm, STATS oder LIMITS.

Siehe hierzu die nachfolgenden Abschnitte zu dB- und dBm-Messungen, Statistiken und Grenzwerttests.

So deaktivieren Sie eine mathematische Funktion: Drücken Sie

Shift **Null** (**Math**)

MATH > OFF

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die zu verwendende mathematische Funktion gewählt:

CALCulate:FUNCTION {NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}

Mit folgendem Befehl wird abgefragt, welche mathematische Funktion derzeit aktiv ist:

CALCulate:FUNCTION?

Diese Abfrage gibt die derzeit gewählte Funktion zurück.

Mit folgendem Befehl werden das Subsystem CALCulate und damit alle mathematischen Funktionen aktiviert bzw. deaktiviert:

CALCulate[:STATe] {OFF|ON}

Mit folgendem Befehl wird abgefragt, welchen Status die mathematischen Funktionen haben:

CALCulate:STATe?

Diese Abfrage gibt als Ergebnis „0“ (inaktiv) oder „1“ (aktiv) zurück.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

HINWEIS

Die im Befehl CALCulate:FUNCTion enthaltene Nullfunktion wird *nur* bei SCPI-Kompatibilität mit dem 34401A Multimeter bereitgestellt. *Diese Nullfunktion ist über die Frontplatte nicht aktivierbar.* Diese Nullfunktion wird für die Multimeter 34410A/11A nicht unterstützt. Verwenden Sie in diesem Fall stattdessen die Befehle, die pro Messfunktion eine separate Nullmessung ermöglichen. Diese finden Sie im Subsystem [SENSe:]. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Nullmessungen“ auf Seite 64 und in der *Agilent 33410A/11A Programmer's Reference Help*.

dB-Messungen

Diese Erläuterungen betreffen nur Wechsel- und Gleichspannungsmessungen.

Jeder dB-Messwert ergibt sich als Differenz zwischen dem Eingangssignal und einem gespeicherten Relativwert, wobei beide Werte in Dezibel bezogen auf 1 Milliwatt (dBm) umgerechnet werden.

$$dB = \text{Messwert in dBm} - \text{Relativwert in dBm}$$

- Der *Relativwert* kann zwischen 0 dBm und ± 200.0 dBm einen beliebigen Wert annehmen. Der standardmäßige Relativwert ist 0 dBm. Sie können den Wert automatisch durch das Gerät messen lassen, oder Sie geben selbst einen bestimmten Wert ein.
- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **Shift** **Null** (**Math**)

MATH > dB > dB RELATIVE

Wählen Sie MEASURE oder VALUE.

- Wählen Sie MEASURE, wenn das Gerät den Relativwert automatisch durch Messung vorgeben soll. Die Anzeige **Math** leuchtet nun und der Messwert wird in **dB** angezeigt.

Bewirken die konfigurierten Einstellungen eine Verlangsamung des Messvorgangs oder veranlassen sie das Multimeter, auf einen externen Trigger zu warten, so blinkt die Anzeige **Math** auf, bis die Messung des Relativwerts erfolgt ist.

- Wählen Sie VALUE, wenn Sie einen bestimmten Relativwert eingeben möchten. Stellen Sie den gewünschten Relativwert dB REL VALUE mit den Navigationstasten ein. Die Anzeige **Math** leuchtet nun und der Wert wird in **dB** angezeigt.

Mit VALUE können Sie auch einen früher eingestellten oder gemessenen Wert anzeigen.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgender Befehlsfolge wird die dB-Funktion gewählt, aktiviert und ein Relativwert vorgegeben.

```
CALCulate:FUNction DB
CALCulate:STATe ON
CALCulate:DB:REFerence <value>
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

dBm-Messungen

Diese Erläuterungen betreffen nur Wechsel- und Gleichspannungsmessungen.

Die dBm-Funktion ist logarithmisch. Berechnet wird die Leistung (bzw. der Pegel), die auf einen Referenzwiderstand einwirkt. Letzterer ist bezogen auf 1 Milliwatt.

$$dBm = 10 \times \log_{10} (\text{Messwert}^2 / \text{Referenzwiderstand} / 1 \text{ mW})$$

- Sie können zwischen mehreren Referenzwiderstandswerten wählen: 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 und 8000 (Ohm). Die Standardeinstellung beträgt 600 Ohm.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (**Math**)

```
MATH > dBm > dBm REF R
```

Wählen Sie den gewünschten Referenzwiderstand. Die Anzeige **Math** beginnt zu leuchten und der Wert wird in **dBm** angezeigt.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgender Befehlsfolge wird die dBm-Funktion gewählt, aktiviert und der Referenzwiderstand vorgegeben.

```
CALCulate:FUNction DBM
CALCulate:STATe ON
CALCulate:DBM:REFerence <value>
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Mit Statistiken arbeiten

Diese Erläuterungen betreffen alle Messfunktionen mit Ausnahme von Durchgangs- und Diodentests.

Auf dem Display der Frontplatte können Sie für eine beliebige Auswahl von Messwerten folgende Statistikdaten anzeigen: *Durchschnittswert* bzw. Mittelwert (AVG), *Maximum* (MAX), *Minimum* (MIN), *Standardabweichung* (SDEV) und *Anzahl der Abtastwerte* Anzahl der Messwerte (COUNT). Über die Fernprogrammierungsschnittstelle können Sie diese Werte sowie zusätzlich den *Spitze-Spitze-Wert* (MAX-MIN) anzeigen.

HINWEIS

Die gespeicherten Statistikdaten werden gelöscht, wenn die Statistikfunktion aktiviert, der Befehl CALCulate:FUNCTION bei auf ON gesetztem CALCulate:STATE-Befehl gesendet, das Gerät ausgeschaltet und wenn der Befehl CALCulate:AVERage:CLEar ausgeführt wird. Sie werden ferner gelöscht: nach dem Zurücksetzen auf die werksmäßige Grundeinstellung (mit dem Befehl *RST), nach Voreinstellung des Geräts (mit dem Befehl SYSTem:PRESet) und nach dem Wechsel in eine andere Messfunktion.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Math)

MATH > STATS

Führen Sie mit der Taste  und  einen Bildlauf durch die zweite Display-Zeile aus, um die Statistikangaben AVG, MAX, MIN, SDEV und COUNT anzuzeigen.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die Statistikfunktion aktiviert:

```
CALCulate:FUNction AVERage
```

Die folgenden Abfragen geben den Mittelwert, das Minimum, das Maximum, die Standardabweichung, den Spitze-Spitze-Wert sowie eine Reihe von Messwerten zurück, je nachdem, welche Statistiken aktiviert bzw. gelöscht wurden.

```
CALCulate:AVERage:AVERage?
```

```
CALCulate:AVERage:MINimum?
```

```
CALCulate:AVERage:MAXimum?
```

```
CALCulate:AVERage:SDEVIation?
```

```
CALCulate:AVERage:PTPeak?
```

```
CALCulate:AVERage:COUNT?
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Grenzwerttests

Diese Erläuterungen betreffen alle Messfunktionen mit Ausnahme von Durchgangs- und Diodentests.

Die Grenzwerttestfunktion (LIMITS) ermöglicht Ihnen zu testen, ob die von Ihnen vorgegebenen oberen und unteren Grenzwerte eingehalten werden oder nicht (Pass/Fail-Test). Den oberen und unteren Grenzwert können Sie beliebig zwischen 0 und $\pm 120\%$ des höchsten Bereichs wählen, der für die jeweils gewählte Messfunktion relevant ist. Der obere Grenzwert *muss* größer sein als der untere Grenzwert. Die Grundeinstellung ist für beide „0“.

HINWEIS

Das Gerät löscht alle Grenzwerte, wenn es (mit dem Befehl *RST) auf seine Werkseinstellungen zurückgesetzt, (mit dem Befehl SYSTem:PRESet) voreingestellt wird oder wenn Sie die Messfunktion wechseln.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **(Shift)** **(Null)** **(Math)**

MATH > LIMITS > LOW LIMIT > HIGH LIMIT

Geben Sie mit den Navigationstasten das gewünschte LOW LIMIT und HIGH LIMIT an und drücken Sie **(Enter)**. Ein Balkendiagramm in der zweiten Displayzeile zeigt den ungefähren Messwert auf einer Skala von LO bis HI:



Der Anzeige **Limits** entnehmen Sie, dass die Grenzwertfunktion aktiviert ist. Liegt ein Messwert unterhalb des unteren Grenzwerts, so leuchtet LO auf. Übersteigt ein Messwert den oberen Grenzwert, so leuchtet HI auf. In jedem Fall ertönt, sofern der Pieptonbetrieb aktiviert ist, vom Multimeter ein Piepton, wenn ein Grenzwert unter- bzw. überschritten wird.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgender Befehlsfolge werden die Grenzwerttestfunktion gewählt und aktiviert sowie der untere und obere Grenzwert vorgegeben. Sie können einen unteren, einen oberen Grenzwert oder beide Grenzwerte zuweisen.

```
CALCulate:FUNCTION LIMit
```

```
CALCulate:STATE ON
```

```
CALCulate:LIMit:LOWer <value>
```

```
CALCulate:LIMit:UPPer <value>
```

Mit folgenden Befehlen wird abgefragt, wie der untere bzw. obere Grenzwert lautet.

```
CALCulate:LIMit:LOWer?
```

```
CALCulate:LIMit:UPPer?
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Triggerung beim Multimeter

Mit dem Triggerungssystem der Multimeter 34410A/11A können Sie Trigger wahlweise manuell erzeugen oder automatisch generieren lassen, pro Trigger mehrere Messwerte erfassen und jeder Abtastung eine Verzögerung vorschalten. Mit dem Multimeter 34411A können Sie außerdem einen *Pegel* für die *interne* Triggerung einstellen und eine *Pre-Triggerung* vorgeben.

Die Triggerquelle wählen

Geben Sie an, aus welcher Quelle das Multimeter ein Triggersignal empfangen soll. Nach dem Einschalten ist an der Frontplatte standardmäßig die *automatische Triggerung* eingestellt. In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Arten der Triggerung beschrieben.

• Frontplattenbedienung:

- Drücken Sie **Trigger** einmal, um in den Einzeltriggermodus zu schalten. Ein Messwert wird erfasst und jedes Mal, wenn Sie **Trigger** drücken oder der Anschluss **Ext Trig** einen Hardware-Trigger empfängt, folgt ein weiterer Messwert.
- Drücken Sie **Shift** **Trigger** (**Auto Trig**) und wählen Sie:

TRIGGER > AUTO,	<i>um in den Autotriggermodus zurückzuschalten.</i>
TRIGGER > LEVEL,	<i>um eine interne Triggerung (Pegeltriggerung) zu veranlassen (nur beim Gerät 34411A).</i>
TRIGGER > HOLD,	<i>um die Funktion zum Anhalten der Messung zu aktivieren.</i>
TRIGGER > SETUP	<i>um das Menü zum Einrichten des Triggers zu öffnen.</i>

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die Triggerquelle über die Fernprogrammierungsschnittstelle vorgegeben:

```
TRIGGER:SOURce { IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS | INTERNAL }
```

wobei eine Triggerung des Typs **INTERNAL** *ausschließlich* für das Gerät 34411A möglich ist.

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die automatische Triggerung

Dieser Modus kann ausschließlich über die Frontplatte gewählt werden.

Nach dem Einschalten ist das Multimeter standardmäßig über die Frontplatte zu bedienen und in den Autotriggermodus geschaltet.

- Bei der automatischen Triggerung werden fortlaufend Messwerte, und zwar mit der schnellsten Abtastrate erfasst, die die jeweilige Messkonfiguration (die Funktion, Bereich, Auflösung etc. umfasst) erlaubt.
- Die automatische Triggerung wird über die Frontplatte aktiviert und ähnelt der über die Fernprogrammierungsschnittstelle auszulösenden Soforttriggerung. Dabei wird die Abtastzahl auf unendlich gesetzt und automatisch ein kontinuierlicher Messbetrieb in Gang gesetzt.
- *Um die automatische Triggerung zu aktivieren, drücken Sie*

  (Auto Trig)

TRIGGER > AUTO

Die Einzeltriggerung

Dieser Modus kann ausschließlich über die Frontplatte gewählt werden.

- Das Multimeter erfasst jedes Mal, wenn Sie  drücken oder wenn es ein externes Triggersignal am rückwärtigen Anschluss **Ext Trig** empfängt (*siehe „Die externe Triggerung“ auf Seite 83*), einen einzelnen Messwert oder eine bestimmte Anzahl von Messwerten, die Sie durch die Abtastzahl vorgeben. *Siehe auch „Die Zahl der Abtastwerte pro Trigger“ auf Seite 78.*
- Der Anzeige **Trig** entnehmen Sie, dass das Multimeter auf ein Triggersignal wartet.

Die Messung anhalten

Dieser Modus kann ausschließlich über die Frontplatte gewählt werden.

Mit der Funktion zum Anhalten der Messung erfassen Sie einen stabilen Messwert und frieren diesen sozusagen auf dem Display der Frontplatte ein. Sinnvoll ist dies in Fällen, in denen die Tastköpfe nach Erfassung eines Messwerts entfernt werden, der Messwert aber auf dem Display verbleiben soll. Wird ein stabiler Messwert erfasst, so lässt das Multimeter einen Piepton ertönen (vorausgesetzt der Pieptonbetrieb wurde über die Frontplatte aktiviert) und sorgt dafür, dass der Messwert auf dem Display angezeigt bleibt.

- Die Empfindlichkeitsbandbreite für die Funktion zum Anhalten der Messung hängt von der gewählten Messfunktion ab. Ein neuer Messwert wird durch das Multimeter nur erfasst und angezeigt, wenn dieser Messwert als stabil gilt.
- Die Funktion zum Anhalten der Messung wird deaktiviert, wenn Sie eine andere Messfunktion wählen oder in die Betriebsart Fernprogrammierung wechseln.
- Der aktuell konfigurierte Bereich (automatisch oder manuell) wird bei der Funktion zum Anhalten der Messung übernommen. Wählen Sie manuell einen neuen Bereich, so wird diese Funktion deaktiviert.
- *Um die Funktion zum Anhalten der Messung zu aktivieren*, drücken Sie **Shift** **Trigger** **(Auto Trig)**
TRIGGER > HOLD
 - Die Anzeige **Hold** beginnt zu leuchten.
 - Jedes Mal, wenn ein stabiler Messwert erkannt wird, wird dieser angezeigt und es ertönt der Piepton (sofern aktiviert).

Die Soforttriggerung

Dieser Modus steht ausschließlich für die Fernprogrammierungsschnittstelle zur Verfügung.

Im *Soforttriggermodus* ist das Triggersignal durchgehend präsent. Wenn Sie das Multimeter in den Wartezustand (Warten auf Trigger) schalten, so wird der Trigger umgehend ausgelöst. Der Soforttrigger ist die Standardtriggerquelle beim Fernprogrammierungsbetrieb.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird der Soforttrigger als Triggerquelle zugewiesen:

```
TRIGger:SOURce IMMEDIATE
```

Mit den Befehlen **CONFigure** und **MEASure?** wird die Triggerquelle automatisch auf **IMMEDIATE** gesetzt.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Softwaretriggerung (Bustriggerung)

Dieser Modus steht ausschließlich für die Fernprogrammierungsschnittstelle zur Verfügung.

Die Funktion des Bustriggermodus entspricht der mit der Taste **Trigger** auf der Frontplatte gewählten Funktion. Jedoch wird dieser Trigger durch Senden eines Bustriggerbefehls ausgelöst, nachdem BUS als Triggerquelle vorgegeben worden ist.

- Mit folgendem Befehl wird der Bustrigger als Triggerquelle zugewiesen:

```
TRIGger:SOURce BUS
```

Anschließend wird mit einem der folgenden Befehle die Messwerterfassung gestartet:

```
MEASure?
```

```
READ?
```

```
INITiate
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die interne Triggerung (Pegeltriggerung; nur beim 34411A)

Diese Erläuterungen betreffen nur Wechsel- und Gleichspannungsmessungen, Wechsel- und Gleichstrommessungen sowie 2-Draht- und 4-Draht-Widerstandsmessungen und gelten ausschließlich für das Messgerät 34411A.

Im Modus für den *internen* Trigger triggert das 34411A (je nach Vorgabe) auf den positiven oder negativen Übergang des vorgegebenen Eingangspegels. Dabei können Sie sowohl den Triggerpegel als auch die Flanke festlegen.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **Shift** **Trigger** (Auto Trig)

```
TRIGGER > LEVEL > TRIG LEVEL > TRIG SLOPE
```

Stellen Sie mit den Navigationstasten den Pegel TRIG LEVEL ein und geben Sie dann an, auf welche Flanke (TRIG SLOPE) getriggert werden soll: NEG oder POS. Die Anzeige **Trig** weist darauf hin, dass das Gerät auf den Trigger wartet.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird der interne Trigger als Triggerquelle zugewiesen:

```
TRIGger:SOURce INTernal
```

Mit folgendem Befehl wird vorgegeben, auf welchen Triggerpegel getriggert werden soll:

```
TRIGger:LEVel <level>
```

Mit folgendem Befehl wird die Triggerflanke (die positive oder die negative) vorgegeben:

```
TRIGger:SLOPe {POS|NEG}
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Zahl der Abtastwerte pro Trigger

Befindet sich das Multimeter im Wartezustand (Warten auf Trigger), so nimmt es jedes Mal, wenn Sie das Multimeter triggern, eine Ablesung (bzw. Abtastung) vor. Sie können auch vorgeben, dass das Multimeter, jedes Mal, wenn (über die Frontplatte oder die Fernprogrammierungsschnittstelle) ein Trigger gestartet wird, bis zu 50 000 Messwerte erfasst. (Beim Multimeter 34411A sind sogar bis zu 1 Million Messwerte möglich).

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Auto Trig)

```
TRIGGER > SETUP > N SAMPLES
```

Geben Sie mit den Navigationstasten die je Trigger vorzunehmende Zahl von Abtastungen ein und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die Anzahl von Abtastungen vorgegeben, die das Multimeter je Trigger vornehmen soll:

```
SAMPlE:COUNT {<count>|MIN|MAX}
```

Wenn Sie die Abtastzahl vorgegeben haben, müssen Sie das Multimeter in den Wartezustand (Warten auf Trigger) versetzen. Erst dann kann die Erfassung von Abtastwerten getriggert werden (*siehe „Die Softwaretriggierung (Bustriggierung)“ auf Seite 77*).

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Zahl der Pre-Trigger-Abtastwerte (nur beim Gerät 34411A)

Das Multimeter 34411A (nicht jedoch das 34410A) bietet eine Funktion für die *Pre-Triggerung*. Diese Funktion ermöglicht Ihnen die Festlegung einer Pre-Trigger-Abtastzahl. Dabei handelt es sich um eine bestimmte Zahl von Messwerten, die aufbewahrt werden sollen, bis ein Trigger eingeht. Die

Pre-Trigger-Abtastzahl muss kleiner als die Abtastzahl sein. Bei der *Pre-Triggerung handelt es sich in erster Linie um eine Funktion der Fernprogrammierungsschnittstelle. Eine umfassende Beschreibung derselben finden Sie in der Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*. Sie können die Pre-Trigger-Zahl aber auch über die Frontplatte vorgeben und die Pre-Triggerung zusammen mit der Funktion Data Logger anwenden (siehe „[Die Datenprotokollierung \(Data Logger\)](#)“ auf Seite 87). Die Pre-Triggerung wird bei Durchgangs- und Diodentests nicht unterstützt.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Auto Trig)

TRIGGER > SETUP > N SAMPLES > PRE-TRIG CNT

Geben Sie mit den Navigationstasten die je Trigger vorzunehmende Zahl von Pre-Trigger-Abtastungen ein und arbeiten Sie das Menü durch oder beenden Sie dieses. (*Die Option PRE-TRIG CNT ist nur verfügbar, wenn N SAMPLES größer eins ist.*)

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen werden Abtastzahl (muss >1 sein) und Pre-Trigger-Abtastzahl vorgegeben:

SAMPle:COUNT { <count> | MIN | MAX | DEF }

SAMPle:COUNT:PRETrigger { <PTcount> | MIN | MAX | DEF }

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Triggerverzögerung

Sie haben die Möglichkeit, zwischen dem Triggersignal und dem ersten darauf folgenden Abtastwert manuell eine Verzögerung einzufügen. In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, eine Wartezeit vorzusehen, in der sich das Eingangssignal einschwingen kann, und erst dann die Ablesung oder eine Abfolge von Ablesungen vorzunehmen.

- Für die Triggerverzögerung kann ein Wert aus dem Bereich von 0 bis 3600 Sekunden gewählt werden.
- Bei der Durchgangs- und Diodentestfunktion werden die Einstellungen für die Triggerverzögerung *ignoriert*.
- Wird manuell keine Triggerverzögerung vorgegeben, so wird, basierend auf der Funktion, dem Bereich, der Integrationszeit und/oder der Wechselstrom-Filtereinstellung, automatisch eine Standardtriggerverzögerung verwendet (*siehe auch „[Die automatische Triggerverzögerung](#)“ auf Seite 81*).

- Wenn Sie eine Triggerverzögerung manuell vorgeben, so wird *diese Verzögerung* auf *alle* Messfunktionen angewendet (ausgenommen Durchgangs- und Diodentests).

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Auto Trig)

TRIGGER > SETUP > N SAMPLES > PRE-TRIG CNT > TRIG DELAY

Wählen Sie AUTO, ZERO oder MANUAL:

- Wählen Sie AUTO, damit die Triggerverzögerung automatisch vorgegeben wird.
- Wählen Sie ZERO, wenn Sie keine Verzögerung wünschen.
- Wählen Sie MANUAL, um mit den Navigationstasten die gewünschte Verzögerungszeit einzugeben.

Arbeiten Sie nun das Menü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgenden Befehlen wird die Triggerverzögerung (in Sekunden) vorgegeben:

```
TRIGger:DELay { <seconds> | MIN | MAX }
```

Mit folgendem Befehl wird das Multimeter angewiesen, die Triggerverzögerung automatisch vorzugeben:

```
TRIGger:DELay:AUTO
```

Ist das Multimeter so konfiguriert, dass es pro Trigger mehr als einen Abtastwert erfasst, so hängt der Einfluss der Triggerverzögerung auf die nachfolgenden Abtastwerte von der Einstellung der Abtastquelle ab. Eine genaue Beschreibung hierzu finden Sie in der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help* unter dem Befehl `SAMPle:SOURce`.

Wenn Sie die Triggerverzögerung eingestellt haben, müssen Sie das Multimeter mit dem Befehl `INITiate` oder `READ` in den Wartezustand (Warten auf Trigger) versetzen. Erst dann kann die Erfassung von Messwerten getriggert werden (*siehe „Die Softwaretriggerung (Bustriggerung)“ auf Seite 77*). Mit dem Befehl `MEASure?` wird die Triggerverzögerung auf `AUTO` gesetzt.

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die automatische Triggerverzögerung

Wenn Sie keine Triggerverzögerung vorgeben, legt das Multimeter die Triggerverzögerung automatisch fest. Eine Triggerverzögerung wird ggf. automatisch vorgegeben, damit ein vollständiges Einschwingen der zu messenden Signale und damit genaue Messungen gewährleistet werden können. Die Verzögerungszeit bestimmt sich aus der Funktion, dem Bereich, der Integrationszeit und der Einstellung des Wechselstromfilters.

HINWEIS

Was Messungen über die Fernprogrammierungsschnittstelle betrifft, so entnehmen Sie die automatisch vorgegebenen Triggerverzögerungszeiten den nachfolgenden Tabellen. Diese Werte gelten auch bei Messungen mit Einzeltrigger, der Funktion zum Anhalten der Messung und Pegeltriggerung über die Frontplatte. *Allerdings wird nur bei Autotriggermessungen über die Frontplatte für alle Messfunktionen automatisch eine Triggerverzögerung von 50 ms eingestellt.*

Gleichspannungsmessung (alle Bereiche):

Integrationszeit	Triggerverzögerung
≥ 1 PLC	160 μ s
0,06 PLC oder 0,2 PLC	130 μ s
$\leq 0,02$ PLC	100 μ s

Gleichstrommessung (alle Bereiche):

Integrationszeit	Triggerverzögerung
≥ 1 PLC	1,5 ms
0,06 PLC oder 0,2 PLC	1,0 ms
$\leq 0,2$ PLC	1,0 ms

2-Draht-Widerstandsmessung:

Bereich	Triggerverzögerung (für $\leq 0,02$ PLC)	Triggerverzögerung (für 0,06 oder 0,2 PLC)	Triggerverzögerung (für ≥ 1 PLC)
100 Ω	80 μ s	100 μ s	130 μ s
1 k Ω	110 μ s	130 μ s	160 μ s
10 k Ω	130 μ s	160 μ s	190 μ s
100 k Ω	540 μ s	670 μ s	800 μ s
1 M Ω	5,0 ms	6,0 ms	7,5 ms
10 M Ω -1 G Ω	60 ms	70 ms	84 ms

2 Leistungsmerkmale und Funktionen

4-Draht-Widerstandsmessung:

Bereich	Triggerverzögerung (für $\leq 0,02$ PLC)	Triggerverzögerung (für 0,06 oder 0,2 PLC)	Triggerverzögerung (für ≥ 1 PLC)
100 Ω - 100 k Ω	1,0 ms	1,0 ms	1,5 ms
1 M Ω	10 ms	10 ms	15 ms
10 M Ω - 1 G Ω	100 ms	100 ms	100 ms

Kapazität

Triggerverzögerung
0 s

Wechselspannungsmessung (alle Bereiche):

Wechselstromfilter	Triggerverzögerung
Langsam (3 Hz)	2,5 s
Mittel (20 Hz)	625 ms
Schnell (200 Hz)	25 ms

Wechselstrommessung (alle Bereiche):

Wechselstromfilter	Triggerverzögerung
Langsam (3 Hz)	1,66 s
Mittel (20 Hz)	250 ms
Schnell (200 Hz)	25 ms

Frequenz und Periode

Triggerverzögerung
1 s

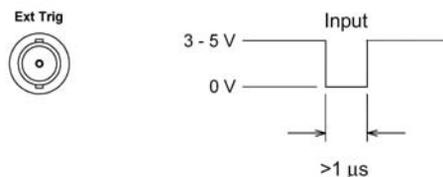
HINWEIS

Temperaturmessungen werden mit der 2- oder 4-Draht-Widerstandsfunktion durchgeführt. Die Angaben zum Widerstand in obigen Tabellen beziehen sich auf die Temperaturmessung, wobei jedoch alle Temperaturmessungen mit automatischer Bereichswahl erfolgen. Der jeweils verwendete Messbereich lässt sich nicht vorhersagen, demzufolge auch nicht die Verzögerung. Mit dem Befehl TRIGGER:DElay? können Sie die tatsächlich bei einer Temperaturmessung verwendete Triggerverzögerung abfragen.

Bei Kapazitätsmessungen wird automatisch eine Triggerverzögerung von null vorgegeben (da die Entladung des Kondensators Bestandteil der Messung ist). Bei der Durchgangs- und Diodentestfunktion wird die Triggerverzögerung ignoriert.

Die externe Triggerung

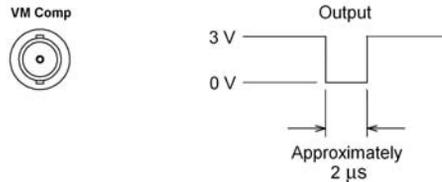
Bei der externen Triggerung wird jedes Mal, wenn das Multimeter über den Anschluss **Ext Trig** auf der Rückseite einen Impuls empfängt, ein Messwert (oder eine vorgegebene Zahl von Messwerten) erfasst. Sie können vorgeben, ob das Multimeter die ansteigende (POS) oder die abfallende (NEG) Flanke des externen Triggersignals zur Triggerung eines Messwerts verwenden soll (*siehe „Die Polarität der Triggerflanke“* auf Seite 85). Das folgende Diagramm zeigt die Zeitvorgabe für den Anschluss **Ext Trig** (für einen negativen Puls).



- Das Multimeter puffert einen externen Trigger. Erfasst das Multimeter gerade einen Messwert, während ein weiterer Trigger eingeht, so wird auch dieser zweite Trigger angenommen. Ist der erste Messwert komplett erfasst, so wird der gespeicherte Trigger ausgegeben.
- Die Anzeige **Trig** beginnt zu leuchten, wenn das Multimeter auf einen externen Trigger wartet.
- Der rückwärtige Anschluss **VM Comp** (VM Comp: Voltmeter Complete) liefert jedes Mal, wenn eine Messung abgeschlossen ist, einen entsprechenden Impuls. Mit den Anschlüssen VM Comp und Ext Trig steht eine Standardabfolge von Hardware-Handshakes (zur Synchronisierung von Daten)

2 Leistungsmerkmale und Funktionen

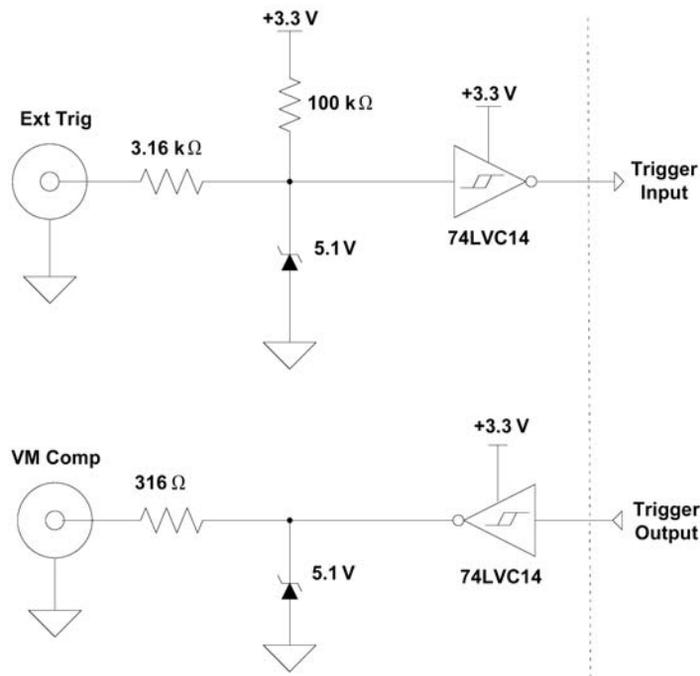
zwischen Mess- und Schaltgeräten zur Verfügung. Das folgende Diagramm zeigt die Zeitvorgabe für den Anschluss **VM Comp** (für einen negativen Puls).



- **Frontplattenbedienung:** Die Wirkungsweise des externen Triggermodus entspricht der Funktion der Taste **Trigger** auf der Frontplatte, bis auf die Tatsache, dass das Triggersignal über den Anschluss **Ext Trig** eingeht.
- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird als Triggerquelle der externe Anschluss, Ext Trig, vorgegeben:
`TRIGger:SOURce EXTernal`

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Triggereingangs-/Triggerausgangsschaltkreis: Das folgende Diagramm veranschaulicht den Triggereingangs- und Triggerausgangsschaltkreis des Geräts 34410A/11A. In jedem der Schaltkreise sorgt ein Schmitt-Trigger (74LVC14) dafür, dass nicht mehrere Trigger wirken.



Die Polarität der Triggerflanke

Sie können vorgeben, ob das Multimeter die ansteigende (POS) oder die abfallende (NEG) Flanke des externen Triggersignals zur Triggerung eines Messwerts oder (unabhängig davon) für das Ausgangssignal des Anschlusses VM Comp verwenden soll. In beiden Fällen ist die Standardeinstellung NEG.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie **Shift** **Trigger** (Auto Trig)

TRIGGER > SETUP > N SAMPLES > TRIG DELAY > TRIG SLOPE > VMC SLOPE

Sie können sowohl für die Triggersignalflanke, TRIG SLOPE, als auch für die Flanke des Signals VM Comp (das anzeigt, dass die Messung abgeschlossen ist), VMC SLOPE, zwischen NEG und POS wählen:

- Bei TRIG SLOPE legen Sie die Triggerflanke des Eingangssignals vom Anschluss **Ext Trig** (mit NEG oder POS) fest.

- Bei VMC SLOPE legen Sie die Flanke des Ausgangssignals vom Anschluss **VM Comp** (mit NEG oder POS) fest.

Arbeiten Sie nun Schritt für Schritt das Konfigurationsmenü durch oder beenden Sie dieses.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die Polarität der Triggerflanke für das externe Triggersignal (**Ext Trig**) vorgegeben:
TRIGger:SLOPe { POSitive|NEGative }

Folgende Abfrage gibt die Polarität der Triggerflanke zurück, die für das externe Triggersignal (**Ext Trig**) vorgegeben ist:
TRIGger:SLOPe?

Das Abfrageergebnis lautet POS oder NEG.

Mit folgendem Befehl wird die Polarität der Triggerflanke für das Signal vorgegeben, das anzeigt, dass die Spannungsmessung abgeschlossen ist (Anschluss **VM Comp**):

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe { POSitive|NEGative }
```

Folgende Abfrage gibt die Polarität der Signalfanke zurück, die für das Signal des Anschlusses **VM Comp** vorgegeben ist:
OUTPut:TRIGger:SLOPe?

Das Abfrageergebnis lautet POS oder NEG.

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die Datenprotokollierung (Data Logger)

Über die Benutzeroberfläche der Funktion Data Logger auf dem Display der Frontplatte können Sie die Erfassung von Daten im nicht-flüchtigen Speicher des Geräts veranlassen, ohne programmieren zu müssen und mit einem Computer verbunden zu sein. Wenn Sie die Datenerfassung abgeschlossen haben, können Sie Ihre Daten auf dem Display der Frontplatte einsehen oder den Computer anschließen und die Daten importieren. Das 34410A/11A Web Interface bietet eine komfortable Möglichkeit des Datenimports in ein Tabellenprogramm oder in eine andere Anwendung.

HINWEIS

Data Logger protokolliert die Daten im *nicht-flüchtigen* Speicher. Sobald Data Logger die Daten gespeichert hat, können Sie das Multimeter ausschalten und bei Bedarf verschieben. Anschließend können Sie es wieder einschalten und die aufgezeichneten Daten anzeigen bzw. abrufen. Sowohl das Multimeter 34410A als auch das 34411A haben einen nicht-flüchtigen Speicher mit einer Kapazität von bis zu 50.000 Messwerten. Diese Zahl ist gleichzeitig die Obergrenze für die Funktion Data Logger.

Für die Funktion Data Logger der Multimeter 34410A/11A können Sie folgende Parameter vorgeben: START DELAY, INTERVAL, EVENTS/TIME (COUNT oder DURATION).

- START DELAY ist die Verzögerungszeit (0 bis 3600 Sekunden), die verstreicht, bis die Datenprotokollierungsfunktion nach dem Auslösen eines Triggers den ersten Messwert erfasst.
- INTERVAL ist die Zeitspanne (20 μ s bis 3599,99999 s) zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen. *Das jeweils kleinstmögliche Zeitintervall hängt von der Konfiguration ab und kann auch größer 20 μ s sein.*
- EVENTS/TIME umfasst die gesamte Datenprotokollierung. Sie können die Gesamtzahl, COUNT, von zu erfassenden Messwerten vorgeben, wobei N SAMPLES einen Wert aus einem Bereich von 1 bis 50.000 annehmen kann. Sie haben aber auch die Möglichkeit, eine Dauer, DURATION, in Stunden, Minuten und Sekunden anzugeben. Die Höchstdauer, die Sie angeben können, ist durch die maximal 50 000 zu erfassenden Messwerte begrenzt, darf aber zu keiner Zeit mehr als HH:MM:SS = 99:59:59 (etwas unter 100 Stunden) betragen.
- **Frontplattenbedienung:** Um eine Datenprotokollierung einzurichten, drücken Sie  DATA LOGGER > SETUP > START DELAY > INTERVAL > EVENTS/TIME
 - Geben Sie (mit den Navigationstasten) für START DELAY die gewünschte Verzögerungszeit ein.
 - Geben Sie für INTERVAL die gewünschte Zeitspanne an.

- Legen Sie EVENTS/TIME entweder durch die Anzahl, COUNT, oder durch die Dauer, DURATION, fest. Wählen Sie COUNT, wenn Sie die Gesamtzahl von Abtastwerten eingeben möchten. Wählen Sie DURATION, wenn Sie eine Dauer vorgeben möchten.
- Wenn Sie **Enter** drücken, werden Sie mit TO START - PRESS TRIGGER KEY darauf hingewiesen, dass zum Starten die Taste Trigger zu drücken ist. Data Logger ist nun bereit. Drücken Sie einfach **Trigger**, um die Datenprotokollierung zu starten. (Die Sitzung kann auch durch einen Triggerimpuls vom Anschluss **Ext Trig** gestartet werden.)
- Wenn die vorgegebene Verzögerungszeit abgelaufen ist, werden die Messdaten erfasst und gleichzeitig auf der Display-Hauptzeile angezeigt, während eine Fortschrittsanzeige auf der zweiten Display-Zeile die jeweilige Abtastzahl (rückwärts gezählt) angibt.
- Das Multimeter fährt so lange mit der Datenerfassung fort, bis die vorgegebene Abtastzahl erreicht bzw. Dauer verstrichen ist, es sei denn, Data Logger wird manuell gestoppt. Wenn die vorprogrammierte Abtastzahl erreicht bzw. die angegebene Zeit verstrichen ist, erscheint auf dem Display zunächst der Hinweis SAVING READINGS (Messwerte werden gerade gespeichert) und anschließend LOGGING COMPLETE (Protokollierung der Messwerte abgeschlossen). Die Messwerte werden im nicht-flüchtigen Speicher aufbewahrt.

Um eine laufende Datenprotokollierung abzubrechen, drücken Sie eine beliebige Taste. Auf dem Display erscheint die Frage DATA LOGGER? sowie die Optionen CONTINUE und STOP. *Solange diese Frage angezeigt ist, fährt Data Logger fort, Messwerte zu erfassen.*

- Wenn Sie STOP wählen und **Enter** drücken, werden Sie gefragt, ob die Daten im nicht-flüchtigen Speicher aufbewahrt werden sollen: DATA TO NV?. Sie haben die Wahl, die bereits erfassten Daten mit SAVE zu speichern oder mit DISCARD zu verwerfen. Wählen Sie eine dieser Optionen und drücken Sie **Enter**, um die Datenprotokollierung zu beenden.
- Wählen Sie CONTINUE und drücken dann **Enter**, so wird die Datenprotokollierung gemäß der Konfiguration fortgesetzt, bis sie abgeschlossen ist.

Um die protokollierten Daten auf dem Display der Frontplatte anzuzeigen, drücken Sie **Data Log**

DATA LOGGER > VIEW-RDGS

Führen Sie mit **▶** und **◀** einen Bildlauf durch die gespeicherten Messdaten aus.

HINWEIS

Das Multimeter 34411A (nicht jedoch das 34410A) bietet eine Funktion für die *Pre-Triggerung*. Die Funktion Data Logger kann in Verbindung mit der Pre-Triggerung angewendet werden, damit sowohl vor als auch nach dem Triggerereignis Daten gesammelt werden. Informationen zum Einrichten einer Pre-Trigger-Abtastzahl finden Sie unter „Die Zahl der Pre-Trigger-Abtastwerte (nur beim Gerät 34411A)“ auf Seite 78.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Folgender Befehl gibt alle im nicht-flüchtigen Speicher (NVMEM) abgelegten Messwerte zurück:

```
DATA:DATA? NVMEM
```

Folgender Befehl löscht alle im nicht-flüchtigen Speicher (NVMEM) abgelegten Messwerte:

```
DATA:DELeTe NVMEM
```

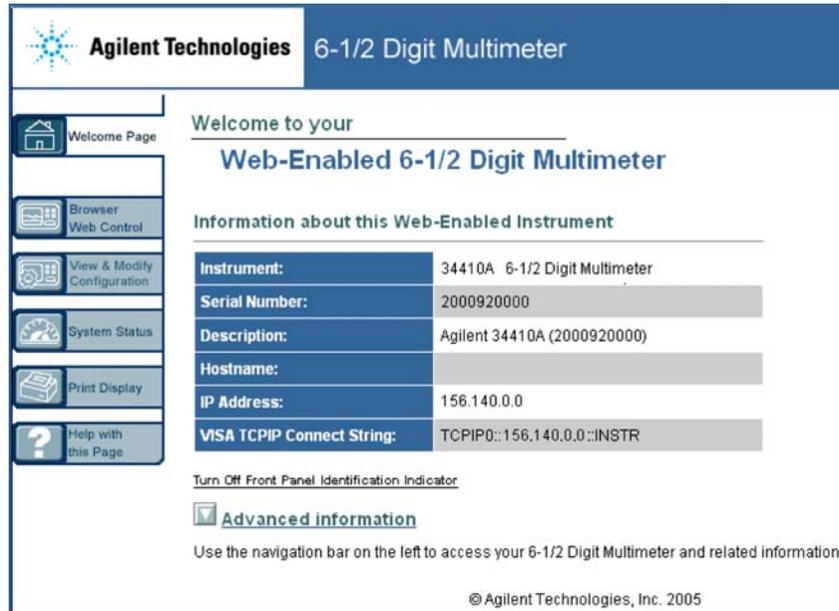
Folgender Befehl gibt die Zahl der Datenpunkte im NVMEM zurück:

```
DATA:POINtS? NVMEM
```

Eine umfassende Beschreibung der Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

2 Leistungsmerkmale und Funktionen

- **Zugriff über das Web Interface:** Starten Sie das 34410A/11A Web Interface, um auf die Daten im nicht-flüchtigen Speicher des Multimeters zuzugreifen (siehe „Agilent 34410A/11A Web Interface“ auf Seite 111):



Agilent Technologies 6-1/2 Digit Multimeter

Welcome to your
Web-Enabled 6-1/2 Digit Multimeter

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument:	34410A 6-1/2 Digit Multimeter
Serial Number:	2000920000
Description:	Agilent 34410A (2000920000)
Hostname:	
IP Address:	156.140.0.0
VISA TCPIP Connect String:	TCPIP0::156.140.0.0::INSTR

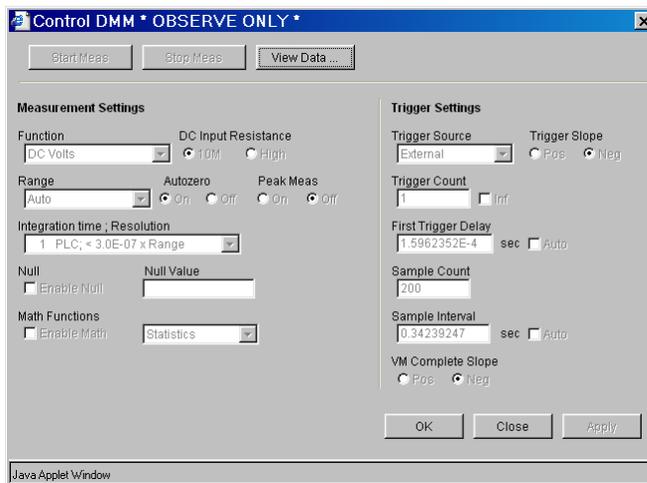
Turn Off Front Panel Identification Indicator

Advanced information

Use the navigation bar on the left to access your 6-1/2 Digit Multimeter and related information.

© Agilent Technologies, Inc. 2005

Klicken Sie auf Browser Web Control, um das Dialogfeld Control DMM zu öffnen:



Control DMM * OBSERVE ONLY *

Start Meas Stop Meas View Data ...

Measurement Settings

Function: DC Volts DC Input Resistance: 10M High

Range: Auto Autozero: On Off Peak Meas: On Off

Integration time ; Resolution: 1 PLC; < 3.0E-07 x Range

Null: Enable Null Null Value:

Math Functions: Enable Math Statistics

Trigger Settings

Trigger Source: External Trigger Slope: Pos Neg

Trigger Count: 1 Inf

First Trigger Delay: 1.5962352E-4 sec Auto

Sample Count: 200

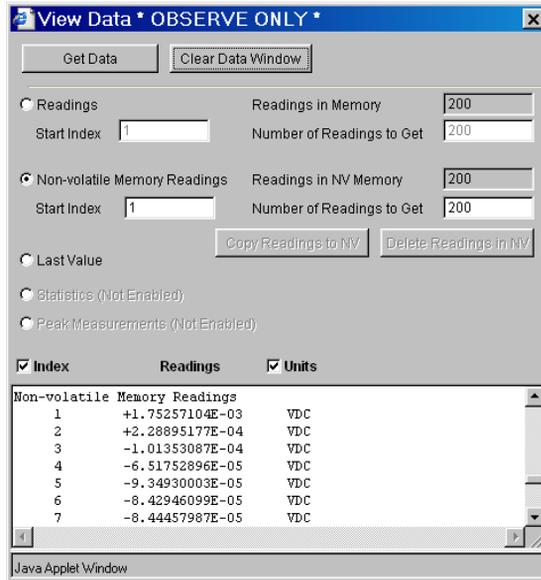
Sample Interval: 0.34239247 sec Auto

VM Complete Slope: Pos Neg

OK Close Apply

Java Applet Window

Klicken Sie nun auf View Data. Wählen Sie im Dialogfeld die Option Non-volatile Memory Readings und klicken Sie anschließend auf Get Data, um die protokollierten Daten anzuzeigen:



In dieser Ansicht können Sie eine Auswahl der Daten (siehe Web Interface Help) über die Microsoft® Windows®-Zwischenablage in eine andere Anwendung kopieren.

Im obigen Beispiel wurden die ausgewählten Daten aus der Zwischenablage direkt in eine Microsoft Excel-Tabelle kopiert.

	A	B	C	D
1	Non-volatile Memory Readings			
2	1	1.75E-03	VDC	
3	2	2.29E-04	VDC	
4	3	-1.01E-04	VDC	
5	4	-6.52E-05	VDC	
6	5	-9.35E-05	VDC	
7	6	-8.43E-05	VDC	
8	7	-8.44E-05	VDC	
9	8	-9.33E-05	VDC	
10	9	-9.29E-05	VDC	
11	10	-7.90E-05	VDC	

Systembezogene Operationen

Über das Menü Utility können Sie folgende systembezogene Operationen ausführen: Selbsttest, Anzeigen von Fehlerzuständen und Geräteinformationen sowie Kalibrierung. Diese Funktionen finden Sie in den folgenden Unterabschnitten beschrieben.

Über das Menü Utility können Sie *außerdem* auf die drei folgenden Menüs zugreifen:

- Das Menü REMOTE I/O (*eine umfassende Beschreibung der Fernprogrammierungsschnittstelle finden Sie unter [Kapitel 3](#), „Die Fernprogrammierungsschnittstelle“*).
- Das Menü STORE/RECALL (*eine umfassende Beschreibung der Funktion zum Speichern von Gerätekonfigurationen finden Sie unter [„Multi-meterkonfigurationen speichern“](#) auf Seite 52*).
- Das Menü MISC SETTINGS (*eine umfassende Beschreibung dieser Funktionen finden Sie unter [„Verschiedene Konfigurationseinstellungen“](#) auf Seite 66*).

Der Selbsttest

Nach dem Einschalten führt das Gerät automatisch einen *Einschalt-Selbsttest* aus. Dieser eingeschränkte Test überprüft lediglich die wichtigsten Gerätefunktionen. Er umfasst nicht die umfangreichen Verfahren, die im nachfolgend beschriebenen Selbsttest zur Durchführung kommen.

Ein *vollständiger* Selbsttest umfasst eine Reihe von internen Testroutinen und dauert etwa fünf Sekunden.

Wenn der Einschalt-Selbsttest oder der vollständige Selbsttest fehlschlägt, wird im Fehlermeldungspuffer eine entsprechende Fehlermeldung abgelegt. Informationen zum Anfordern von Serviceleistungen entnehmen Sie dem Service-Handbuch Agilent 344101A/11A Service Guide.

- Nach dem vollständigen Selbsttest werden die Geräteeinstellungen auf ihren Werkzustand zurückgesetzt (was der Ausführung des Befehls *RST entspricht).

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > SELF-TEST

Schlägt der Test fehl, so leuchtet die Anzeige **Error**.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Der folgende Befehl gibt „+0“ zurück, wenn der Selbsttest erfolgreich verlaufen und „+1“, falls er fehlgeschlagen ist.
*TST?

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Fehlerzustände

Wenn die Anzeige **ERROR** aufleuchtet, bedeutet dies, dass ein oder mehrere Befehlssyntax- oder Hardware-Fehler aufgetreten sind. Das Gerät verfügt über einen *Fehlermeldungspuffer* mit einer Kapazität von bis zu 20 Fehlermeldungen.

- Ein Piepton wird jedes Mal vom Gerät erzeugt, wenn ein die Befehlssyntax oder die Hardware betreffender Fehler generiert wird.
- Jede E/A-Sitzung an der Fernprogrammierungsschnittstelle (etwa GPIB, USB, LAN) hat ihren schnittstellenspezifischen Fehlermeldungspuffer.
- In einem speziellen *globalen* Fehlermeldungspuffer werden alle einschalt- und Hardware-bezogenen Fehler (z. B. Überhitzung) festgehalten.
- Fehler werden in der gleichen Reihenfolge zurückgemeldet, in der sie aufgetreten sind (FIFO-Prinzip). Der zuerst aufgetretene Fehler wird auch als erster zurückgemeldet. Beim Einlesen eines Fehlercodes wird dieser aus dem Fehlermeldungspuffer gelöscht. Sobald Sie alle schnittstellenspezifischen Fehler eingelesen haben, werden die Fehler aus dem globalen Fehlermeldungspuffer abgerufen.
- Beim Einlesen eines Fehlercodes wird dieser aus dem Fehlermeldungspuffer gelöscht. Nach dem Einlesen aller Fehlercodes aus dem schnittstellenspezifischen und dem globalen Fehlermeldungspuffer erlischt die Anzeige **ERROR**, und der Fehlermeldungspuffer wird gelöscht.

- Der Fehlermeldungspuffer kann maximal 20 Fehlercodes aufnehmen. Wenn mehr als 20 Fehler aufgetreten sind, wird der jeweils letzte Fehlercode durch den Code -350, "Error queue overflow" ersetzt. Danach werden so lange keine weiteren Fehlercodes mehr abgespeichert, bis Fehlercodes aus dem Fehlermeldungspuffer entfernt werden. Wenn der Fehlermeldungspuffer beim Auslesen keine Fehlercodes enthält, sendet das Gerät die Meldung +0, "No error".
- Auf dem Display der Frontplatte werden die Fehler aus allen E/A-Sitzungen sowie aus dem globalen Fehlermeldungspuffer gemeldet.
- Bei Empfang des Befehls *CLS (Clear Status) und nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Geräts werden sowohl der schnittstellenspezifische als auch der globale Fehlermeldungspuffer geleert. Ebenso wird der Fehlermeldungspuffer beim Einlesen der Fehlercodes nach und nach geleert. Durch Zurücksetzen des Geräts auf seine Werkseinstellungen (mit dem Befehl *RST) oder Voreinstellung des Geräts (mit dem Befehl SYSTEM:PRESet) wird der Fehlermeldungspuffer nicht geleert.

Die Einträge im Fehlermeldungspuffer lesen

Sie können den Fehlermeldungspuffer sowohl über die Frontplatte als auch über die Fernprogrammierungsschnittstelle lesen.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > SCPI ERRORS

Führen Sie mit den Navigationstasten einen Bildlauf durch die Fehlerinträge durch. Drücken Sie , um alle Fehler aus dem Fehlermeldungspuffer zu löschen.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird ein bestimmter Fehlercode (nach dem FIFO-Prinzip) eingelesen und aus dem Fehlermeldungspuffer gelöscht.

SYSTEM:ERRor [:NEXT] ?

Eine umfassende Beschreibung dieses Befehls und dessen Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Kalibrierung

Das Multimeter sollte ausschließlich von qualifizierten Service-Technikern kalibriert werden. Eine unsachgemäße Durchführung des Kalibrierungsverfahrens, das mit dem Menüelement CALIBRATION das Menüs UTILITY über die Frontplatte gestartet wird, kann zur Beschädigung des Multimeters führen. Eine versehentliche Kalibrierung des Multimeters wird durch einen werkseitig integrierten Sicherheitscode verhindert.

Informationen zum Kalibrierungsverfahren erhalten Sie im *Service-Handbuch Agilent 344101A/11A Service Guide*.

Die Konfiguration des Multimeters nach dem Einschalten und nach dem Zurücksetzen

Den nachfolgenden Tabellen entnehmen Sie die werkseitigen Grundeinstellungen der verschiedenen Gerätefunktionen. Die mit einem Punkt (●) gekennzeichneten Parameter werden im *nicht-flüchtigen* Speicher abgelegt und bleiben vom Aus- und Wiedereinschalten sowie vom Zurücksetzen des Systems unbeeinflusst. Zu diesen Parametern sind die *ursprünglichen werkseitig vorgenommenen Einstellungen* angegeben. Alle übrigen Parameter werden stets im flüchtigen Speicher verwahrt und beim Einschalten, nach Ausgabe des Befehls Reset über die Frontplatte bzw. der Befehle *RST oder SYSTem:PRESet über die Fernprogrammierungsschnittstelle auf die in der Tabelle angegebenen Einstellungen zurückgesetzt.

Messkonfiguration	Werkseitige Grundeinstellung
Funktion	Gleichspannung (DC Volts)
Bereich	automatische Bereichswahl (Autorange; für alle Funktionen)
Auflösung	6,5 Stellen (0,3 ppm x Bereich) *
Integrationszeit	NPLC gewählt, 1 PLC *
Autokalibrierung	aktiv *
Apertur	inaktiv, 1 Sekunde *
● Eingangsimpedanz	● 10 MΩ (fest für alle Gleichspannungsbereiche)
Wechselstromfilter (Bandbreite)	20 Hz (mittlerer Filter)
Nullen (für einzelne Messfunktionen)	inaktiv, 0 (für alle Funktionen)
Zweite Display-Zeile	inaktiv
*für alle DC-Messungen	

Mathematische Operationen	Werkseitige Grundeinstellung
Mathem. Funktionen	inaktiv
Mathem. Register	(alle) leer
dB-Relativwert	0
dBm-Referenzwiderstand	600 Ω

Triggerungsoperationen	Werkseitige Grundeinstellung
Triggerzahl	1
Triggerquelle	Soforttrigger
Triggerverzögerung	Autom. vorgegebene Verzögerung
Abtastzahl	1
Abtastquelle	Auto
Abtastungs-Timing	1 Sekunde

Systembezogene Operationen	Werkseitige Grundeinstellung
● Pieptonbetrieb	● aktiv
● Dezimaltrennzeichen	● Punkt
● Tausendertrennzeichen	● aktiv
Display-Status	Ein
Messwertspeicher	Leer
Fehlermeldungspuffer	wird beim Einschalten geleert wird bei einem Befehl über die Frontplatte oder die Fernprogrammierungsschnittstelle <u>nicht geleert</u>
● Gespeicherte Gerätekonfigurationen	● unverändert
● Kalibrierungszustand	● gesichert/gesperrt

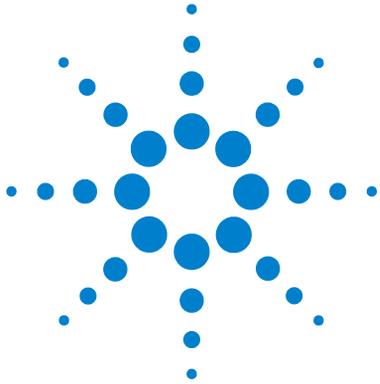
Eingabe/Ausgabe-Konfiguration	Werkseitige Grundeinstellung
Schnittstellen:¹	
● LAN	● aktiviert
● GPIB	● aktiviert
● USB	● aktiviert
LAN-Einstellungen:²	
● DHCP	● aktiv
● automatische IP-Adressenzuweisung	● aktiv
● IP-Adresse	● 169.254.4.10
● Subnetz-Maske	● 255.255.0.0
● Standard-Gateway	● 0.0.0.0
● DNS-Server	● 0.0.0.0
● Host-Name	● A-34410A-nnnnn (für 34410A) ³ ● A-34411A-nnnnn (für 34411A)
● LAN-Dienste ¹	● alle aktiviert

2 Leistungsmerkmale und Funktionen

Eingabe/Ausgabe-Konfiguration	Werkseitige Grundeinstellung
 GPIB-Einstellungen:	
● GPIB-Adresse	● 22
1 Die Aktivierung von Schnittstellen oder LAN-Diensten wird erst wirksam, wenn Sie das Gerät aus- und wieder eingeschaltet haben.	
2 Bei Änderungen an der LAN-Einstellung muss ein LAN-Neustart erfolgen. Im Falle von SCPI müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten.	
3 nnnnn steht für die letzten 5 Zeichen der Seriennummer des Geräts.	

HINWEIS

Der Einschalt-/Werkseinstellungszustand weicht u. U. von dem in den Tabellen beschriebenen ab, wenn Sie den Modus zum Wiederabrufen des Einschaltzustands aktiviert (d. h. PWR-ON AUTO über das Menü **Utility** auf On gesetzt) haben. Sie haben darüber hinaus die Möglichkeit, beim Starten, anstatt des standardmäßigen Einschaltzustandes, eine von vier gespeicherten Gerätkonfigurationen abzurufen. *Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Multimeterkonfigurationen speichern“ auf Seite 52.*



3

Die Fernprogrammierungsschnittstelle

Die GPIB-Schnittstelle konfigurieren 101

Die USB-Schnittstelle konfigurieren 102

Die LAN-Schnittstelle konfigurieren 103

LAN-Parameter konfigurieren 104

DHCP 104

Automatische Zuweisung von IP-Adressen 105

IP-Adresse 106

Subnetz-Maske 106

Standard-Gateway 107

Host-Name 107

DNS-Server 108

Web-Passwort 108

Unerwartetes Umschalten in die

Fernprogrammierungs-Betriebsart 108

Eine LAN-Verbindung über die Frontplatte einrichten 109

**Eine LAN-Verbindung über die
Fernprogrammierungsschnittstelle einrichten 110**

Agilent 34410A/11A Web Interface 111



In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Sie das Agilent 34410A/11A für die Kommunikation über die Fernprogrammierungsschnittstelle konfigurieren. Weiterführende Informationen entnehmen Sie folgenden Dokumentationen:

- *Agilent USB/LAN/GPIB Connectivity Guide*: Informationen zur Schnittstellenkonfiguration und Fehlerdiagnose/-behebung. Dieses Handbuch finden Sie auf der CD-ROM Agilent Automation-Ready oder im Internet unter www.agilent.com/find/connectivity.
- *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*: Informationen zur Programmierung des Geräts mit SCPI-Befehlen. Diese Hilfedatei finden Sie auf der CD-ROM *Agilent 34410A/11A Product Reference*.

Das Agilent 34410A/11A unterstützt die Schnittstellen GPIB, USB und LAN. Alle drei Schnittstellen sind beim Einschalten des Geräts aktiv. Bei jeder Aktivität an der Fernprogrammierungsschnittstelle leuchtet die Anzeige **Remote** an der Frontplatte.

- **GPIB-Schnittstelle**: Sie müssen lediglich die GPIB-Adresse für das Gerät einrichten (Werkeinstellung ist 22) und dieses über ein (separat erhältliches) GPIB-Kabel an den PC anschließen.
- **USB-Schnittstelle**: Für eine Verbindung über USB müssen Sie an Ihrem Gerät keine Konfiguration vornehmen. Schließen Sie das Gerät einfach mit dem im Produktumfang enthaltenen USB 2.0-Kabel an den PC an.
- **LAN-Schnittstelle**: Das Protokoll DHCP ist für das Gerät standardmäßig aktiviert. Damit ist die Netzwerkkommunikation über die LAN-Schnittstelle (10BaseT/100BaseTx) möglicherweise bereits aktiviert. Gegebenenfalls müssen Sie noch einige Konfigurationsparameter einrichten. Wie Sie dabei vorgehen, ist in den folgenden Abschnitten zum Thema LAN-Konfiguration erklärt.

HINWEIS

Mit der *Agilent IO Libraries Suite* (E/A-Bibliotheken-Suite; E2094M Agilent IO Libraries for Windows) oder Gleichwertigem können Sie die Verbindung zwischen dem 34410A/11A und dem PC konfigurieren und überprüfen. Weitere Informationen zur E/A-Konnektivitäts-Software von Agilent erhalten Sie im Internet unter www.agilent.com/find/iolib.

- Agilent IO Libraries Suite for Windows[®] 98/2000/ME/XP: Weitere Informationen hierzu und eine Anleitung zum Installieren dieser Software finden Sie auf der CD-ROM Agilent Automation-Ready, die im Produktumfang des 34410A/11A enthalten ist.
- Die jeweils neueste Version dieser Software für Windows[®] 98/NT/2000/ME/XP (oder auch eine Vorversion) können Sie über die Website www.agilent.com/find/iolib laden.

Die GPIB-Schnittstelle konfigurieren

Jedes der über die GPIB-Busschnittstelle (IEEE-488) angeschlossenen Geräte muss eine eindeutige Adresse aufweisen. Sie können die GPIB-Adresse des Multimeters auf einen beliebigen ganzzahligen Wert zwischen 0 und 30 setzen. Werkseitig wird die Adresse auf „22“ eingestellt.

- Die GPIB-Schnittstellenkarte in Ihrem Computer hat eine eigene Adresse. *Diese* Adresse darf nicht für ein am Schnittstellenbus angeschlossenes Gerät verwendet werden.
- Die GPIB-Adresse wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl *RST) auf seine Werkeinstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl SYSTem:PRESet) voreingestellt wird.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > REMOTE I/O > GPIB > ENABLE GPIB? > GPIB ADDRESS

Nachdem Sie GPIB aktiviert bzw. deaktiviert haben, müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die Änderung wirksam wird.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die GPIB-Fernprogrammierungsschnittstelle aktiviert:

```
SYSTem:COMMUnicate:ENABle ON,GPIB
```

Mit folgendem Befehl wird der Zustand der GPIB-Schnittstelle abgefragt:

```
SYSTem:COMMUnicate:ENABle? GPIB
```

Diese Abfrage gibt das Ergebnis „0“ (inaktiv) oder „1“ (aktiv) zurück.

Mit folgendem Befehl wird die GPIB-Adresse (IEEE-488) des Multimeters vorgegeben:

```
SYSTem:COMMUnicate:GPIB:ADDRes {<address>}
```

Folgende Abfrage gibt die IP-Adresse zurück (z. B. „+22“):

```
SYSTem:COMMUnicate:GPIB:ADDRes?
```

Eine umfassende Beschreibung der SCPI-Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die USB-Schnittstelle konfigurieren

Um die USB-Schnittstelle nutzen zu können, müssen Sie *keine* Konfigurationsparameter für das Multimeter einrichten. Schließen Sie das Multimeter einfach über einen USB-Anschluss am Computer an. Beachten Sie, dass es einige Sekunden dauern kann, bis der Computer das Multimeter erkennt und eine Verbindung hergestellt hat.

- **Frontplattenbedienung:** Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > REMOTE I/O > USB > ENABLE USB? > USB ID

Nachdem Sie USB aktiviert bzw. deaktiviert haben, müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die Änderung wirksam wird.

Sie müssen nicht wissen, wie der USB-ID-String für das Gerät lautet, da die meisten Software-Produkte die Verbindungsmodalitäten automatisch regeln. Jedes Gerät hat allerdings seinen eigenen eindeutigen String mit folgendem Format:

```
USB0::<mfgID>::<modID>::<serial#>::INSTR
```

Den String sehen Sie nur vollständig, wenn Sie einen Bildlauf für die USB-ID ( ) durchführen.

- **Betriebsart Fernprogrammierung:** Mit folgendem Befehl wird die USB-Fernprogrammierungsschnittstelle aktiviert:

```
SYSTEM:COMMunicate:ENABle ON,USB
```

Mit folgendem Befehl wird der Zustand der USB-Schnittstelle abgefragt:

```
SYSTEM:COMMunicate:ENABle? USB
```

Diese Abfrage gibt das Ergebnis „0“ (inaktiv) oder „1“ (aktiv) zurück.

Eine umfassende Beschreibung der SCPI-Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Die LAN-Schnittstelle konfigurieren

Bezüglich des Protokolls DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) ist am 34410A/11A standardmäßig LAN-Konnektivität aktiviert. In vielen Fällen können Sie es dem Protokoll DHCP überlassen, die für eine LAN-Verbindung erforderlichen Parameter zuzuweisen. Sie können DHCP jedoch auch deaktivieren und die Parameter manuell einrichten.

LAN-Parameter Die folgenden Parameter können Sie manuell einrichten. Wie Sie dabei vorgehen, entnehmen Sie den nachfolgenden Unterabschnitten. Die Beschreibungen gelten für das Einrichten einer LAN-Konfiguration über die Frontplatte und die Fernprogrammierungsschnittstelle gleichermaßen.

- IP-Adresse
- Subnetz-Maske
- Standard-Gateway
- DNS-Server
- Host-Name
- LAN-Dienste (Visa LAN, Sockets, Telnet, Agilent Web Server)
- Web-Passwort

HINWEIS

IP-Adresse, Subnetz-Maske, Standard-Gateway und DNS-Server-Parameter werden in Punktnotation angegeben. Bei in Punktnotation („nnn.nnn.nnn.nnn“, wobei „nnn“ ein Byte-Wert ist) angegebenen Adressen ist Vorsicht geboten:

Die meisten einschlägigen Software-Produkte auf *Computern* interpretieren Byte-Werte mit führenden Nullen als *Oktalzahlen*. „255.255.020.011“ beispielsweise ist eigentlich äquivalent zu dem Dezimalausdruck „255.255.16.9“ und nicht „255.255.20.11“, weil die Computer-Software „.020“ im Oktalsystem als „16“ im Dezimalsystem und „.011“ im Oktalsystem als „9“ im Dezimalsystem interpretiert.

Allerdings wird beim *Multimeter* davon ausgegangen, dass alle Adressen in Punktnotation als *dezimale Byte-Werte* auszudrücken sind, und es werden alle führenden Nullen aus diesen Byte-Werten gestrichen. Folglich mündet der Versuch, die IP-Adresse „255.255.020.011“ einzurichten in den (rein dezimalen) Ausdruck „255.255.20.11“. Geben Sie daher in der Web-Software des Computers unbedingt den exakten Ausdruck „255.255.20.11“ als Adresse für das Gerät ein. Um Missverständnissen vorzubeugen, sollten Sie ausschließlich dezimale Ausdrücke von Byte-Werten (0 bis 255) ohne führende Nullen verwenden.

LAN-Parameter konfigurieren

DHCP

DHCP ist ein Protokoll, das die automatische Zuweisung einer dynamischen IP-Adresse, Subnetz-Maske und eines Standard-Gateways zu einem Gerät in einem Netzwerk ermöglicht. Im Allgemeinen handelt es sich dabei um die *einfachste* Möglichkeit, das Multimeter für die Fernkommunikation über die LAN-Schnittstelle zu konfigurieren.

- Durch Änderung der DHCP-Einstellung wird ein automatischer LAN-Neustart ausgelöst.
- Wenn DHCP *aktiviert* ist (werkseitige Einstellung), versucht das Multimeter, eine IP-Adresse von einem DHCP-Server zu erhalten. Ist ein DHCP-Server verfügbar, weist dieser dem Gerät eine dynamische IP-Adresse, eine Subnetz-Maske und ein Standard-Gateway zu. Der DHCP-Server kann auch die DNS-Adresse zuweisen und den angegebenen Host-Namen ändern, falls bereits ein manuell vorgegebener Host-Name in Verwendung ist.

- Wenn DHCP *deaktiviert* oder nicht verfügbar ist, verwendet das Multimeter beim Einschalten die statische IP-Adresse und Subnetz-Maske sowie das statische Standard-Gateway.
- Wird *keine* DHCP-LAN-Adresse von einem DHCP-Server zugewiesen, so wird nach etwa 1 Minute das Vorliegen einer statischen IP-Adresse angenommen.
- Wenn die Funktion für die automatische IP-Adressenzuweisung (Auto-IP) aktiviert ist, wird beim Einschalten vom Server eine *dynamische* (und keine statische) IP-Adresse zugewiesen.

Automatische Zuweisung von IP-Adressen

Der Auto-IP-Standard weist dem Multimeter automatisch eine IP-Adresse zu, wenn es in ein Netzwerk ohne DHCP-Server eingebunden ist.

- Durch Änderung der Auto-IP-Einstellung wird ein automatischer LAN-Neustart ausgelöst.
- Auto-IP weist IP-Adressen aus dem Link-Local-Adressbereich (169.254.xxx.xxx) zu.
- Bei Auslieferung ist die Auto-IP-Einstellung des Geräts aktiviert.
- Die IP-Adresse wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl *RST) auf seine Werk-einstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl SYSTem:PRESet) vor-eingestellt wird.

IP-Adresse

Jede mittels IP und TCP/IP zwischen dem Gerät und dem Netzwerk stattfindende Kommunikation erfordert eine IP-Adresse (IP: Internet Protocol). Wenn DHCP (entsprechend der Einstellung ab Werk) aktiviert ist, wird die vorgegebene statische IP-Adresse nicht herangezogen. Gelingt es dem DHCP-Server jedoch nicht, eine gültige IP-Adresse zuzuweisen, *oder* sind DHCP und Auto-IP *beide* inaktiv, so wird die bereits konfigurierte statische IP-Adresse verwendet.

- Durch Änderung der IP-Adresse wird ein automatischer LAN-Neustart ausgelöst.
- Die werkseitig eingestellte IP-Adresse lautet „169.254.4.10“.
- Wenn Sie in einem Firmen-LAN eine statische IP-Adresse verwenden wollen, bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator, eine feste, ausschließlich für Ihr Gerät bestimmte IP-Adresse zuzuweisen.
- Die IP-Adresse wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl `*RST`) auf seine Werk-einstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl `SYSTEM:PRESet`) voreingestellt wird.

Subnetz-Maske

Das Multimeter bestimmt anhand der Subnetz-Maske, ob die IP-Adresse eines Clients demselben lokalen Subnetz zugeordnet ist. Gehört die IP-Adresse eines Clients zu einem anderen Subnetz, müssen alle Pakete an das Standard-Gateway gesendet werden. Erkundigen Sie sich beim Netzwerkadministrator, ob in Ihrem Netzwerk Subnetze verwendet werden, und gegebenenfalls, wie die Adresse der Subnetz-Maske lautet.

- Durch Änderung der Subnetz-Maske wird ein automatischer LAN-Neustart ausgelöst.
- Die Standard-Subnetz-Maske für das Multimeter 34410A lautet „255.255.0.0“.
- Der Wert „0.0.0.0“ oder „255.255.255.255“ zeigt an, dass keine Subnetze in Verwendung sind.
- Die Subnetz-Maske wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl `*RST`) auf seine Werkeinstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl `SYSTEM:PRESet`) voreingestellt wird.

Standard-Gateway

Eine Standard-Gateway-Adresse ermöglicht dem Multimeter die Kommunikation mit Systemen, die sich außerhalb des lokalen Subnetzes befinden. Folglich werden Pakete, die für ein nicht in das lokale Subnetz eingebundenes Gerät bestimmt sind, an das Standard-Gateway weitergeleitet, wie es die Subnetz-Maskeneinstellung vorsieht. Erkundigen Sie sich beim Netzwerkadministrator, ob Ihr Netzwerk über ein Gateway verfügt, und gegebenenfalls, wie dessen Adresse lautet.

- Durch Änderung der Standard-Gateway-Einstellung wird ein automatischer LAN-Neustart ausgelöst.
- Die Standardadresse für das Multimeter lautet „0.0.0.0“ (wobei weder Gateway noch Subnetze verwendet werden).
- Das Standard-Gateway wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl *RST) auf seine Werkeinstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl SYSTem:PRESet) voreingestellt wird.

Host-Name

Beim Host-Namen handelt es sich um den Host-Bestandteil des Domain-Namens, der wiederum in eine IP-Adresse übersetzt wird.

- Durch Änderung des Host-Namens wird ein automatischer LAN-Neustart ausgelöst.
- Der Standard-Host-Name für das Multimeter lautet „A-34410A-*nnnnn*“ für das Modell 34410A und „A-34411A-*nnnnn*“ für das Modell 34411A, wobei *nnnnn* den letzten fünf Stellen der Seriennummer des Geräts entspricht.
- Steht in Ihrem Netzwerk ein Dynamic DNS (DNS: Domain Name System) zur Verfügung und erfolgt die Kommunikation mit dem Multimeter über DHCP, so wird der Host-Name beim Einschalten beim Dynamic DNS-Dienst registriert.
- Der Host-Name wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl *RST) auf seine Werkeinstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl SYSTem:PRESet) voreingestellt wird.

DNS-Server

Bei DNS (Domain Name Service) handelt es sich um einen Internet-Dienst, der Domain-Namen in IP-Adressen übersetzt. Erkundigen Sie sich beim Netzwerkadministrator, ob in Ihrem System DNS genutzt wird, und gegebenenfalls, wie die Adresse lautet.

- Wenn Sie die DNS-Adresse geändert haben, müssen Sie das Multimeter zunächst aus- und wieder einschalten, damit die neue Einstellung aktiviert wird.
- Die Standard-DNS-Adresse für das Multimeter lautet „0.0.0.0“.
- Die DNS-Server-Adresse wird im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet, (mit dem Befehl *RST) auf seine Werkeinstellungen zurückgesetzt oder (mit dem Befehl SYSTEM:PRESet) voreingestellt wird.

Web-Passwort

Der Zugriff auf bestimmte Funktionen des 34410A/11A Web Interface (*siehe „Agilent 34410A/11A Web Interface“* auf Seite 111) kann mittels Passworthein-gabezwang kontrolliert werden. Das Passwort ist standardmäßig *deaktiviert*. Ein Web-Passwort können Sie über die Frontplatte einrichten und aktivieren. Web-Passwörter bestehen aus bis zu 12 alphanumerischen Zeichen.

Unerwartetes Umschalten in die Fernprogrammierungs-Betriebsart

Wenn das 34410A/11A unerwartet in die Fernprogrammierungs-Betriebsart schaltet, liegt der Grund zumeist darin, dass das Gerät über den Host-Controller eines anderen Benutzers für das LAN konfiguriert ist. Im Zusammenhang mit auf diesem Host-Controller stattfindenden Aktivitäten können Abfragen an Ihr Gerät gerichtet werden, weshalb dieses in die Fernprogrammierungs-Betriebsart schaltet. Führen Sie einen der folgenden Schritte aus, um dies zu verhindern:

- Trennen Sie das Gerät vom LAN.
- Deaktivieren Sie die LAN-Schnittstelle über die Frontplatte (Menü Utility).
- Ermitteln Sie unter Verwendung des Abfragebefehls `SYST:COMM:LAN:HISTORY?` die IP-Adresse des Geräts, das für das Problem verantwortlich ist. Löschen Sie anschließend die LAN-Adresse Ihres Geräts vom betreffenden Host-Controller.

Eine LAN-Verbindung über die Frontplatte einrichten

Drücken Sie   (Utility)

UTILITY MENU > REMOTE I/O > LAN > ENABLE LAN? > LAN SETTINGS > VIEW | MODIFY

HINWEIS

Wenn Sie die LAN-Schnittstelle oder LAN-Dienste deaktivieren bzw. erneut aktivieren, müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die neue Einstellung.

- Wählen Sie VIEW, um die aktuellen LAN-Einstellungen einzusehen.
- Wählen Sie MODIFY, um die LAN-Einstellungen zu ändern. Folgende Untermenüs werden angezeigt:
 - 1 RESET LAN? – NO oder YES
 - 2 DHCP – OFF oder ON
 - 3 AUTO IP – OFF oder ON
 - 4 IP ADDRESS – Richten Sie die IP-Adresse unter Zuhilfenahme der Navigationstasten in Punktnotation ein. *Dieser Parameter tritt nur in Erscheinung, wenn sowohl DHCP als auch AUTO IP auf OFF gesetzt sind.*
 - 5 SUBNET MASK – Richten Sie die Subnetz-Maske unter Zuhilfenahme der Navigationstasten in Punktnotation ein. *Dieser Parameter tritt nur in Erscheinung, wenn sowohl DHCP als auch AUTO IP auf OFF gesetzt sind.*
 - 6 DEF GATEWAY – Richten Sie das Standard-Gateway unter Zuhilfenahme der Navigationstasten in Punktnotation ein. *Dieser Parameter tritt nur in Erscheinung, wenn sowohl DHCP als auch AUTO IP auf OFF gesetzt sind.*
 - 7 DNS SERVER – Richten Sie die DNS-Adresse unter Zuhilfenahme der Navigationstasten in Punktnotation ein. *Dieser Parameter tritt nur in Erscheinung, wenn sowohl DHCP als auch AUTO IP auf OFF gesetzt sind.*
 - 8 HOST NAME – Geben Sie mit den Navigationstasten den gewünschten Host-Namen ein. Der Host-Name darf aus maximal 15 alphanumerischen Zeichen inklusive Gedankenstrichen („-“) bestehen, wobei das erste Zeichen ein Buchstabe sein muss.
 - 9 LAN SERVICES – ENABLE ALL oder SELECT. Mit SELECT können Sie die verschiedenen Dienste (VISA LAN, SOCKETS, TELNET oder WEB SERVER) aktivieren bzw. deaktivieren.
Wenn Sie LAN-Dienste deaktiviert oder erneut aktiviert haben, müssen das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die Änderung wirksam wird.
 - 10 WEB PASSWORD – DISABLE oder ENABLE. Wählen Sie ENABLE und geben Sie über die Navigationstasten das gewünschte Passwort mit bis zu 12 alphanumerischen Zeichen ein.

Eine LAN-Verbindung über die Fernprogrammierungsschnittstelle einrichten

Verwenden Sie zur Konfiguration der LAN-Schnittstelle die folgenden SCPI-Befehle.

HINWEIS

Wenn Sie die LAN-Schnittstelle deaktivieren oder erneut aktivieren, müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die Änderung wirksam wird. Dies gilt auch, wenn Sie einen der LAN-Dienste deaktivieren oder erneut aktivieren oder LAN-Einstellungen mit SCPI-Befehlen über die Fernprogrammierungsschnittstelle ändern.

- So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die LAN-Fernprogrammierungsschnittstelle:
`SYSTem:COMMunicate:ENABle {OFF|0|ON|1}, LAN`
- So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die Verwendung von DHCP für die LAN-Schnittstelle:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP {OFF|0|ON|1}`
- So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die Verwendung von Auto-IP für die LAN-Schnittstelle:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:AUTOip[STATe] {OFF|0|ON|1}`
- So weisen Sie dem LAN eine statische IP-Adresse zu:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress "<address>"`
- So weisen Sie eine Subnetz-Maske für das LAN zu:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk "<mask>"`
- So weisen Sie ein Standard-Gateway für das LAN zu:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway "<address>"`
- So weisen Sie einen Host-Namen für das LAN zu:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname "<name>"`
- So weisen Sie dem LAN eine statische DNS-Adresse zu:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS "<address>"`
- So weisen Sie einen Domain-Namen für das LAN zu:
`SYSTem:COMMunicate:LAN:DOMain "<name>"`

Die oben aufgeführten Befehle sind auch in Form von Abfragen verfügbar. Eine umfassende Beschreibung der SCPI-Befehle und deren Syntax entnehmen Sie der *Agilent 34410A/11A Programmer's Reference Help*.

Agilent 34410A/11A Web Interface

Das 34410A/11A verfügt über eine integrierte Internet-Schnittstelle, das Web Interface. Über diese Schnittstelle und einen Java®-fähigen Webbrowser, z. B. Microsoft® Internet Explorer, können Sie das Multimeter im LAN mittels Fernzugriff erreichen und steuern.

So arbeiten Sie mit dem 34410A/11A Web Interface:

- 1 Schließen Sie das Multimeter über eine LAN-Schnittstelle an den Computer an.
- 2 Öffnen Sie den auf Ihrem Computer installierten Webbrowser.
- 3 Starten Sie das *34410A/11A Web Interface*, indem Sie im Adressfeld die IP-Adresse des Multimeters oder den vollständigen Host-Namen angeben. Daraufhin wird die folgende Startseite angezeigt.

Agilent Technologies 6-1/2 Digit Multimeter

Welcome to your
Web-Enabled 6-1/2 Digit Multimeter

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument:	34410A 6-1/2 Digit Multimeter
Serial Number:	2000920000
Description:	Agilent 34410A (2000920000)
Hostname:	
IP Address:	156.140.0.0
VISA TCPIP Connect String:	TCPIP0::156.140.0.0::INSTR

[Turn Off Front Panel Identification Indicator](#)

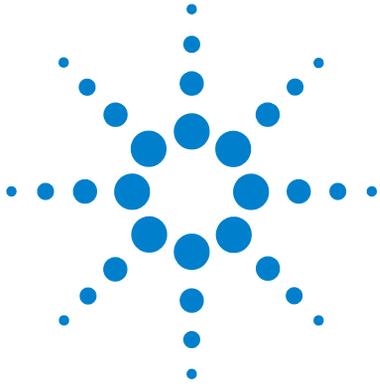
[Advanced information](#)

Use the navigation bar on the left to access your 6-1/2 Digit Multimeter and related information.

© Agilent Technologies, Inc. 2005

- 4 Weitere Informationen hierzu erhalten Sie, indem Sie auf Help with this Page klicken und den Anweisungen im Hilfenfenster des Web Interface folgen.

3 Die Fernprogrammierungsschnittstelle



4 Anleitung zur Durchführung von Messungen

Das Agilent 34410A/11A Multimeter ermöglicht Messungen von hoher Genauigkeit. Um die größtmögliche Messpräzision zu erzielen, müssen Sie potenzielle Messfehler von vornherein ausschließen, indem Sie bestimmte Vorkehrungen treffen. In diesem Kapitel werden Fehler beschrieben, die häufig bei Messungen auftreten, und Möglichkeiten aufgezeigt, diese zu vermeiden.

Erläuterungen zu DC-Messungen 115

Fehler durch thermoelektrisch verursachte EMF 115

Fehler beim Laden (Gleichspannung) 115

Rauschunterdrückung 116

Netzstörspannungen unterdrücken 116

Gleichtaktunterdrückung (CMR) 116

Durch Magnetschleifen verursachtes Rauschen 117

Durch Masseschleifen verursachtes Rauschen 117

Erläuterungen zur Widerstandsmessung 118

4-Draht-Widerstandsmessung 119

Vom Testleitungswiderstand verursachte Fehler eliminieren 119

Verlustleistungseffekte minimieren 120

Fehler beim Messen hoher Widerstände 120

AC-Effektivwertmessungen (True RMS) 121

Genauigkeit des True RMS-Werts
und Hochfrequenzgehalt von Signalen 122

Hochfrequenzbedingte (bandexterne) Fehler einschätzen 125



Sonstige wesentliche Messfunktionen 127

Fehler bei der Frequenz- und Periodenmessung 127

Gleichstrommessungen 128

Kapazitätsmessungen 128

Temperaturmessungen 131

Tastkopfoptionen 131

2-Draht- und 4-Draht-Messungen im Vergleich 131

Autokalibrierung 132

Integration 132

Offset-Ausgleich 132

NULL-Einstellung 133

Messungen mit hoher Leserate 134

AC-Messungen mit hoher Leserate durchführen 134

DC- und Widerstandsmessungen
mit hoher Leserate durchführen 135

Sonstige Messfehlerquellen 136

Einschwingzeiteffekte 136

Fehler beim Laden (Wechselspannung) 136

Messungen unterhalb der Vollskala 137

Fehler durch Eigenerwärmung infolge hoher Spannungen 137

Fehler bei der Wechselstrommessung (abfallende Spannung) 137

Messfehler infolge niedriger Pegel 138

Gleichtaktfehler 139

Kriechstromfehler 139

Erläuterungen zu DC-Messungen

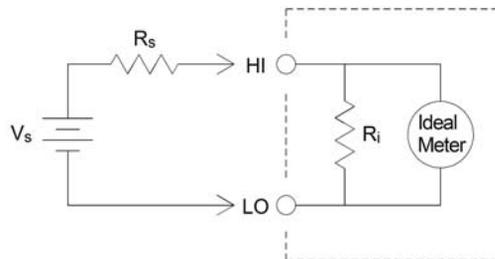
Fehler durch thermoelektrisch verursachte EMF

Thermoelektrische Spannungen sind die häufigste Ursache für Fehler bei der Gleichspannungsmessung mit niedrigen Pegeln. Thermoelektrische Spannungen, die überdies temperaturabhängig sind, bauen sich auf, wenn mit unterschiedlichen Metallen Leitungsanschlüsse hergestellt werden. Jede einzelne Kontaktstelle zwischen zwei Metallen fungiert als Thermoelement, das eine Spannung erzeugt, die proportional zur Temperatur der Kontaktstelle ist. Treffen Sie unbedingt geeignete Vorkehrungen, um die von Thermoelementen herrührenden Spannungen und Temperaturschwankungen bei der Spannungsmessung mit niedrigen Pegeln zu minimieren. Die besten elektrischen Kontakte lassen sich mit Kupfer-Kupfer-Crimpverbindungen herstellen, da die Eingänge des Multimeters aus einer Kupferlegierung bestehen. Der nachfolgenden Tabelle entnehmen Sie häufig auftretende thermoelektrische Spannungen, die an den Kontaktstellen zwischen unterschiedlichen Metallen gemessen werden.

Kupfer -	mV/°C (Circa-Angabe)	Kupfer -	mV/°C (Circa-Angabe)
Kadmium-Lötzinn	0.2	Aluminium	5
Kupfer	<0,3	Zinn-Bleilot	5
Gold	0,5	Kovar oder Alloy 42	40
Silber	0,5	Silizium	500
Messing	3	Kupferoxid	1000
Berylliumkupfer	5		

Fehler beim Laden (Gleichspannung)

Messdatenladefehler treten auf, wenn der Widerstand des Testobjekts (DUT) einen beträchtlichen Prozentsatz des Eingangswiderstands des Multimeters darstellt. Das folgende Diagramm veranschaulicht diese Fehlerquelle.



V_s = ideal DUT voltage
 R_s = DUT source resistance
 R_i = multimeter input resistance
 (10 M Ω or >10 G Ω)

$$\text{Error (\%)} = \frac{100 \times R_s}{R_s + R_i}$$

Um die Auswirkung solcher Fehler in Grenzen zu halten und die Rauschaufnahme zu minimieren, empfiehlt es sich, den Eingangswiderstand des Multimeters für die Gleichspannungsbereiche 100 mV, 1 V und 10 V auf den Wert $>10\text{ G}\Omega$ (Einstellung HI-Z) zu setzen. Der Eingangswiderstand wird für die Gleichspannungsbereiche 100 V und 1000 V auf dem Wert $10\text{ M}\Omega$ gehalten.

Rauschunterdrückung

Netzstörungen unterdrücken

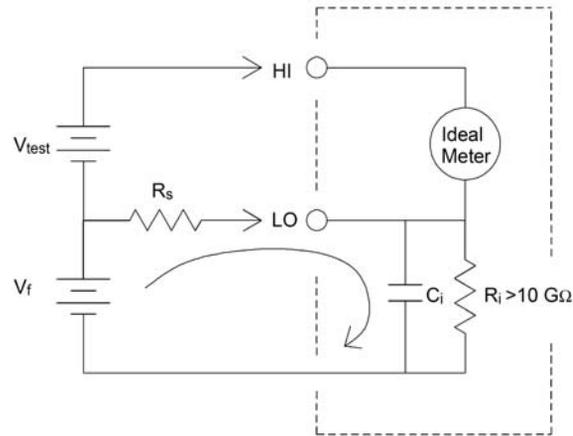
Ein willkommener Vorteil der Integration von A/D-Wandlern liegt in deren Fähigkeit, das Netzleitungsrauschen bei den DC-Eingangssignalen zu unterdrücken. Dabei handelt es sich um die sogenannte Gegentaktunterdrückung (engl. normal mode noise rejection, NMR). Die NMR erreicht das Multimeter, indem es den durchschnittlichen DC-Eingang durch Integration über eine feste Periode ermittelt. Wenn Sie für die Integrationszeit eine ganzzahlige Netzyklenzahl (PLCs) angeben, heben sich diese Fehler (und deren Oberschwingungen) im Mittel gegenseitig auf, pendeln sich also um Null ein.

Das Multimeter bietet vier Integrationsoptionen (1, 2, 10 und 100 PLCs), mit denen sich eine NMR erzielen lässt. Das Multimeter misst die Netzfrequenz (50 Hz oder 60 Hz) und bestimmt dann die entsprechende Integrationszeit. Eine vollständige Auflistung der NMR-Werte, ungefähren zurechenbaren effektiven Rauschpegel, Leseraten und Auflösungen in Abhängigkeit von den einzelnen Integrationszeiten *entnehmen Sie der Tabelle Leistungswerte in Abhängigkeit von der Integrationszeit auf Seite 144*.

Sie haben ferner die Möglichkeit, unter Verwendung der INTEGRATION-Einstellungen spezifische Aperturwerte zu programmieren, damit unerwünschte Signalfrequenzkomponenten unterdrückt werden.

Gleichtaktunterdrückung (CMR)

Im Idealfall ist ein Multimeter vollständig von geerdeten Schaltkreisen isoliert. Allerdings gibt es einen endlichen Widerstand zwischen dem LO-Eingang des Multimeters und der Erdungsmasse, siehe Schaltschema unten. Dieser kann Fehler bei der Messung von niedrigen Spannungspegeln verursachen, die sich relativ zur Erde wie Schwebespannungen verhalten.



V_f = float voltage
 R_s = DUT source resistance imbalance
 R_i = multimeter isolation resistance (LO-Earth)
 C_i = multimeter input capacitance:
 ≈ 200 pF (LO-Earth)

$$\text{Error (v)} = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

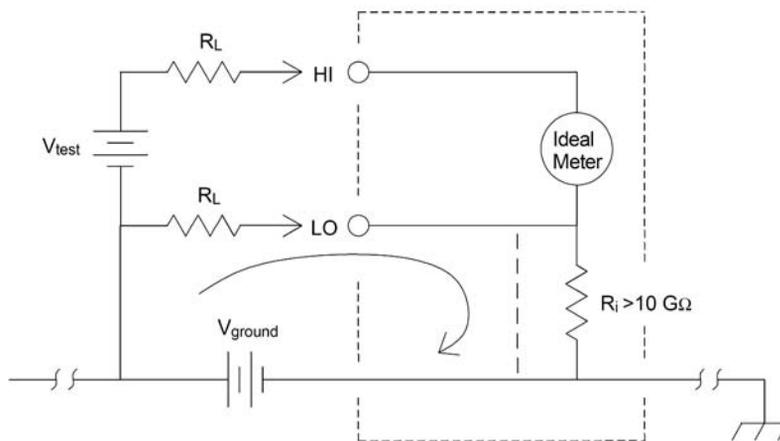
Durch Magnetschleifen verursachtes Rauschen

Bei der Durchführung von Messungen im Einflussbereich magnetischer Felder muss darauf geachtet werden, dass keine Spannungen in die Messleitungen induziert werden. Besondere Vorsicht ist beim Arbeiten in der Nähe von Leitungen geboten, die Strom in hoher Stärke führen. Verwenden Sie für den Anschluss an das Multimeter verdrehte Leitungen (Twisted-Pair), um die rauschaufnahmefähige Schleifenfläche zu verkleinern, oder legen Sie die Testleitungen möglichst eng zusammen. Auch lose oder vibrierende Testleitungen induzieren Fehlerspannungen. Befestigen Sie die Testleitungen, wenn Sie in der Umgebung von magnetischen Feldern arbeiten. Verwenden Sie nach Möglichkeit elektromagnetische Schirmung oder halten Sie ausreichend Abstand zu Quellen magnetischer Felder.

Durch Masseschleifen verursachtes Rauschen

Beim Messen von Spannungen an Schaltkreisen, in denen Multimeter und Testobjekt einen gemeinsamen Masseanschluss haben, entsteht eine Masseschleife. Wie das Schaltschema unten zeigt, löst eine beliebige Spannungsdifferenz zwischen den beiden Massebezugspunkten (V_{ground}) einen Stromfluss durch die Messleitungen aus. Dies wiederum führt zu (in der Regel netzleitungsbedingten) Rauschpegeln und Offset-Spannungen, die sich zu den gemessenen Spannungswerten addieren.

4 Anleitung zur Durchführung von Messungen



R_L = lead resistance
 R_i = multimeter isolation resistance
 V_{ground} = voltage drop on ground bus

Das Entstehen von Masseschleifen verhindern Sie am besten dadurch, dass Sie das Multimeter vom Masseanschluss isolieren, indem Sie die Eingänge *nicht* erden. Kann auf eine Erdung des Multimeters nicht verzichtet werden, schließen Sie dieses *zusammen mit* dem Testobjekt an einen gemeinsamen Massepunkt an. Legen Sie das Multimeter und das Testobjekt ferner nach Möglichkeit an denselben Netzanschluss.

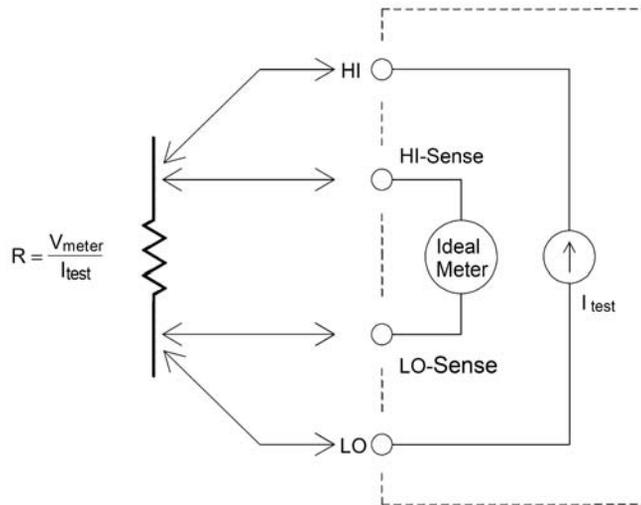
Erläuterungen zur Widerstandsmessung

Das Multimeter bietet zwei Möglichkeiten zur Messung von Widerständen: die 2-Draht- und die 4-Draht-Widerstandsmessung. Bei beiden Methoden fließt der Teststrom vom HI-Eingang durch den zu messenden Widerstand. Bei der 2-Draht-Widerstandsmessung wird der Spannungsabfall über dem zu messenden Widerstand von einem internen Multimetersensor erfasst. Aus diesem Grund ist in der Messung auch der Testleitungswiderstand enthalten. Für die 4-Draht-Widerstandsmessung sind separate Sensoranschlüsse erforderlich. Da in den Sensorleitungen kein Strom fließt, kann der Widerstand in diesen Leitungen keine Messfehler verursachen.

Die weiter oben in diesem Kapitel im Zusammenhang mit der Gleichspannungsmessung genannten Fehler treten auch bei der Widerstandsmessung auf. Weitere für die Widerstandsmessung spezifische Fehlerquellen werden im Folgenden erläutert.

4-Draht-Widerstandsmessung

Das 4-Draht-Widerstandsmessverfahren bietet höchste Genauigkeit beim Messen kleiner Widerstände. Der Einfluss von Testleitungs- und Kontaktdurchgangswiderstand wird mit dieser Methode automatisch auf einem Minimum reduziert. Die 4-Draht-Widerstandsmessung kommt häufig bei automatisierten Testverfahren zur Anwendung, bei denen sich zwischen dem Multimeter und dem Testobjekt ohmsche und/oder lange Kabel sowie zahlreiche Verbindungs- oder Schaltelemente befinden. Das für die 4-Draht-Widerstandsmessung empfohlene Anschlussschema sehen Sie unten. *Siehe auch „So führen Sie 4-Draht-Widerstandsmessungen durch“ auf Seite 26.*



Vom Testleitungswiderstand verursachte Fehler eliminieren

Führen Sie folgende Schritte aus, um die bei der 2-Draht-Widerstandsmessung durch den Testleitungswiderstand bedingten Offset-Fehler zu eliminieren.

- 1 Schließen Sie die Enden der Testleitungen kurz. Der Widerstand der Testleitungen wird auf dem Multimeter-Display angezeigt.

- 2 Drücken Sie **Null**. Der Testleitungswiderstand wird als Nullwert für die 2-Draht-Widerstandsmessung gespeichert und von den daraufhin ermittelten Messwerten subtrahiert.

Siehe auch „Nullmessungen“ auf Seite 64.

Verlustleistungseffekte minimieren

Beziehen Sie beim Messen von Widerstandskörpern, die für die Temperaturmessung vorgesehen sind, (oder anderer ohmscher Einheiten mit großen Temperaturkoeffizienten) in Ihre Überlegungen mit ein, dass das Multimeter einen gewissen Leistungsverlust im Testobjekt hervorruft.

Wenn mit kritischen Verlustleistungen zu rechnen ist, sollten Sie den Messbereich des Multimeters auf die nächsthöhere Stufe schalten, um die Fehlereffekte auf ein akzeptables Niveau abzusenken. Der folgenden Tabelle entnehmen Sie einige Beispiele.

Bereich	Teststrom	Testobjekt Vollskala-Leistung
100 Ω	1 mA	100 μ W
1 k Ω	1 mA	1 mW
10 k Ω	100 μ A	100 μ W
100 k Ω	10 μ A	10 μ W
1 M Ω	5 μ A	25 μ W
10 M Ω	500 nA	2,5 μ W

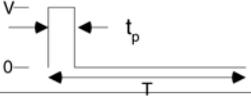
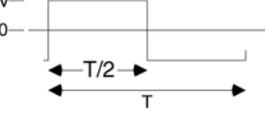
Fehler beim Messen hoher Widerstände

Beim Messen hoher elektrischer Widerstände können, bedingt durch den Isolationswiderstand und mangelhafte Oberflächensauberkeit, signifikante Fehler auftreten. Sorgen Sie bei hochohmigen Systemen unbedingt für optimale Sauberkeit. Testleitungen und -adapter können durch das Eindringen von Feuchtigkeit in das Isoliermaterial und wegen eines Schmutzfilms auf der Oberfläche undicht werden. Nylon und PVC ($10^9 \Omega$) sind im Vergleich zu PTFE ($10^{13} \Omega$), auch PTFE, verhältnismäßig schlechte Isoliermaterialien. Undichtigkeiten bei Nylon- oder PVC-Isolatoren können bei der Messung eines 1-M Ω -Widerstands in feuchter Umgebung schnell einen Fehleranteil von 0,1 % beisteuern.

AC-Effektivwertmessungen (True RMS)

Auf True RMS ansprechende Multimeter, wie das Agilent 34410A/11A, messen das Heizpotential der angelegten Spannung. Die Verlustspannung in einem Widerstandskörper ist proportional zum Quadrat der angelegten Spannung und zwar unabhängig von der Wellenform des Signals. Das Agilent 34410A/11A ist so lange in der Lage, den tatsächlichen Spannungs- bzw. Stromeffektivwert (True RMS-Wert) exakt zu ermitteln, wie der Energieanteil der Wellenform oberhalb der Nutzbandbreite des Messgeräts zu vernachlässigen ist.

Dabei wird zur Messung der tatsächlichen Effektivspannung und des tatsächlichen Effektivstroms dieselbe Technik angewendet. Die effektive Wechselspannungsbandbreite ist 300 kHz, während die effektive Wechselstrombandbreite 10 kHz beträgt.

Waveform Shape	Crest Factor	AC RMS	AC + DC RMS
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$
	$\sqrt{\frac{T}{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \frac{1}{CF^2}}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

Die Wechselspannungs- und Wechselstromfunktionen (AC-Funktionen) des Multimeters messen den *AC-gekoppelten* True RMS-Wert. Bei diesem Agilent-Messgerät wird *nur der* „Heizpotenzialwert“ der AC-Komponenten des Eingangssignals gemessen (während die DC-Komponenten unterdrückt werden). Wie Sie der Abbildung oben entnehmen können, sind bei Sinus-, Dreiecks- und Rechtecksignalen die *AC-gekoppelten* und *AC+DC*-Werte **gleich**, da diese Signalformen keinen DC-Offset enthalten. Bei nicht-symmetrischen Wellenformen (wie etwa Impulszügen) jedoch gibt es einen Gleichspannungs-

anteil (DC Volts), der von der AC-gekoppelten True RMS-Messtechnik des Multimeters unterdrückt wird. Diese Technik kann entscheidende Vorteile bieten.

Die Möglichkeit, eine AC-gekoppelte True RMS-Messung durchzuführen, sollte genutzt werden, wenn kleine AC-Signale in Gegenwart großer DC-Offsets zu messen sind, beispielsweise beim Messen der in Gleichstromnetzteilen auftretenden AC-Welligkeit. Es gibt allerdings Fälle, in denen der tatsächliche AC+DC-Effektivwert (True RMS-Wert) zu ermitteln ist. Diesen Wert können Sie bestimmen, indem Sie die Ergebnisse der DC- und der AC-Messungen zusammenführen, siehe folgende Gleichung:

$$ac + dc = \sqrt{ac^2 + dc^2}$$

Die optimale AC-Rauschunterdrückung erzielen Sie, wenn Sie die DC-Messung unter Verwendung einer Integrationszeit von mindestens 10 Netzyklen (PLCs) durchführen.

Genauigkeit des True RMS-Werts und Hochfrequenzgehalt von Signalen

Ein verbreitetes Missverständnis lautet: Da ein AC-Multimeter für True RMS-Messungen vorgesehen ist, gelten dessen Spezifikationen bzgl. der Sinuswellengenauigkeit für alle Signalformen. Tatsächlich kann die Form des Eingangssignals die Messgenauigkeit eines jeden Multimeters empfindlich beeinträchtigen, besonders, wenn das Eingangssignal Hochfrequenzkomponenten enthält, die jenseits der Bandbreite des Geräts liegen.

Betrachten Sie beispielsweise einen Impulszug, eine der anspruchsvollsten Signalformen für Multimeter. Die Impulsbreite eines solchen Signals bestimmt im Wesentlichen dessen Hochfrequenzgehalt. Das Frequenzspektrum eines Einzelimpulses ist durch sein Fourier-Integral gegeben. Das Frequenzspektrum des Impulszuges entspricht der Fourier-Reihe, die mit Vielfachen der eingehenden Impulsfolgefrequenz (IFF) am Fourier-Integral entlang abtastet.

Die nächste Abbildung weiter unten zeigt das Fourier-Integral zweier verschiedener Impulse: der eine mit großer (200 μ s) und der andere mit kleiner (6,7 μ s) Pulsbreite. In der darauffolgenden Abbildung ist eine Näherungskurve der Eingangsfrequenzgang-Signalform des 34410A/11A zu sehen.

Ein Vergleich des Verhaltens dieser beiden Kurven bezüglich der Frequenzachse ergibt:

Das $\frac{\sin(\pi f T)}{\pi f T}$ -Spektrum des schmalen Impulses zeigt eine signifikante Überschreitung

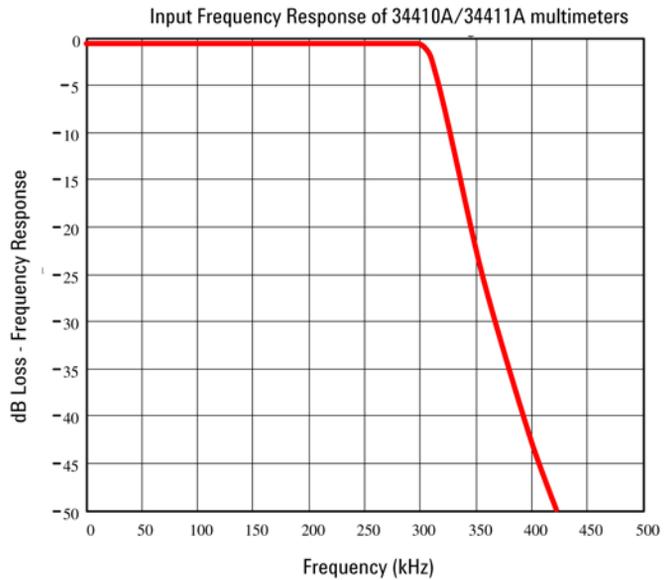
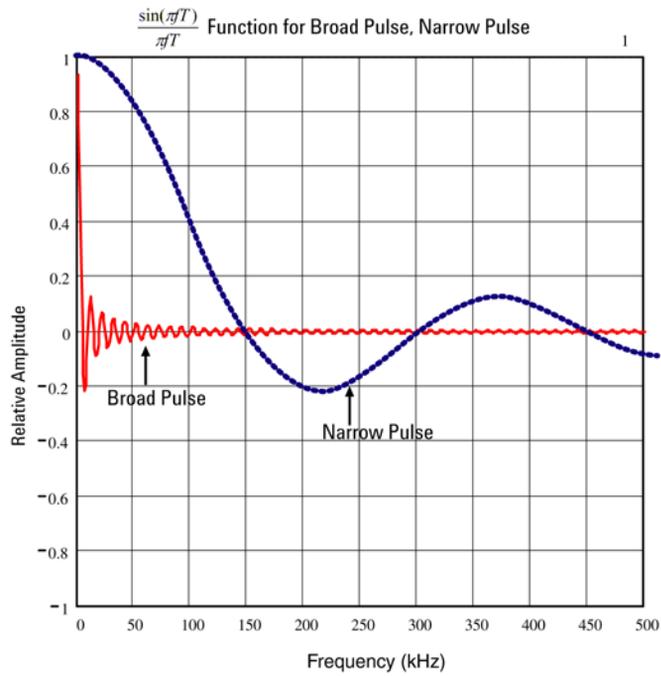
der Nutzbandbreite des Geräts. Das Nettoergebnis ist eine weniger genaue Messung des schmalen Hochfrequenzimpulses.

Das Frequenzspektrum des breiten Impulses hingegen liegt bedeutend unter der 300-kHz-Bandbreite (Circa-Angabe) des Multimeters, d. h., die Messungen an diesem Impuls sind von größerer Genauigkeit.

Durch Absenken der Impulsfolgefrequenz (IFF) nimmt die Dichte der Linien des Fourier-Spektrums wie auch der Anteil der spektralen Energie des Eingangssignals zu, der innerhalb der Bandbreite des Multimeters liegt, *was sich wiederum günstig auf die Messgenauigkeit auswirkt.*

Bei Effektivwertmessungen machen sich also Fehler bemerkbar, wenn das Eingangssignal einen signifikanten Energieanteil mit Frequenzen oberhalb der Bandbreite des Multimeters mitbringt.

4 Anleitung zur Durchführung von Messungen



Hochfrequenzbedingte (bandexterne) Fehler einschätzen

Eine gängiger Parameter zur Beschreibung einer Signalform ist die Angabe ihres Scheitelfaktors SF (engl. crest factor, CF). Der Scheitelfaktor ist der Quotient aus dem Scheitelwert und dem Effektivwert eines Signals. So ist beispielsweise der Scheitelfaktor bei einem Impulszug in etwa gleich der Quadratwurzel des Kehrwerts des Tastverhältnisses.

$$CF = \frac{1}{\sqrt{d}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{t_p}{T}}} = \frac{1}{\sqrt{prf \times t_p}}$$

Beachten Sie: Der Scheitelfaktor ist ein zusammengesetzter, von der Pulsbreite und der Folgefrequenz abhängiger Parameter. Der Scheitelfaktor allein reicht nicht aus, um den Frequenzgehalt eines Signals zu beschreiben.

Für gewöhnlich enthalten DMMs eine Tabelle für die Scheitelfaktorreduzierung, die bei allen Frequenzen anwendbar ist. Der vom Multimeter 34410A/11A angewendete Messalgorithmus ist nicht inhärent empfindlich für Scheitelfaktoren, weshalb eine solche Reduzierung (Derating) nicht erforderlich ist. Bei diesem Multimeter liegt, wie im vorhergehenden Abschnitt erläutert, der Schwerpunkt auf der Einschätzung des Hochfrequenzgehalts eines Signals, der sich oberhalb der Bandbreite des Multimeters bewegt.

Bei periodischen Signalen kann die Kombination von Scheitelfaktor und Folgefrequenz Hinweise auf den Hochfrequenzgehalt und den damit einhergehenden Messfehler geben. Der erste Nulldurchgang eines einfachen Impulses erfolgt bei:

$$f_1 = \frac{1}{t_p}$$

Indem Sie diesen Nulldurchgang als Funktion des Scheitelfaktors bestimmen, können Sie sich sofort eine Vorstellung von der Größenordnung des Hochfrequenzgehalts machen:

$$f_1 = CF^2 \cdot prf$$

4 Anleitung zur Durchführung von Messungen

Die folgende Tabelle zeigt typische Fehler bei verschiedenen Impulsformen als Funktion der Eingangsimpulsfrequenz:

Fehler bei Rechteck-/Dreieckswellen und Impulszügen für SF = 3, 5 und 10					
IFF	Rechteckwelle	Dreieckswelle	SF=3	SF=5	SF=10
200	-0,02 %	0,00 %	-0,04 %	-0,09 %	-0,34 %
1000	-0,07 %	0,00 %	-0,18 %	-0,44 %	-1,71 %
2000	-0,14 %	0,00 %	-0,34 %	-0,88 %	-3,52 %
5000	-0,34 %	0,00 %	-0,84 %	-2,29 %	-8,34 %
10000	-0,68 %	0,00 %	-1,75 %	-4,94 %	-26,00 %
20000	-1,28 %	0,00 %	-3,07 %	-8,20 %	-45,70 %
50000	-3,41 %	-0,04 %	-6,75 %	-32,0 %	-65,30 %
100000	-5,10 %	-0,12 %	-21,8 %	-50,6 %	-75,40 %

In dieser Tabelle ist für jede Signalform ein zusätzlicher Fehler angegeben, der zu dem betreffenden Wert zu addieren ist, den Sie der Tabelle zur Genauigkeit in Kapitel 5 entnehmen können.

Die Spezifikationen zum 34410A/11A gelten für $SF \leq 10$, *vorausgesetzt, der Energieanteil des Signals oberhalb der 300-kHz-Bandbreite für die Spannung bzw. der 10-kHz-Bandbreite für den Strom ist vernachlässigbar klein*. In den Spezifikationen ist die Multimeterleistung für $SF > 10$ und für den Fall eines signifikant hohen bandexternen Signalfrequenzgehalts nicht berücksichtigt.

Beispiel:

Ein Impulszug mit dem Effektivpegel $1 V_{\text{eff}}$ wird im 1-V-Bereich gemessen. Er hat Pulshöhen von 3 V (d. h. den Scheitelfaktor 3) und eine Dauer von $111 \mu\text{s}$. Die IFF (engl. prf) berechnet sich wie folgt zu 1000 Hz:

$$prf = \frac{1}{CF^2 \times t_p}$$

Daraus ergibt sich mit den Angaben aus obiger Tabelle: Dieses AC-Signal kann mit einem zusätzlichen Fehler von 0,18 Prozent gemessen werden.

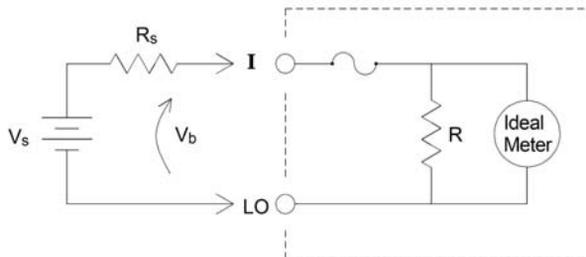
Sonstige wesentliche Messfunktionen

Fehler bei der Frequenz- und Periodenmessung

Das Multimeter wendet zur Frequenz- und Periodenmessung eine Technik aus Zählen und Reziprokwertbildung an. Mit dieser Methode wird eine konstante Messwertauflösung für jede beliebige Eingangsfrequenz erreicht. Die Wechselspannungsmessfunktion des Multimeters nimmt eine Konditionierung des Eingangssignals vor. Alle Frequenzzähler sind bei der Messung von Signalen mit niedrigem Spannungspegel und niedriger Frequenz anfällig für Fehler. Die Beeinträchtigungen durch Eigenrauschen und externe Rauschaufnahme (Einstreuungen) sind bei der Messung „langsamer“ Signale kritisch. Der daraus resultierende Fehler ist umgekehrt proportional zur Frequenz. Messfehler treten auch beim Versuch auf, die Frequenz (oder Periode) eines Eingangssignals zu messen, dem eine Änderung des DC-Offsets vorausging. Sie müssen dem Eingangs-DC-Blockkondensator des Multimeters Zeit geben, sich voll einzupegeln, bevor Sie mit der Frequenzmessung beginnen.

Gleichstrommessungen

Wenn Sie das Multimeter zur Strommessung mit einer Messschaltung in Reihe schalten, tritt ein Messfehler auf. Dieser Fehler wird durch den sich aus der Reihenschaltung ergebenden Spannungsabfall am Multimeter verursacht. Über dem Leitungswiderstand und dem Strom-Nebenschlusswiderstand des Multimeters wird, wie nachfolgend dargestellt, eine Spannung erzeugt.

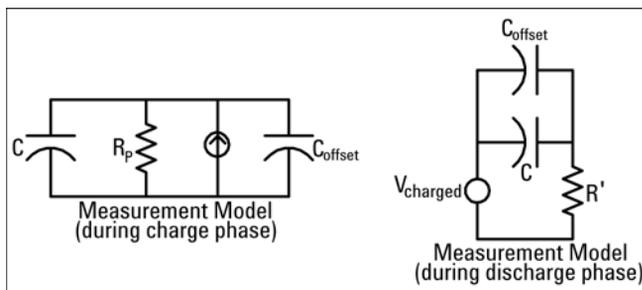


V_s = source voltage
 R_s = DUT source resistance
 V_b = multimeter burden voltage
 R = multimeter current shunt

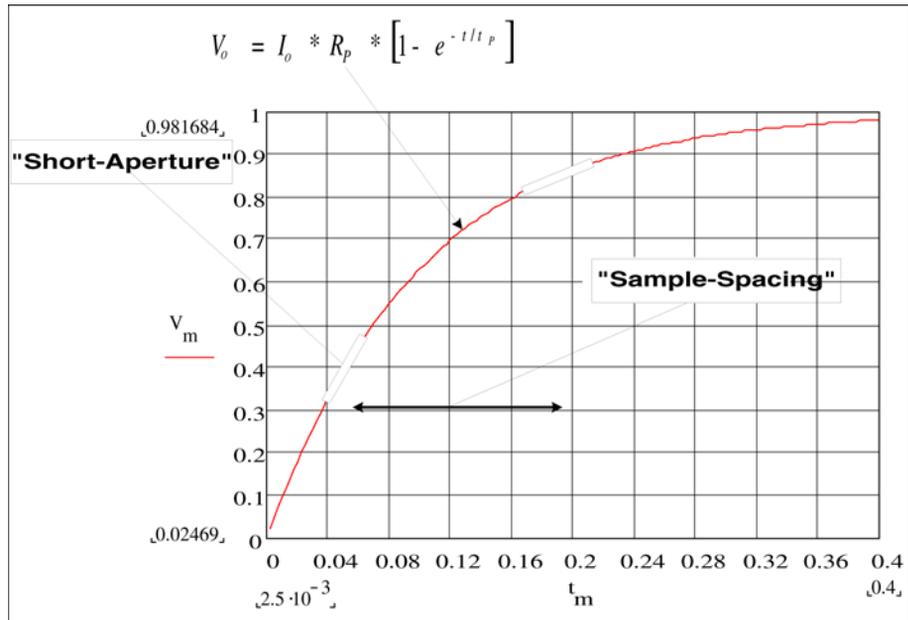
$$\text{Error (\%)} = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

Kapazitätsmessungen

Das Multimeter führt Kapazitätsmessungen aus, indem es den zu untersuchenden Kondensator mit einer bekannten Stromstärke beaufschlagt:



Das nachfolgende Diagramm zeigt die Kennlinie des Kondensators beim Aufladen:



Die Kapazität wird durch Messen der Spannungsänderung (ΔV) berechnet, die innerhalb einer „kurzen Aperturzeit“ (Δt) eintritt. Diese Messung wird zu zwei verschiedenen Zeiten während des exponentiellen Spannungsanstiegs wiederholt. Ein Algorithmus zieht die Daten aus diesen vier Punkten heran und berechnet mittels Linearisierung des exponentiellen Anstiegs über diese „kurzen Aperturzeiten“ einen genauen Wert für die Kapazität.

Der Messzyklus gliedert sich in zwei Phasen: die Aufladungsphase (siehe Diagramm) und die Entladungsphase. Die Zeitkonstante während der Entladungsphase ist aufgrund eines 100-k Ω -Schutzwiderstands in der Messanordnung länger. Die Zeitkonstante spielt eine wichtige Rolle für die resultierende Leserate (Messdauer).

Die Zeitstufen (bzw. Abtastzeiten) ebenso wie die Breiten der „kurzen Aperturzeiten“ werden, je nach Bereich, so variiert, dass Rauscheffekte minimiert und die Lesegenauigkeit erhöht werden. In der folgenden Tabelle sehen Sie eine

4 Anleitung zur Durchführung von Messungen

Auflistung der Stromamplituden, Spitzenspannungen und durchschnittlichen Gleichspannungen, die während der Messung am Kondensator aufgebaut werden.

Bereich	Stromquelle	Leserate bei voller Skala	Leserate bei 10 % der Vollskala	Angelegte Spannung	Gerund.DC-Messabweichung bei voller Skala
1 nF	500 nA	5/Sekunde	12/Sekunde	5 V	2 V
10 nF	1 μ A	5/Sekunde	24/Sekunde	5 V	2 V
100 nF	10 μ A	5/Sekunde	26/Sekunde	4 V	2 V
1 μ F	10 μ A	2/Sekunde	18/Sekunde	1,5 V	1 V
10 μ F	100 μ A	0,3/Sekunde	2,5/Sekunde	1,5 V	1 V

Diese Werte variieren alle nach Bereich. In manchen Fällen ist es wichtig, die Spitzenspannung über dem Kondensator zu steuern, etwa bei Messungen an größeren Elektrolytkondensatoren.

Die Messwerte für Kapazität und Verlustwiderstand beim Multimeter können von den mit einem LCR-Meter (LCR: Inductance/L, Capacitance, Resistance = Induktivität/L, Kapazität, Widerstand) ermittelten Werten abweichen. Dies geschieht, weil es sich hierbei im Wesentlichen um eine DC-Messmethode handelt, wohingegen bei LCR-Messungen angelegte Frequenzen aus dem Bereich von 100 Hz bis 100 kHz verwendet werden. In den meisten Fällen wird der Kondensator mit keiner der Methoden exakt bei seiner angelegten Frequenz gemessen.

Das 34410A/11A bietet von 1 nF bis 10 μ F fünf Bereiche für die Kapazität. Die über dem Kondensator aufgebaute Spannung, die gemessen wird, ist auf unter 10 V begrenzt. Die Messgenauigkeit des Multimeters schwankt um 0,4 % des Messwerts + 0,1 % des eingestellten Bereichs (ausgenommen der 1 nF-Bereich, bei dem die Messgenauigkeit um 0,5 % des Messwerts + 0,5 % des Bereichs schwankt).

Beispiel: Bei einem im 10 nF-Bereich gemessenen 5 nF-Kondensator kann sich ein Gesamtfehler von $(0,4\%)(5 \text{ nF}) + (0,1\%)(10 \text{ nF}) = 30 \text{ pF}$ ergeben.

Die bestmögliche Genauigkeit erzielen Sie, wenn Sie vor dem Anschließen der Tastköpfe über dem Kondensator bei geöffneten Tastköpfen eine Nullablesung vornehmen, um die Testleitungskapazität zu eliminieren.

Temperaturmessungen

Mit dem Multimeter lassen sich Temperaturmessungen durch Messen des temperaturempfindlichen Widerstands von zwei verschiedenen Instrumenten durchführen: dem Widerstands-Temperatur-Detektor (RTD) mit $0,0385\% / ^\circ\text{C}$ Empfindlichkeit und dem Thermistor mit $2,2\text{ K}\Omega$, $\text{K}\Omega$ oder $10\text{ K}\Omega$. Sie können unter vielen Messparametern und Techniken wählen, die wiederum verschiedene Aspekte der Messung beeinflussen:

- Temperaturbereich und Auflösung können den Ausschlag für die Wahl des Tastkopftyps geben.
- Die Messgenauigkeit hängt davon ab, ob die 4-Draht- oder 2-Draht-Mess-technik zur Anwendung kommt.
- Die Autokalibrierungsfunktion beeinflusst Messgeschwindigkeit und -genauigkeit.
- Die Integrationszeiteinstellung (Messdauer) wirkt sich auf die Messgenauigkeit und die Stärke der Unterdrückung von Netzeinstreuungen aus.
- Eliminieren Sie mittels Offset-Ausgleich Restspannungen im Messinstrumentarium oder in der Messschaltung.

Tastkopfoptionen

Bei *RTDs* ist in einem Bereich von rund -200 bis $500\text{ }^\circ\text{C}$ eine sehr genaue, nahezu lineare Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur gegeben. Da der RTD eine so hohe Linearität aufweist, ist der erforderliche Umrechnungsaufwand minimal. Das Multimeter ermöglicht Messungen mit RTDs nach IEC751-Standard mit einer Empfindlichkeit von $0,0385\% / ^\circ\text{C}$.

Thermistoren bestehen aus Halbleitermaterial und bieten ein etwa 10faches der Empfindlichkeit von RTDs. Da Thermistoren Halbleiter sind, ist deren Temperaturbereich etwas enger, er liegt in der Regel zwischen $-80\text{ }^\circ\text{C}$ und $150\text{ }^\circ\text{C}$. Bei Thermistoren ist die Beziehung zwischen Temperatur und Widerstand in hohem Maße nicht-linear, weshalb sie komplexe Umrechnungsalgorithmen erfordern. Bei den Agilent-Multimetern kommt die Hart-Steinhart-Standardnäherung zur Anwendung. Sie liefert genaue Umrechnungsergebnisse mit einer Auflösung von $0,08\text{ }^\circ\text{C}$.

2-Draht- und 4-Draht-Messungen im Vergleich

Ebenso wie bei der Widerstandsmessung bietet das 4-Draht-Verfahren auch bei der Temperaturmessung eine höhere Genauigkeit, da durch den Testleitungswiderstand bedingte Fehler ausgeschlossen sind. Den Einfluss des

Testleitungswiderstands auf die Messergebnisse können Sie aber auch mit der Nullfunktion des Multimeters eliminieren (*siehe „NULL-Einstellung“ auf Seite 133*).

Autokalibrierung

Wenn Sie die Autokalibrierungsfunktion aktivieren, erhalten Sie zwar genauere Messwerte, verlangsamen aber auch die Lesegeschwindigkeit, weil eine zusätzliche Messung (die Nullablesung) erfolgt.

Integration

Sie haben zwei Möglichkeiten, die im Rahmen der Messung abgetasteten Daten zu integrieren: über die Anzahl der Netzyklen (NPLCs) und über die Apertur.

Durch die *NPLCs* wird die Anzahl der Netzyklen für die Torsteuerung der Messung vorgegeben. Sie haben folgende Optionen für die NPLC: 0,001 und 0,002 (nur für Model 34411A) sowie 0,006, 0,06, 0,02, 0,2, 1, 2, 10 und 100.

Mit gebrochenen NPLC-Werten lässt sich die Messung beschleunigen, sie verliert aber an Genauigkeit. Wenn Sie den NPLC-Wert auf 1 oder mehr setzen, erzielen Sie nicht nur eine mit der Zeitmittelung einhergehende höhere Genauigkeit, sondern erreichen ferner, dass Netzleitungsstörungen unterdrückt werden (Gegentaktunterdrückung; engl. abgekürzt NMR). Generell gilt: je größer der NPLC-Integralwert, umso stärker die NMR.

Die *Apertur* ist die (in Sekunden gemessene) Zeitspanne, in der der A/D-Wandler des Multimeters das Eingangssignal für die Messung abtastet. Eine längere Aperturzeit erbringt eine höhere Auflösung, während eine kürzere Aperturzeit die Messung beschleunigt. Mit dieser Option haben Sie die Möglichkeit, unabhängig von der Netzfrequenz bestimmte Messperioden festzulegen. Für das 34410A stehen Werte im Bereich von 100 μs bis 1 s zur Wahl, für das 34411A im Bereich von 20 μs bis 1 s. Mit der Aperturoption ist *keine* Gegentaktstörunterdrückung möglich.

Offset-Ausgleich

Bei aktiviertem Offset-Ausgleich nimmt das Multimeter zunächst eine normale Temperaturmessung vor und ermittelt anschließend in einer zweiten Messung etwaige im Eingangsschaltkreis vorhandene Offset-Spannungen. Der Messwert, der dann auf dem Display erscheint, ist Offset-korrigiert. Bei aktiviertem Offset-Ausgleich verlangsamt sich die Messung.

NULL-Einstellung

Mit dem Multimeter haben Sie die Möglichkeit, für die Temperaturfunktion eine eigene Nulleinstellung zu speichern. Bei Nullablesungen ergibt sich jeder einzelne Messwert als Differenz aus einem gespeicherten Nullwert und dem Eingangssignal. Durch Anwendung der NULL-Funktion lässt sich u. a. die Genauigkeit bei der 2-Draht-Widerstandsmessung erhöhen. Dabei wird durch Kurzschließen der Testleitungen deren Widerstand gemessen und als Nullwert zugrunde gelegt.

Messungen mit hoher Leserate

AC-Messungen mit hoher Leserate durchführen

Für die Wechselspannungs- und Wechselstromfunktionen des Multimeters stehen drei Niederfrequenzfilter zur Verfügung. Mit diesen Filtern können Sie, indem Sie sich bei der kleinsten zu messenden Frequenz vorab festlegen, eine höhere Lesegeschwindigkeit erzielen. Der schnelle Filter (FAST) pendelt sich in 0,025 Sekunden ein und empfiehlt sich für Frequenzen über 200 Hz. Der mittelschnelle Filter (MEDIUM) pendelt sich in 0,625 Sekunden für die Spannungs- und in 0,25 Sekunden für die Strommessung ein und empfiehlt sich für Messungen über 20 Hz. Der langsame Filter (SLOW) pendelt sich in 2,5 Sekunden für die Spannungs- und in 1,66 Sekunden für die Strommessung ein und empfiehlt sich für Messungen über 3 Hz.

Unter Beachtung einiger weniger Punkte können Sie AC-Messungen mit einer Leserate von bis zu 500 Messwerten pro Sekunde durchführen. Schließen Sie Verzögerungen bei der Bereichswahl aus, indem Sie statt mit automatischer mit manueller Bereichswahl arbeiten. Wenn Sie die Triggerverzögerung auf 0 setzen, können Sie mit dem schnellen, mittelschnellen und langsamen (FAST, MEDIUM und SLOW) Filter bis zu 500, 150 und 50 Messwerte pro Sekunde erfassen. Dies geschieht allerdings mit reduzierter Genauigkeit, da sich der Filter möglicherweise nicht komplett einpendelt. Wenn sich die Pegel von einer Abtastung zur nächsten nicht wesentlich unterscheiden, fallen zwischen die einzelnen Ablesungen jeweils nur sehr kurze Einschwingzeiten. In diesem Sonderfall liefert der mittelschnelle Filter (MEDIUM) Ergebnisse von verminderter Genauigkeit mit einer Leserate von 20 Messwerten pro Sekunde, der schnelle (FAST) Ergebnisse von verminderter Genauigkeit mit einer Leserate von 200 Messwerten pro Sekunde.

Wechselstromfilter	Filterbandbreite	Einschwingzeit (Sek.)		Voll eingeschw. (Messw./Sek.)		Teilweise eingeschw.	Messw./Sek. maximal
		Wechselsp. sp.	Wechselstr. str.	Wechselsp. sp.	Wechselstr. str.		
Langsam	3 Hz	2,5	1,67	0,4	0,6	2	50
Mittel	20 Hz	0,63	0,25	1,6	4	20	150
Schnell	200 Hz	0,025	0,025	40	40	200	500

In Fällen, in denen die Pegel von einer Abtastung zur nächsten stark variieren, der DC-Offset-Pegel jedoch gleich bleibt, pendelt sich die Leserete, wie nachfolgend dargestellt, mit dem mittelschnellen Filter (MEDIUM) bei 2 bis 4 Messwerten pro Sekunde ein (je nach der Signalfrequenzkomponente mit dem niedrigsten Wert):

Leistung des mittelschnellen Filters	Leserate bei max. Genauigkeit gleich bleibender DC-Offset-Pegel			
	20 Hz	50 Hz	100 Hz	200 Hz
Frequenzkomponente mit niedrigstem Wert				
Wechselstrom (zuläss. Rate Messw./Sek.)	4	4	4	4
Wechselspannung (zuläss. Rate Messw./Sek.)	2	3	4	4

Bei der Wechselspannungsmessung kann sich die Einschwingzeit verlängern, wenn der DC-Pegel von einer Ablesung zur nächsten variiert. Die standardmäßigen Abtastverzögerungen sehen für alle Filter Pegeländerungen von bis zu 3 % des jeweiligen Bereichs vor. Wenn sich der DC-Pegel um einen größeren Prozentsatz ändert, fällt zusätzliche Einschwingzeit an. Die DC-Blockierschaltung des Multimeters hat eine konstante Einschwingzeit von 0,2 Sekunden. Diese Einschwingzeit beeinflusst die Messgenauigkeit nur dann, wenn der DC-Offset-Pegel von Abtastung zu Abtastung variiert. Wenn etwa bei einem Scanning-System die maximale Messgeschwindigkeit erwartet wird, empfiehlt es sich, den Kanälen, bei denen sehr hohe Gleichspannungswerte vorliegen, eine externe DC-Blockierschaltung hinzuzufügen. Eine solche Schaltung können ein einfacher elektrischer Widerstand und ein Kondensator sein.

Bei der Wechselstrommessung ist keine zusätzliche Einschwingzeit erforderlich, wenn der DC-Pegel von einer Ablesung zur nächsten variiert.

DC- und Widerstandsmessungen mit hoher Leserete durchführen

Das Multimeter verfügt über eine integrierte Autokalibrierungsfunktion (automatische Nulleinstellung), um interne Fehler auszuschalten, die auf thermoelektrisch verursachte EMF (elektromagnetische Felder) und Eingangsruhestrom (systematische Messabweichung) zurückzuführen sind. Bei jeder Messung erfolgt zuerst die Messung der Spannung an den Eingängen und anschließend die der internen Offset-Spannung. Eine erhöhte Genauigkeit wird durch Subtraktion des Fehlers, respektive der internen Offset-Spannung, von der Eingangsspannung erreicht. Dadurch werden temperaturbedingte Offset-Spannungen kompensiert. Um eine maximale Leserete zu erzielen, müssen Sie die Autokalibrierung ausschalten. Sie können dadurch die Lesegeschwindigkeit für die Gleichspannungs-, Widerstands- und Gleichstromfunktion mehr als verdoppeln. Auf andere Messfunktionen lässt sich die Autokalibrierung nicht anwenden.

Sonstige Messfehlerquellen

Einschwingzeiteffekte

Das Multimeter bietet die Möglichkeit, automatisch Einschwingzeiten in den Messvorgang einfügen zu lassen. Diese Verzögerungen sind für Widerstandsmessungen mit weniger als 200 pF Kapazität für Kabel und Gerät zusammen ausgelegt und sind besonders wichtig für das Messen von elektrischen Widerständen mit mehr als 100 kΩ. Die auf RC-Zeitkonstanteneffekte zurückzuführenden Einschwingzeiten können ziemlich lang sein. Für manche Präzisionswiderstände und Multifunktionskalibratoren werden zum Ausfiltern von Störströmen, die von deren internen Schaltkreisen induziert werden, große Parallelkondensatoren (1000 pF bis 0,1 μF) mit hohen Widerstandswerten verwendet. Ungünstige Kapazitäten in Kabeln und sonstigen Teilen können wegen der RC-Zeitkonstanten aufgrund von dielektrischen Verlusteffekten (Haltezeiten) zu unerwartet langen Einschwingzeiten führen. Fehler fließen beim Einschwingen nach dem erstmaligen Verbinden und nach einer Bereichsänderung in die Messung ein.

Fehler beim Laden (Wechselspannung)

Bei der Wechselspannungsfunktion verhält sich der Eingang des Multimeters wie ein 1-MΩ-Widerstand, der mit einer 100-pF-Kapazität parallel geschaltet ist. Auch die zum Anschließen der Signale an das Multimeter verwendete Verkabelung liefert einen Beitrag zu Kapazität und Ladung. Die nachfolgende Tabelle zeigt die ungefähren Eingangswiderstände des Multimeters bei verschiedenen Frequenzen.

Eingangsfrequenz	Eingangswiderstand
100 Hz	1 MΩ
1 kHz	850 kΩ
10 kHz	160 kΩ
100 kHz	16 kΩ

Bei niedrigen Frequenzen berechnet sich der Ladefehler nach folgender Formel:

$$\text{Error (\%)} = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ M}\Omega}$$

Bei hohen Frequenzen berechnet sich der zusätzliche Ladefehler nach folgender Formel:

$$\text{Error (\%)} = 100 \times \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2 \pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right]$$

R_s = source resistance

F = input frequency

C_{in} = input capacitance (100 pF) plus cable capacitance

Messungen unterhalb der Vollskala

Die genauesten AC-Messungen liefert das Multimeter bei oder nahe bei der Vollskala (bzw. beim Endwert) des gewählten Bereichs. Eine automatische Bereichswahl erfolgt bei 10 % (Unterbereich) und 120 % (Ober- bzw. Überbereich) der Vollskala. Damit haben Sie die Möglichkeit, einen Teil der Eingänge in einem bestimmten Bereich bei Vollskala und den weiteren Teil im nächsthöheren Bereich bei 10 % der Vollskala zu messen. In der Regel lässt sich im unteren Bereich eine höhere Genauigkeit erzielen. Die größtmögliche Genauigkeit erreichen Sie im untersten Bereich, den Sie manuell für die Messung einstellen können.

Fehler durch Eigenerwärmung infolge hoher Spannungen

Wenn Sie mehr als 300 V_{eff} anlegen, tritt in den internen Signalkonditionierungskomponenten des Multimeters ein Eigenerwärmungseffekt ein. Die daraus resultierenden Fehler wurden in die Spezifikationen des Multimeters aufgenommen.

Die Temperaturänderungen aufgrund der Eigenerwärmung im Inneren des Multimeters können einen zusätzlichen Fehler in anderen Wechselspannungsbereichen hervorrufen. Dieser Fehler ist kleiner als 0,02 % und verflüchtigt sich in wenigen Minuten.

Fehler bei der Wechselstrommessung (abfallende Spannung)

Bei Gleichstrom auftretende spannungsabfallbedingte Fehler sind auch bei der Wechselstrommessung zu berücksichtigen. Der Spannungsabfall bei der Wechselstrommessung ist allerdings wegen der Reiheninduktivität und der Messanschlüsse des Multimeters größer. Der Spannungsabfall nimmt mit steigen-

der Eingangsfrequenz zu. Bei manchen Schaltkreisen kann es bei der Strommessung aufgrund der Reiheninduktivität und der Messanschlüsse des Multimeters zur Oszillation kommen.

Messfehler infolge niedriger Pegel

Halten Sie sich beim Messen von Wechselspannungen unter 100 mV stets vor Augen, dass hier die Anfälligkeit für durch Fremdstörquellen verursachte Fehler besonders hoch ist. Eine ungeschützte Testleitung fungiert als Antenne und ein einwandfrei funktionsfähiges Multimeter misst die empfangenen Signale. Die Gesamtheit der Messanordnung, die Netzleitung eingeschlossen, hat die Eigenschaften einer Rahmenantenne. Der durch den Rahmen fließende Strom induziert über den mit dem Multimeteingang in Reihe geschalteten Impedanzwiderständen Fehlerspannungen. Aus diesem Grund sollten Sie dem Multimeter niedrige Wechselspannungspegel über abgeschirmte Kabel zuführen. Schließen Sie die Schirmung an den LO-Eingang an.

Sorgen Sie nach Möglichkeit dafür, dass das Multimeter und die Wechselspannungsquelle an dieselbe Netzsteckdose angeschlossen sind. Verkleinern Sie ferner die Oberfläche von Masseschleifen, die sich nicht vermeiden lassen, auf ein Minimum. Eine hochohmige Quelle ist für die Aufnahme von Rauschpegeln anfälliger als eine niederohmige. Die hochfrequente Impedanz einer Quelle können Sie reduzieren, indem Sie einen Kondensator mit den Eingängen des Multimeters parallel schalten. Möglicherweise müssen Sie den für Ihre Anordnung passenden Kondensator über Tests ermitteln.

Die meisten Fremdstörpegel haben, wie der Name sagt, nichts mit dem Eingangssignal zu tun. Der daraus resultierende Fehler berechnet sich wie folgt:

$$\text{Voltage Measured} = \sqrt{V_{\text{in}}^2 + \text{Noise}^2}$$

Mit dem Eingangssignal zusammenhängende Störpegel sind, wengleich selten, besonders schädlich für die Messung. Solche Störpegel addieren sich stets direkt auf das Eingangssignal. Ein typischer Fall ist die Messung von Signalen mit niedrigen Pegeln und derselben Frequenz wie die örtliche Netzleitung. Hier ist eine Anfälligkeit für diesen Fehler gegeben.

Gleichtaktfehler

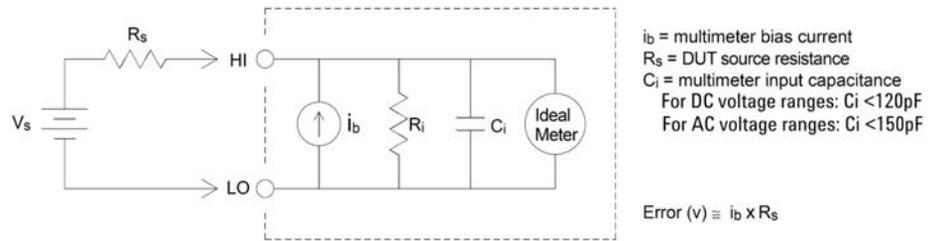
Wenn am LO-Eingang des Multimeters eine Wechselspannung relativ zur Erde anliegt, treten Fehler auf. Am häufigsten passiert es, dass unnötige Gleichtaktspannungen auftreten, wenn der Ausgang eines AC-Kalibrators an der Rückseite des Multimeters angeschlossen ist. Idealerweise liefert das Multimeter, unabhängig davon, wie die Quelle angeschlossen ist, dieselben Werte. Aber sowohl von der Quelle als auch vom Multimeter ausgehende Einflüsse können diesen Idealzustand beeinträchtigen. Wegen der zwischen dem LO-Eingang und der Erde bestehenden Kapazität (ungefähr 200 pF) erhält die Quelle eine Ladung, die abhängig davon, wie der Eingang appliziert wird, variiert. Die Größenordnung des Fehlers hängt davon ab, wie die Quelle auf diese Aufladung reagiert.

Die Messschaltung des Multimeters reagiert, auch wenn sie umfangreich geschirmt ist, wegen geringfügiger Unterschiede in der Streukapazität bezüglich der Erde anders, wenn der Signaleingang über die Rückseite erfolgt. Die Multimeterfehler sind bei hohen Spannungs- und hohen Frequenzeingängen am größten. Üblicherweise erfährt das Multimeter einen zusätzlichen Fehler von ungefähr 0,06 %, wenn ein Signal mit 100 V, 100 kHz an einem rückwärtigen Eingang ankommt. Die Fehler bei AC-Gleichtaktspannungen lassen sich minimieren, indem Sie die im Zusammenhang mit den DC-Gleichtaktproblemen beschriebenen Erdungstechniken anwenden.

Kriechstromfehler

Bei nicht geschlossenen Anschlussschaltkreisen steigt die Eingangskapazität des Multimeters aufgrund des Eingangsruhestroms an (sofern der Eingangswiderstand $>10 \text{ G}\Omega$ ist). Die Messschaltung des Multimeters erfährt bei einer Umgebungstemperatur von $0 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $30 \text{ }^\circ\text{C}$ einen Eingangsruhestrom von ca. 30 pA. Bei einer Umgebungstemperatur von über $30 \text{ }^\circ\text{C}$ verdoppelt sich der Eingangsruhestrom mit jeder weiteren Temperaturänderung um $8 \text{ }^\circ\text{C}$. Dieser Strom induziert kleine Offset-Spannungen, die vom Quellwiderstand des Testobjekts abhängen. Dieser Effekt wird offenkundig, wenn der Quellwiderstand größer als $100 \text{ k}\Omega$ ist oder die Betriebstemperatur des Multimeters deutlich über $30 \text{ }^\circ\text{C}$ beträgt.

4 Anleitung zur Durchführung von Messungen





5 Specifications

DC Characteristics	143
AC Characteristics	146
Frequency and Period Characteristics	148
Capacitance Characteristics	150
Temperature Characteristics	150
Additional 34411A Specifications	151
Measurement and System Speeds	152
General Specifications	154
Dimensions	156
To Calculate Total Measurement Error	157
Interpreting Accuracy Specifications	159
Configuring for Highest Accuracy Measurements	160



These specifications apply when using the 34410A/11A multimeter in an environment that is *free* of electromagnetic interference and electrostatic charge.

When using the multimeter in an environment where electromagnetic interference or significant electrostatic charge *is* present, measurement accuracy may be reduced. *Particularly note:*

- The voltage measurement probes are not shielded and can act as antennas, causing electromagnetic interference to be added to the signal being measured.
- Electrostatic discharges of 4000 V or greater may cause the multimeter to temporarily stop responding, resulting in a lost or erroneous reading.

NOTE

The specifications on the following pages are valid for Agilent 34410A or 34411A multimeters with firmware revision 2.05, or later, installed.

Specifications are subject to change without notice. For the latest specifications, see the product datasheet on the Web. Firmware updates may also be available on the Web. Start at either product page:

www.agilent.com/find/34410A

www.agilent.com/find/34411A

*This ISM device complies with Canadian ICES-001.
Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001
du Canada.*



DC Characteristics

Accuracy Specifications (% of reading + % of range)^[1]

Function	Range ^[3]	Test Current or Burden Voltage	24 Hour ^[2] T _{CAL} ± 1 °C	90 Day T _{CAL} ± 5 °C	1 Year T _{CAL} ± 5 °C	Temperature Coefficient 0 °C to (T _{CAL} - 5 °C) (T _{CAL} + 5 °C) to 55 °C
DC	100.0000 mV		0.0030+0.0030	0.0040+0.0035	0.0050+0.0035	0.0005+0.0005
	1.000000 V		0.0020+0.0006	0.0030+0.0007	0.0035+0.0007	0.0005+0.0001
	10.00000 V		0.0015+0.0004	0.0020+0.0005	0.0030+0.0005	0.0005+0.0001
	100.0000 V		0.0020+0.0006	0.0035+0.0006	0.0040+0.0006	0.0005+0.0001
	1000.000 V ^[5]		0.0020+0.0006	0.0035+0.0006	0.0040+0.0006	0.0005+0.0001
Resistance^[4]	100.0000 Ω	1 mA Current Source	0.0030+0.0030	0.008+0.004	0.010+0.004	0.0006+0.0005
	1.000000 KΩ	1 mA	0.0020+0.0005	0.007+0.001	0.010+0.001	0.0006+0.0001
	10.00000 KΩ	100 μA	0.0020+0.0005	0.007+0.001	0.010+0.001	0.0006+0.0001
	100.0000 KΩ	10 μA	0.0020+0.0005	0.007+0.001	0.010+0.001	0.0006+0.0001
	1.000000 MΩ	5.0 μA	0.0020+0.0010	0.010+0.001	0.012+0.001	0.0010+0.0002
	10.00000 MΩ	500 nA	0.0100+0.0010	0.030+0.001	0.040+0.001	0.0030+0.0004
	100.0000 MΩ	500 nA 10 MΩ	0.200+0.001	0.600+0.001	0.800+0.001	0.1000+0.0001
1000.000 MΩ	500 nA 10 MΩ	2.000+0.001	6.000+0.001	8.000+0.001	1.0000+0.0001	
DC Current	100.0000 μA	<0.03 V Burden V	0.010+0.020	0.040+0.025	0.050+0.025	0.0020+0.0030
	1.000000 mA	<0.3 V	0.007+0.006	0.030+0.006	0.050+0.006	0.0020+0.0005
	10.00000 mA	<0.03 V	0.007+0.020	0.030+0.020	0.050+0.020	0.0020+0.0020
	100.0000 mA	<0.3 V	0.010+0.004	0.030+0.005	0.050+0.005	0.0020+0.0005
	1.000000 A	<0.80 V	0.050+0.006	0.080+0.010	0.100+0.010	0.0050+0.0010
	3.00000 A	<2.0 V	0.100+0.020	0.120+0.020	0.150+0.020	0.0050+0.0020
Continuity	1000 Ohms	1 mA Test Current	0.002+0.010	0.008+0.020	0.010+0.020	0.0010+0.0020
Diode Test	1.0000 V ^[6]	1 mA Test Current	0.002+0.010	0.008+0.020	0.010+0.020	0.0010+0.0020

[1] Specifications are for 90 minute warm-up and integration setting of 100 NPLC.

For <100 NPLC, add the appropriate "RMS Noise Adder" from the table on the following page.

[2] Relative to calibration standards.

[3] 20% overrange on all ranges, except 1000 Vdc, 3 A range.

[4] Specifications are for 4-wire ohms function, or 2-wire ohms using Math Null. Without Math Null, add 0.2 Ω additional error in 2-wire ohms function.

[5] For each additional volt over ± 500 VDC add 0.02 mV of error.

[6] Accuracy specifications are for the voltage measured at the input terminals only. 1 mA test current is typical. Variation in the current source will create some variation in the voltage drop across a diode junction.

5 Specifications

Performance Versus Integration Time – 60Hz (50Hz) Power line frequency

Integration Time Number of Power Line Cycles (NPLC)	Resolution ppm Range ^[1]	NMR db ^[2]	Readings / Second ^[3]	RMS Noise Adder % range ^[4]		
				DCV 10, 1000 V	DCV 1, 100 V Resistance 1K, 10K ohm	DCV 0.1 V Resistance 100 ohm DCI 1 amp
0.001 ^[6]	30	0	50,000	0.0060	0.0100	0.1000
0.002 ^[6]	15	0	25,000	0.0030	0.0060	0.0600
0.006	6	0	10,000	0.0012	0.0040	0.0600
0.02	3	0	3000	0.0006	0.0030	0.0300
0.06	1.5	0	1000	0.0003	0.0020	0.0200
0.2	0.7	0	300	0.0002	0.0015	0.0150
1	0.3	55	60(50)	0.0	0.0001	0.0010
2	0.2	110 ^[5]	30(25)	0.0	0.0001	0.0010
10	0.1	110 ^[5]	6(5)	0.0	0.0	0.0005
100	0.03	110 ^[5]	0.6(0.5)	0.0	0.0	0.0

[1] Resolution is defined as the typical 10 VDC range RMS noise.

[2] Normal mode rejection for power-line frequency $\pm 0.1\%$.

[3] Maximum rate for DCV, DCI, and 2-Wire resistance functions (using zero settling delay, autozero off, etc.).

[4] Autozero on for $\Rightarrow 1$ NPLC.

Basic dc accuracy specifications (previous page) include RMS noise at 100 NPLC.

For <100 NPLC, add appropriate "RMS Noise Adder" to basic accuracy specification.

[5] For power-line frequency $\pm 1\%$ 75 dB and for $\pm 3\%$ 55 dB.

[6] Only for 34411A.

Transfer Accuracy (Typical)

All DC volts, <0.12 A DC Current, < 1.2 M Ω : (24 hour % of range error) / 2)

All other DC current and resistance: (24 hour % of range error + % of reading)/2

Conditions: - Within 10 minutes and ± 0.5 °C

- Within $\pm 10\%$ of initial value.

- Following a 2-hour warm-up.

- Fixed range.

- Using ≥ 10 NPLC.

- Measurements are made using accepted metrology practices.

DC Voltage

Measurement Method:	Continuously integrating multi-slope IV
10 VDC Linearity:	0.0002% of reading + 0.0001% of range
Input Resistance:	
0.1 V, 1 V, 10 V Ranges	Selectable 10 M Ω or >10 G Ω (For these ranges, inputs beyond ± 17 V are clamped through 100 k Ω)
typical)	
100 V, 1000 V Ranges	10 M Ω $\pm 1\%$
Input Bias Current:	< 50 pA at 25 °C
Input Terminals:	Copper alloy
Input Protection:	1000 V
DC CMRR	140 dB for 1 k Ω unbalance in LO lead. ± 500 VDC maximum

Resistance

Measurement Method:	Selectable 4-wire or 2-wire ohms.
Max. Lead Resistance (4-wire ohms)	10% of range per lead for 100 Ω , 1 k Ω ranges. 1 k Ω per lead on all other ranges
Input Protection:	1000 V on all ranges
Offset Compensation:	Selectable on the 100 Ω , 1 k Ω , and 10 k Ω ranges

DC Current

Shunt Resistor:	0.1 Ω for 1 A, 3 A. 2 Ω for 10 mA, 100 mA. 200 Ω for 100 μ A, 1 mA.
Input Protection:	Externally accessible 3 A, 250 V fuse

Continuity / Diode Test

Response Time:	300 samples / sec with audible tone
Continuity Threshold:	Fixed at 10 Ω

Autozero OFF Operation (Typical)

Following instrument warm-up at a stable ambient temperature ± 1 °C and <5 minutes.
Add 0.0002% of range + 2 μ V for DCV or + 2 m Ω for resistance.

Settling Considerations

Reading settling times are affected by source impedance, cable dielectric characteristics, and input signal changes. Default delays are selected to give first reading right for most measurements.

Measurement Considerations

Agilent recommends the use of high-impedance, low-dielectric absorption wire insulation for these measurements.

AC Characteristics

Accuracy Specifications (% of reading + % of range) ^[1]

Function	Range ^[3]	Frequency Range	24 Hour ^[2] T _{CAL} ± 1 °C	90 Day T _{CAL} ± 5 °C	1 Year T _{CAL} ± 5 °C	Temperature Coefficient 0 °C to (T _{CAL} – 5 °C) (T _{CAL} + 5 °C) to 55 °C
True RMS AC Voltage ^[4]	100.0000 mV to 750.000 V	3 Hz – 5 Hz	0.50 + 0.02	0.50 + 0.03	0.50 + 0.03	0.010 + 0.003
		5 Hz – 10 Hz	0.10 + 0.02	0.10 + 0.03	0.10 + 0.03	0.008 + 0.003
	750.000 V	10 Hz – 20 kHz	0.02 + 0.02	0.05 + 0.03	0.06 + 0.03	0.005 + 0.003
		20 kHz – 50 kHz	0.05 + 0.04	0.09 + 0.05	0.10 + 0.05	0.010 + 0.005
		50 kHz – 100 kHz	0.20 + 0.08	0.30 + 0.08	0.40 + 0.08	0.020 + 0.008
		100 kHz – 300 kHz	1.00 + 0.50	1.20 + 0.50	1.20 + 0.50	0.120 + 0.020
True RMS AC Current ^[5]	100.0000µA to 3.00000A	3 Hz – 5 kHz	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.015 + 0.006
		5 kHz – 10 kHz	0.20 + 0.04	0.20 + 0.04	0.20 + 0.04	0.030 + 0.006

[1] Specifications are for 90 minute warm-up, slow ac filter, sinewave.

[2] Relative to calibration standards.

[3] 20% overrange on all ranges, except 750 Vac, 3 A range.

[4] Specifications are for sinewave input >0.3% of range and > 1mVrms.

Add 30 µV error to AC voltage specification for frequencies < 1kHz.

750 VAC range limited to 8 x 10⁷ Volt-Hz.

750 VAC range add 0.7 mV of error for each additional volt over 300 VAC.

[5] Specifications are for sinewave input >1% of range and > 10 µArms.

Specifications for the 100 µA, 1 mA, 1 A and 3 A ranges are *typical* for frequencies above 5 kHz.

For the 3 A range (all frequencies) add 0.05% of reading + 0.02% of range to listed specifications.

Low Frequency Performance

Three filter settings are available: 3 Hz, 20 Hz, 200Hz.

Frequencies greater than these filter settings are specified with no additional errors.

AC Current Burden Voltage

ACI Ranges	Voltage
100.0000 µA	<0.03 V
1.000000 mA	<0.3 V
10.00000 mA	<0.03 V
100.0000 mA	<0.3 V
1.000000 A	<0.8 V
3.00000 A	<2.0 V

Voltage Transfer Accuracy (typical)

Frequency	Error
10 Hz to 300 kHz	(24 hour % of range + % of reading)/5
Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> - Sinewave input only using slow filter. - Within 10 minutes and ± 0.5 °C. - Within $\pm 10\%$ of initial voltage and $\pm 1\%$ of initial frequency. - Following a 2-hour warm-up. - Fixed range between 10% and 100% of full scale (and <120 V). - Measurements are made using accepted metrology practices

True RMS AC Voltage

Measurement Type	AC-coupled True RMS. Measures the AC component of the input.
Measurement Method:	Digital sampling with anti-alias filter.
AC Common Mode Rejection	70 dB For 1 k Ω unbalanced in LO lead and <60 Hz. ± 500 V peak maximum.
Maximum Input:	400 Vdc, 1100 Vpeak
Input Impedance:	1 M Ω \pm 2%, in parallel with <150 pF
Input Protection:	750 V rms all ranges

True RMS AC Current

Measurement Type:	Directly coupled to the fuse and shunt. AC-coupled True RMS measurement (measure the AC component only).
Measurement Method:	Digital sampling with anti-alias filter.
Maximum Input:	The peak value of the DC + AC current must be <300% of range. The RMS current <3 A including the DC current content.
Shunt Resistor:	0.1 Ω for 1A, 3A, 2 Ω for 10 mA 100 mA, 200 Ω for 100 μ A, 1 mA
Input Protection:	Externally accessible 3A, 250 V fuse

Crest Factor and Peak Input

Crest Factor:	For <10:1 errors included. Limited by peak input and 300 kHz bandwidth.
Peak Input:	300% of Range. Limited by maximum input
Overload Ranging	Will select higher range if peak input overload is detected during auto range. Overload is reported in manual ranging.

Settling Considerations

Default delays are selected to give first reading right for most measurements. The input blocking RC time constant must be allowed to fully settle before the most accurate measurements are possible

Frequency and Period Characteristics

Accuracy Specifications (% of reading) ^[1, 3]

Function	Range	Frequency Range	24 Hour ^[2] $T_{CAL} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	90 Day $T_{CAL} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 Year $T_{CAL} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Temperature Coefficient 0 °C to ($T_{CAL} - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) ($T_{CAL} + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) to 55 °C
Frequency Period	100 mV	3 Hz – 5 Hz	0.07	0.07	0.07	0.005
	to	5 Hz – 10 Hz	0.04	0.04	0.04	0.005
	750 V	10 Hz – 40 Hz	0.02	0.02	0.02	0.001
		40 Hz – 300 kHz	0.005	0.006	0.007	0.001

Additional Errors (% of reading) ^[3]

Frequency	Aperture (resolution / range)			
	1 Second (0.1 ppm)	0.1 Second (1 ppm)	0.01 Second (10 ppm)	0.001 Second (100 ppm)
3 Hz – 5 Hz	0	0.11	0.11	0.11
5 Hz – 10 Hz	0	0.14	0.14	0.14
10 Hz – 40 Hz	0	0.16	0.16	0.16
40 Hz – 300 kHz	0	0.045	0.17	0.17

[1] Specifications are for 90 minute warm-up, using 1 second aperture.

[2] Relative to calibration standards.

[3] For AC input voltages 10% to 120% of range except where noted. 750 V range limited to 750 Vrms. 100 mV range specifications are for full scale or greater inputs. For inputs from 10 mV to 100 mV, multiply total % of reading error by 10.

Transfer Accuracy (typical) 0.0003% of reading

Conditions:

- Within 10 minutes and $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Within $\pm 10\%$ of initial voltage and $\pm 1\%$ of initial frequency.
- Following a 2-hour warm-up.
- For inputs $> 1\text{ kHz}$ and $> 100\text{ mV}$
- Using 1 second gate time
- Measurements are made using accepted metrology practices.

Frequency and Period

Measurement Type:	Reciprocal-counting technique. AC-coupled input using the AC voltage measurement function.
Input Impedance:	1 M Ω \pm 2%, in parallel with <150 pF
Input Protection:	750 V rms all ranges

Measurement Considerations

All frequency counters are susceptible to error when measuring low-voltage, low-frequency signals. Shielding inputs from external noise pickup is critical for minimizing measurement errors.

Settling Considerations

Errors will occur when attempting to measure the frequency or period of an input following a dc offset voltage change. The input blocking RC time constant must be allowed to fully settle (up to 1 sec.) before the most accurate measurements are possible.

Capacitance Characteristics

Accuracy Specifications (% of reading + % of range) ^[1]

Function	Range [2]	Test Current	1 Year $T_{CAL} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Temperature Coefficient 0 °C to ($T_{CAL} - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) ($T_{CAL} + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) to 55 °C
Capacitance	1 nF	500 nA	0.50 + 0.50	0.05 + 0.05
	10 nF	1 μA	0.40 + 0.10	0.05 + 0.01
	100 nF	10 μA	0.40 + 0.10	0.01 + 0.01
	1 μF	100 μA	0.40 + 0.10	0.01 + 0.01
	10 μF	1 mA	0.40 + 0.10	0.01 + 0.01

[1] Specifications are for 90 minute warm-up using Math Null. Additional errors may occur for non-film capacitors.

[2] Specifications are for 1% to 120% of range on the 1 nF range and 10% to 120% of range on all other ranges.

Capacitance

Measurement Type: Current input with measurement of resulting ramp.

Connection Type: 2 Wire

Temperature Characteristics

Accuracy Specifications ^[1]

Function	Probe Type	R_o	Best Range	1 Year $T_{CAL} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Temperature Coefficient 0 °C to ($T_{CAL} - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) ($T_{CAL} + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) to 55 °C
Temperature	RTD	from 49 Ω to 2.1 k Ω	-200 °C to 600 °C	0.06 °C	0.003 °C
	Thermistor	N/A	-80 °C to 150 °C	0.08 °C	0.002 °C

[1] For total measurement accuracy, add temperature *probe error*

Examples (RTD probe, *measurement within "Best Range"*):

1.) *Meter within $T_{CAL} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$:* Error = 0.06 °C + *probe error*

2.) *Meter at $T_{CAL} + 10\text{ }^{\circ}\text{C}$:* Error = 0.06 °C + (5 x 0.003 °C) + *probe error* = 0.075 °C + *probe error*

Additional 34411A Specifications

Resolution	See table on page 144
Overall Bandwidth, DCV and DCI	15 kHz typical @ 20 μ s aperture (–3 dB)
Triggering	Pre or Post, Internal or External, Positive or Negative
Timebase Resolution	19.9524 μ s, 0.01% accuracy
Trigger Jitter	2 μ s(p-p), 20 μ s(p-p) when pre-triggered
External Trigger Latency	< 3 μ s
Internal Trigger Level Accuracy	1% of range

Spurious-Free Dynamic Range and SNDR

Function	Range	Spurious-Free Dynamic Range	Signal to Noise Distortion Ratio (SNDR)
DCV	100.0000 mV	–55 dB	40 dB
	1.000000 V	–75 dB	60 dB
	10.00000 V ^[1]	–70 dB	65 dB
	100.0000 V	–75 dB	60 dB
	1000.000 V	–60 dB	55 dB
DCI	100.0000 μ A ^[2]	–50 dB	38 dB
	1.000000 mA	–65 dB	50 dB
	10.00000 mA	–45 dB	38 dB
	100.0000 mA	–65 dB	50 dB
	1.000000 A	–65 dB	55 dB
	3.00000 A	–70 dB	55 dB

[1] 10 V range specifications are valid for signals $2 \text{ V(p-p)} < x(t) < 16 \text{ V(p-p)}$

[2] 100 μ A range specifications are valid for signals $28.8 \text{ } \mu\text{A(p-p)} < x(t) < 200 \text{ } \mu\text{A(p-p)}$

Measurement and System Speeds

DMM Measurements Speeds

Function	Resolution (NPLC)	Direct I/O Measurements ^[1] Single Reading – Measure and I/O Time				Measurement Into Memory (Readings/Sec) (VM Complete)
		GPIB Sec	USB 2.0 Sec	LAN (VXI-11) Sec	LAN (Sockets) Sec	
DCV (10 V Range)	0.001 ^[2]	0.0026	0.0029	0.0046	0.0032	50000
	0.006	0.0026	0.0029	0.0046	0.0032	10000
	0.06	0.0031	0.0032	0.0047	0.0040	1000
	1	0.0190	0.0190	0.0200	0.0190	60
ACV (10 V Range)	Slow Filter	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	50
	Medium Filter	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	150
	Fast Filter	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	500
2–Wire Ω (10 kΩ Range)	0.001 ^[2]	0.0026	0.0029	0.0046	0.0032	50000
	0.006	0.0026	0.0029	0.0046	0.0032	10000
	0.06	0.0031	0.0032	0.0047	0.0040	1000
	1	0.0190	0.0190	0.0200	0.0190	60
4–wire Ω (10 kΩ Range)	0.001 ^[2]	0.0054	0.0040	0.0045	0.0056	1500
	0.006	0.0054	0.0040	0.0045	0.0056	1200
	0.06	0.0074	0.0078	0.0078	0.0074	380
	1	0.0390	0.0390	0.0390	0.0390	30
Frequency 1 KHz, 10 V Range Fast Filter	1 ms Gate	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	500
	10 mS Gate	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	80
	100 mS Gate	0.1150	0.1150	0.1130	0.1130	10
	1 S Gate	1.0200	1.0200	1.0200	1.0200	1
Capacitance (100 nF Range)		0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	11

[1] Typical. Display off, ½ scale input signal, immediate trigger, trigger delay 0, autozero off, autorange off, no math, 60 Hz line, null off, sample count 1, trig count 1, one interface enabled.

[2] 0.001 PLC applies to 34411A only.

Direct I/O Measurements ^[1] (any remote interface)

Sustained maximum reading rate to I/O, 32-bit BINARY data ("SAMP:COUN 50000::R?")

Function	Resolution (NPLC)	rdgs/Sec
DCV	0.001	50000 (34411A only)
	0.006	10000
ACV	Fast Filter	500
2-Wire Ω	0.001	50000 (34411A only)
	0.006	10000
4-Wire Ω	0.001	1500 (34411A only)
	0.006	1200
Frequency/Period (1 k rdgs)	1 mS gate, fast filter	450
Capacitance (100 rdgs)		10

[1] ½ scale input signal, immediate trigger, trigger delay 0, autozero off, autorange off, no math, 60 Hz line, null off, sample count 50000, trigger count INF

System Speeds**General**

	Configuration ^[1] (Sec)	Auto Range ^[2] (Sec)	Maximum External Trigger Rate ^[3]	Maximum Internal Trigger Rate ^[3]
DCV	0.022	0.0075	5000 / S	10000 / S
ACV	0.037	0.019	500 / S	500 / S
2-Wire Ω	0.022	0.0075	5000 / S	10000 / S
Frequency/Period	0.037	0.019	500 / S	500 / S

[1] Time for configuration change from 2-wire ohms to listed function (or from dc volts to 2-wire ohms) using appropriate FUNction command.

[2] Time to automatically change one range and be ready for new measurement, <=10V, <=10Mohm.

[3] Readings to memory.

Range Change

	GPIB ^[1] Sec	USB 2.0 ^[1] Sec	LAN (VXI-11) ^[1] Sec	LAN (Sockets) ^[1] Sec
DCV	0.0026	0.0035	0.0039	0.0039
ACV	0.0064	0.0064	0.0096	0.0065
2-Wire Ω	0.0026	0.0038	0.0039	0.0039
Frequency/Period	0.0064	0.0064	0.0093	0.0065

[1] Time to change from one range to next higher or lower range, <=10V, <=10Mohm.

Data From Memory

Maximum reading rate out of memory
 (Sample count 50000, trigger count 1, "FETC?" or "R?")

Readings	GPIB rdg/Sec	USB 2.0 rdg/Sec	LAN (VXI-11) rgs/Sec	LAN (Sockets) rdg/Sec
ASCII	4000	8500	7000	8500
4-byte Binary	89,000	265,000	110,000	270,000
8-byte Binary	47,000	154,000	60,000	160,000

General Specifications

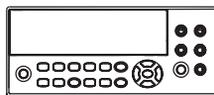
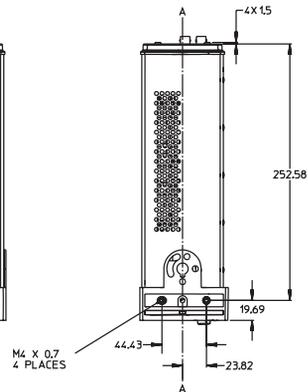
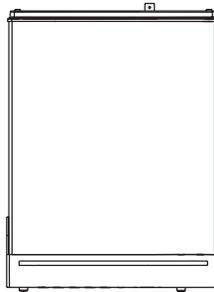
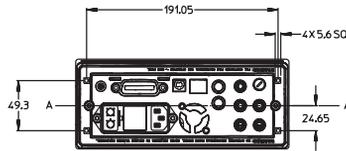
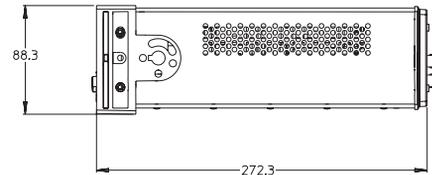
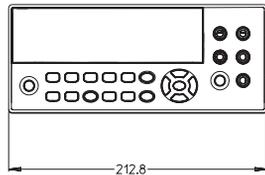
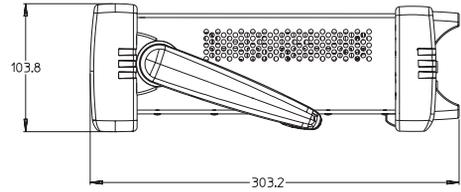
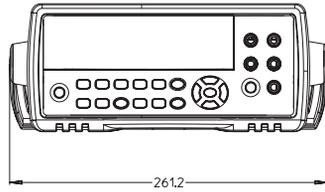
Power Supply:	100V/120V/ 220V / 240V ± 10%
Power Line Frequency:	50–60 Hz ± 10%, 400 Hz ± 10%. Automatically sensed at power–on, 400 Hz defaults to 50Hz.
Power Consumption:	25 VA peak (16 W average)
Operating Environment:	Full accuracy for 0 °C to 55 °C Full accuracy to 80% R.H. at 40 °C Non–condensing
Storage Temperature	–40 °C to 70 °C
Operating Altitude	Up to 3000m
Rack Dimensions (WxHxD):	212.8mm x 88.3mm x 272.3mm
Bench Dimensions (WxHxD):	261.2mm x 103.8mm x 303.2mm
Weight:	3.72 kg (8.2 lbs)
Safety:	IEC 61010-1 EN 61010-1 UL 61010-1 CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 Refer to Declaration of Conformity for current revisions. Measurement CAT II 300V, CAT I 1000V Pollution Degree 2
EMC:	IEC 61326 EN 61326 CISPR 11 ICES-001 AS/NZS 2064.1 Refer to Declaration of Conformity for current revisions.
Acoustic Noise	37 dBa
Display:	Dual–line, 17–segment vacuum florescent display
State Storage Memory	Power Off state automatically saved, 4 User Configurable Stored States
Remote Interfaces	GPIB IEEE–488, 10/100Mbit LAN, USB 2.0 Standard

Language	SCPI – 1994.0, IEEE–488.2
LXI Compliance	LXI Class C, Version 1.0
Warm-up Time	90 minutes

Triggering and Memory

Reading Hold Sensitivity:	1% of reading
Samples per Trigger:	1 to 50,000 (<i>34410A</i>)
	1 to 1,000,000 (<i>34411A</i>)
Trigger Delay:	0 to 3600 sec (20 μ s step size)
External Trigger	Low-power TTL compatible input programmable edge triggered
Delay:	< 1 μ s
Jitter:	< 1 μ s
Max rate	up to 5 kHz
Min Pulsewidth	1 μ s
Voltmeter Complete	3 V Logic output
Polarity	Programmable edge pulse
Pulsewidth	Approximately 2 μ s
Non-volatile Memory	50,000 reading
Sample Timer	
Range	Up to 3600 sec in 20 μ s steps
Jitter	< 100 ns

Dimensions



All dimensions are shown in millimeters

To Calculate Total Measurement Error

The multimeter's accuracy specifications are expressed in the form: (% of reading + % of range). In addition to the reading error and range error, you may need to add additional errors for certain operating conditions. Check the list below to make sure you include all measurement errors for a given function. Also, make sure you apply the conditions as described in the footnotes on the specification pages.

- If you are operating the multimeter outside the temperature range specified, apply an additional temperature coefficient error.
- For dc voltage, dc current, and resistance measurements, you may need to apply an additional reading speed error or autozero OFF error.
- For ac voltage and ac current measurements, you may need to apply an additional low frequency error or crest factor error.

Understanding the " % of reading " Error The reading error compensates for inaccuracies that result from the function and range you select, as well as the input signal level. The reading error varies according to the input level on the selected range. This error is expressed in percent of reading. The following table shows the reading error applied to the multimeter's 24-hour dc voltage specification.

Range	Input Level	Reading Error (% of reading)	Reading Error (Voltage)
10 VDC	10 VDC	0.0015	$\pm 150 \mu\text{V}$
10 VDC	1 VDC	0.0015	$\pm 15 \mu\text{V}$
10 VDC	0.1 VDC	0.0015	$\pm 1.5 \mu\text{V}$

Understanding the " % of range " Error The range error compensates for inaccuracies that result from the function and range you select. The range error contributes a constant error, expressed as a percent of range, independent of the input signal level. The following table shows the range error applied to the multimeter's 24-hour dc voltage specification.

Range	Input Level	Range Error (% of range)	Range Error (Voltage)
10 VDC	10 VDC	0.0004	±40 μ V
10 VDC	1 VDC	0.0004	±40 μ V
10 VDC	0.1 VDC	0.0004	±40 μ V

Total Measurement Error To compute the total measurement error, add the reading error and range error. You can then convert the total measurement error to a "percent of input" error or a "ppm (parts-per-million) of input" error as shown below.

$$\% \text{ of input error} = \frac{\text{Total Measurement Error}}{\text{Input Signal Level}} \times 100$$

$$\text{ppm of input error} = \frac{\text{Total Measurement Error}}{\text{Input Signal Level}} \times 1,000,000$$

Error Example Assume that a 5 VDC signal is input to the multimeter on the 10 V range. Compute the total measurement error using the 90-day accuracy specifications: ± (0.0020% of reading + 0.0005% of range).

$$\text{Reading Error} = 0.0020\% \times 5 \text{ VDC} = 100 \mu\text{V}$$

$$\text{Range Error} = 0.0005\% \times 10 \text{ VDC} = 50 \mu\text{V}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Error} &= 100 \mu\text{V} + 50 \mu\text{V} &&= \pm 150 \mu\text{V} \\ &&&= \pm 0.003\% \text{ of } 5 \text{ VDC} \\ &&&= \pm 30 \text{ ppm of } 5 \text{ VDC} \end{aligned}$$

Interpreting Accuracy Specifications

Transfer Accuracy

Transfer accuracy refers to the error introduced by the multimeter due to noise and short-term drift. This error becomes apparent when comparing two nearly-equal signals for the purpose of "transferring" the known accuracy of one device to the other.

24-Hour Accuracy

The 24-hour accuracy specification indicates the multimeter's relative accuracy over its full measurement range for short time intervals and within a stable environment. Short-term accuracy is usually specified for a 24-hour period and for a ± 1 °C temperature range.

90-Day and 1-Year Accuracy

These long-term accuracy specifications are valid at the calibration temperature (T_{cal}) ± 5 °C temperature range. These specifications include the initial calibration errors plus the multimeter's long-term drift errors.

Temperature Coefficients

Accuracy is usually specified at the calibration temperature (T_{cal}) ± 5 °C temperature range. This is a common temperature range for many operating environments. You must add additional temperature coefficient errors to the accuracy specification if you are operating the multimeter outside the ± 5 °C temperature range (the specification is per °C).

Configuring for Highest Accuracy Measurements

The measurement configurations shown below assume that the multimeter is in its power-on or reset state. It is also assumed that auto-ranging is enabled to ensure proper full scale range selection.

DC Voltage, DC Current, and Resistance Measurements:

- Select NPLC and 100 (NPLCs) for INTEGRATION.
- Set INPUT Z to HI-Z (for the 100 mV, 1 V, and 10 V ranges) for the best dc voltage accuracy.
- Use the 4-wire ohms function (Ω 4W) for the best resistance measurement accuracy.
- For 2-wire ohms, dc voltage and dc current measurements, set AUTOZERO to ON to remove thermal EMF and offset errors.
- Null the test lead resistance for 2-wire ohms measurements, and to remove any interconnection offset for dc voltage measurements.

AC Voltage and AC Current Measurements:

- Set the AC FILTER to 3 Hz: SLOW.

Frequency and Period Measurements:

- Set the GATE TIME to 1 sec.

Index

Zeichen

- 1-Year Specifications, 159
- 24-hour accuracy, 159
- 34410A, 7
- 34411A, 7
- 90-Day Specifications, 159

A

- Abfallende Spannung, 137
- Abtastwerte pro Trigger, 78
- Abtastzahl, 71
- AC Current Measurements
 - Configuring for Accuracy, 160
- AC Voltage Measurements
 - Configuring for Accuracy, 160
 - Specifications, 146
- Accuracy, 160
- Accuracy Specification Explained, 157
- Ändern der angezeigten Stellenzahl, 22
- Ändern der Zahl der angezeigten Stellen, 45
- Angezeigte Meldungen, 40
- Anhalten der Messung, 75
- Anschlüsse an Rückwand, 10
- Anzeigen, 42
- Apertur, 57
- Austauschen der Netzsicherung, 33
- Autokalibrierung, 61
- Autokalibrierungsfunktion, 47, 48, 50
- Automatische Bereichswahl, 62
- Automatische IP-Adressenzuweisung, 105
- Automatische Triggerung, 75
- Automatische Triggerverzögerung, 81

B

- Bandbreite, 21, 22, 45, 59
- Bereich, 47, 48, 49, 50, 62
- Beschreibung, 7
- Bustriggerung, 77

C

- Capacitance Measurements
 - Specifications, 150

D

- Data Logger, 87
- dB-Messungen, 69
- dBm-Messungen, 70
- DC Current Measurements
 - Configuring for Accuracy, 160
- DC Voltage Measurements
 - Configuring for Accuracy, 160
 - Specifications, 143
- Deaktivieren des Displays, 44
- Dezimalstellen ausblenden, 45
- Dezimalstellenmaskierung, 22
- Dezimaltrennzeichen, 66
- DHCP, 103
- Diodentest, 30
- Diodentests, 50
- Display, 40
 - deaktivieren, 44
 - Direktzugriff, 21, 44
 - Zeicheneingabe, 46
- Display der Frontplatte, 40
- Display-Anzeigen, 42
- Display-Optionen, 43

- DNS-Server, 103, 108
- Durchgangstests, 50
- Durchlasszeit, 21, 22, 45, 49, 60

E

- Eingänge an Front- und Rückseite, 54
- Eingangsimpedanz, 47, 58
- Einschaltzustand, 96
- Einschwingzeit, 59, 136
- Einstellung
 - Autokalibrierungsfunktion, 47, 48, 50
 - Bereich, 47, 48, 49, 50, 62
 - Dezimaltrennzeichen, 66
 - Durchlasszeit, 49
 - Eingangsimpedanz, 47
 - Fahrenheit, 50
 - Grad Celsius, 50
 - Integrationszeit, 47, 48, 50
 - Kelvin, 50
 - NPLCs (Netzzyklen), 47, 48, 50
 - Null, 47, 48, 49, 50
 - Offset-Ausgleich, 48, 49
 - Piepton, 67
 - Tastkopftyp, 49
 - Temperatureinheit, 50
 - Wechselstromfilter, 48, 49
- Einzeltriggerung, 75
- EXT TRIG-Anschluss, 83
- Externe Triggerung, 83

F

- Fehler
 - lesen, 94
- Fehler durch Eigenerwärmung, 137
- Fehlerdiagnose, 31

Index

Fehlerzustände, 93
Fernprogrammierung
 unerwartet aktiv, 108
Fernprogrammierungsschnittstelle –
 Konfiguration, 100
Frequency Measurements
 Configuring for Accuracy, 160
 Specifications, 148
Frequenzmessung
 konfigurieren, 49
Frequenzmessungen, 27
 Fehler, 127
Front/Rear-Schalter, 54
Frontplatte – Beschreibung, 9, 11

G

Gestelleinbau, 35
Gleichspannungsmessung
 Integrationszeit, 56
 konfigurieren, 47
Gleichspannungsmessungen, 24
 Fehler, 115
 Fehler beim Laden, 115
 Fehler durch thermoelektrisch
 verursachte EMF, 115
 schnell durchführen, 135
Gleichstrommessungen, 25
 Fehler, 128
 konfigurieren, 47
GPIB-Schnittstelle, 101
Grenzwerttests, 68, 72
Gummipuffer entfernen, 35

H

Höchstwert, 71
Host-Name, 107

I

IEEE-488, 101
Integration, 47, 48, 50
Integrationszeit, 21, 22, 45, 56, 116

Interne Triggerung, 77
IP-Adresse, 104, 105

K

Kabelkapazität, 136
Kalibrierung, 95
Kalibrierungsfehler, 139
Kapazitätsmessung
 konfigurieren, 50
Kapazitätsmessungen, 28
 Fehler, 128
Konfiguration speichern, 52
Konfigurieren
 LAN, 103
 USB, 102
Konformitätserklärung, 6
Kriechstrom, 139

L

Ladefehler, 115, 136
LAN-Schnittstelle, 100, 103

M

Manuelle Bereichswahl, 62
Masseschleifen, 117
Mathematische Funktionen, 68
 dBm, 70
 dB-Messungen, 69
 Grenzwerttests, 72
 Statistik, 71
Measurement Error, 157
Menüs, 40
Messen
 2-Draht-Widerstand, 26
 4-Draht-Widerstand, 26
 Diodentest, 30
 Frequenz, 27
 Gleichspannung, 24
 Gleichstrom, 25
 Kapazität, 28

Periode, 27
Temperatur, 29
Wechselspannung, 24
Wechselstrom, 25
Widerstand, 26

Messfehler

abfallende Spannung, 137
beim Laden, 136
Eigenerwärmung, 137
Fehler beim Laden, 115
Gleichtakt, 139
Kriechstrom, 139
Magnetschleifen, 117
Masseschleifen, 117
Messen hoher Widerstände, 120
Messung mit niedrigen Pegeln, 138
Rauschen, 116
Testleitungswiderstand, 119
thermoelektrisch verursachte EMF, 115
unterhalb der Volllkala, 137
Verlustleistung, 120

Minimalwert, 71

Mittelwert, 71

Multimeter

Gestelleinbau, 35
Produktumfang, 20
schaltet sich nicht ein, 31
Sicherung, 31
Tasten der Frontplatte, 21
Triggerung, 74
vorbereitende Schritte, 20
zurücksetzen, 54

N

Netzeinstreuungen unterdrücken, 116
Nicht-flüchtiger Speicher, 96
NMR, 116
NPLCs (Netzzyklen), 56
Null, 47, 48, 49, 50, 64
Nullmessungen, 64

O

Offset-Ausgleich, 48, 49

P

- Period Measurements
 - Configuring for Accuracy, 160
 - Specifications, 148
- Periodenmessung
 - konfigurieren, 49
- Periodenmessungen, 27
 - Fehler, 127
- Piepton, 67
- Pre-Trigger-Abtastwerte, 78
- Puffer entfernen, 35

R

- Rauschen, 116, 117, 138
- Rauschen durch Magnetschleifen, 117
- Relativmessungen, 64
- Remote I/O
 - Einführung, 100

- Remote-Anzeige, 100
- Resistance Measurements
 - Configuring for Accuracy, 160
- Richtlinie über Elektro- und
Elektronikalgeräte, 5
- Rückwand – Beschreibung, 10

S

- Schnelle Messungen, 134
- SCPI
 - Befehle, 39
 - Sprachkonventionen, 39
 - Sprachversion, 39
- Selbsttest, 92
- Sicherheitshinweise, 2
- Sicherheitsinformationen, 3
- Sicherheitssymbole, 3
- Sicherung, 31
 - Netzleitung, 33
- Soforttriggerung, 76
- Softwaretriggerung, 77

- Spannungsmessung abgeschlossen
(VM Complete), 83
- Specifications, 142, 159
 - 1-year, 159
 - 24-hour accuracy, 159
 - 90-day, 159
 - Transfer Accuracy, 159
- Specifications Explained, 157
- Speichern einer Konfiguration, 52
- Standardabweichung, 71
- Standardeinstellungen, 96
- Standard-Gateway, 107
- Statistik, 68, 71
- Subnetz-Maske, 103
- System II-Geräte-Gestellbau, 35
- System Specifications, 154
- Systemoperationen, 92
- Systemspeicher, 52

T

- Tasten, 9, 11, 21
- Tasten der Frontplatte, 21
- Tastkopftyp, 49
- Tatsächl. Effektivwert (True RMS), 121
- Tausendertrennzeichen, 66
- TCP/IP, 106
- Temperature Coefficients
(and Accuracy), 159
- Temperaturmessung
 - Einheiten, 50
 - konfigurieren, 49
 - NPLCs (Netzzyklen), 56
- Temperaturmessungen, 29
 - Fehler, 131
- Testgrenzen, 72
- Testleitungswiderstand, 119
- Thermoelektrisch verursachte EMF,
 - Fehler, 115
- Tragegriff, 34
- Transfer Accuracy, 159

Triggerung, 74

- abfallende Flanke, 85
- Abtastwerte pro Trigger, 78
- ansteigende Flanke, 85
- automatische Triggerung, 75
- automatische Verzögerung, 81
- Bus, 77
- Einzeltriggerung, 75
- extern, 83, 85
- Flankenpolarität, 85
- intern, 77
- Messung anhalten, 75
- Pre-Trigger-Abtastwerte, 78
- Quelle, 74
- Soforttrigger, 76
- Software, 77
- Verzögerung, 79

U

- USB-Schnittstelle, 100, 102

V

- Verlustleistung, 120
- Verzögerung (Triggerung), 79
- Vorbereitende Schritte, 20

W

- Webbrowser, 111
- Web-Passwort, 103, 108
- Wechselspannungsmessung
 - konfigurieren, 48
- Wechselspannungsmessungen, 24
 - Fehler, 121
 - Ladefehler, 136
 - schnell durchführen, 134
- Wechselstromfilter, 48, 49, 59, 60
- Wechselstrommessung
 - konfigurieren, 48
- Wechselstrommessungen, 25
 - Fehler, 137
- Werkseitige Grundeinstellung, 96

Index

Widerstandsmessung
 Integrationszeit, [56](#)
 konfigurieren, [48](#)
 NPLCs (Netzyklen), [56](#)

Widerstandsmessungen, [26](#)
 Einschwingzeitfehler, [136](#)
 Fehler, [118](#)
 Fehler bei hohen Widerständen, [120](#)
 schnell durchführen, [135](#)

Z

Zeicheneingabe, [46](#)
Zurücksetzen, [54](#)
Zweite Display-Zeile, [43](#)