

**Fluke**

**MEASURING EQUIPMENT**

**Model 703**  
True RMS Multimeter

**Model 701**  
Multimeter

Bedienungsanleitung

Mode d'emploi

User's Manual

**Polime**

**MEASURING EQUIPMENT**

## **Modell 703**

Multimeter mit echter  
Effektivwertmessung

## **Modell 701**

Multimeter

Bedienungsanleitung

**WARNHINWEIS!**

ELEKTRONISCHE SYSTEME WIE KLEINE TRAGBARE FUNKGERÄTE, ORTSFESTE RUNDUNK- UND FERNSENDER, FAHRZEUGFUNKGERÄTE UND MOBILTELEFONE ERZEUGEN ELEKTROMAGNETISCHE STRAHLUNG, DIE SPANNUNGEN IN DIE MESSLEITUNGEN DES MULTIMETERS INDUZIEREN KÖNNEN. IN SOLCHEN FÄLLEN KANN DIE GENAUIGKEIT DES MULTIMETERS AUFGRUND ÄUSSERER EINFLÜSSE NICHT GARANTIERT WERDEN.

**Basisspezifikationen**

- Gleichspannung : 0 bis 1000 V
- Wechselspannung
  - Modell 703 (True RMS) : 15 mV bis 1000 V (40 Hz – 20 kHz)
  - Modell 701 : 0 bis 1000 V (40 Hz bis 400 Hz)
- Grundgenauigkeit : 0.5% bei Gleichspannungsmessung  
0.75% bei Wechselspannungsmessung
- Gleichstrom : 0 bis 10 A (20 A für maximal 30 Sekunden)
- Wechselstrom
  - Modell 703 (True RMS) : 20 µA bis 10 A (20 A für maximal 30 Sekunden)
  - Modell 701 : 0 bis 10 A (20 A für maximal 30 Sekunden)
- Widerstand : 0 bis 40 MΩ
- Kapazität : 0.01 nF bis 100 µF
- Frequenz : 0.5 Hz bis 10 MHz
- Tastverhältnis : 0.1 % bis 99.9% im Bereich von 0.5 Hz bis 500 kHz  
(Impulsbreite > 2 µs)
- Dioden-Funktionsprüfung : 2.5 V
- Durchgangsprüfung : Signalton bei Unterschreiten von ca. 10 Ω  
(Ansprechzeit < 1 ms)
- Temperatur (nur Model 703) : -40°C bis 1300°C (-40°F bis 2372°F)



**Warnung**

**Lesen Sie vor Benutzung dieses Multimeters die Sicherheitshinweise.**

**INHALT**

1. Sicherheitshinweise .....	2
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	3
3. Bedienungselemente und Anzeigen .....	4
4. Übersicht Drehschalter und Tasten .....	7
5. Bedienung des Multimeters .....	9
6. Instandhaltung .....	18
7. Spezifikationen .....	20

## 1. SICHERHEITSHINWEISE

Das vorliegende Handbuch enthält Informationen und Warnhinweise, die beachtet werden müssen, damit eine sichere Bedienung des Multimeters gewährleistet ist und der sichere Betriebszustand des Geräts aufrechterhalten wird.

Die Modelle 703 und 701 erfüllen die Vorschriften gemäss IEC 1010-1 (1995), UL 3111-1 (6. 1994), EN 61010-1 (1995), CSA C22.2 No. 1010.1 - 92 und fallen unter die Überspannungskategorie III.

### IN DIESER BEDIEUNGSANLEITUNG VERWENDETE BEGRIFFE

Mit dem Begriff **Warnung** wird auf Bedingungen und Aktivitäten hingewiesen, die zu ernsthaften Gefährdungen für den Benutzer führen können; mit dem Begriff **Vorsicht** wird auf Bedingungen und Aktivitäten hingewiesen, die das Multimeter oder das Messobjekt beschädigen können.

#### Warnung

Setzen Sie das Multimeter nicht Regen oder Feuchtigkeit aus, um die Brandgefahr und das Risiko von elektrischen Schlägen zu verringern. Um die Gefahr von elektrischen Schlägen zu vermeiden, halten Sie sorgfältig die Sicherheitsvorkehrungen ein, wenn Sie mit Gleichspannungen über 60 V und mit Wechselspannungen über 30 V arbeiten. Diese Spannungen können für den Benutzer bereits ein ernsthaftes Risiko von elektrischen Schlägen bergen. Kontrollieren Sie die Messleitungen, Steckverbinder und Prüfspitzen auf schadhafte Stellen in der Isolation oder blank liegendes Metall, bevor Sie das Multimeter benutzen. Wenn Sie dabei Mängel feststellen, ersetzen Sie die schadhafte Komponenten umgehend. Berühren Sie weder die Prüfspitzen noch die Schaltung, in der Sie messen, solange diese unter Spannung steht. Ergreifen Sie die Prüfspitzen beim Messen stets hinter dem Finger-Berührungsschutz. Überschreiten Sie nicht die Nennspannung der eingebauten Sicherung. Versuchen Sie niemals, Spannungsmessungen durchzuführen, während die Messleitung an die Eingangsbuchse "mA  $\mu$ A" oder "A" angeschlossen ist. Tauschen Sie bei der Instandhaltung des Multimeters Komponenten ausschliesslich gegen spezifizierte Komponenten aus. Entfernen Sie vor dem Öffnen des Batteriefachdeckels die Messleitungen vom Multimeter. Betreiben Sie das Multimeter nicht mit offenem oder locker sitzendem Batteriefachdeckel. Zur Vermeidung von Fehlmessungen, die zu möglichen elektrischen Schlägen oder anderen Personenschäden führen können, ist die Batterie auszuwechseln, sobald die Anzeige für zu niedrige Batteriespannung erscheint. Arbeiten Sie nach Möglichkeit nicht allein.

#### Vorsicht

Trennen Sie die Messleitungen vom Multimeter, bevor Sie auf eine andere Betriebsart umschalten. Schalten Sie die Betriebsspannung für die vermessende Schaltung aus, und entladen Sie alle darin enthaltenen Kondensatoren, bevor Sie Widerstands- und Kapazitätsmessungen oder Durchgangs- bzw. Dioden-Funktionsprüfungen vornehmen. Stellen Sie das Multimeter bei aktivierter manueller Bereichumschaltung stets auf den höchsten Messbereich ein, und schalten Sie schrittweise auf den nächstniedrigeren Messbereich um. Kontrollieren Sie vor Strommessungen die Sicherungen des Multimeters, und schalten Sie die Betriebsspannung der zu vermessenden Schaltung AUS, bevor Sie das Multimeter an die Schaltung anschliessen.

### INTERNATIONALE ELEKTRISCHE SYMBOLE

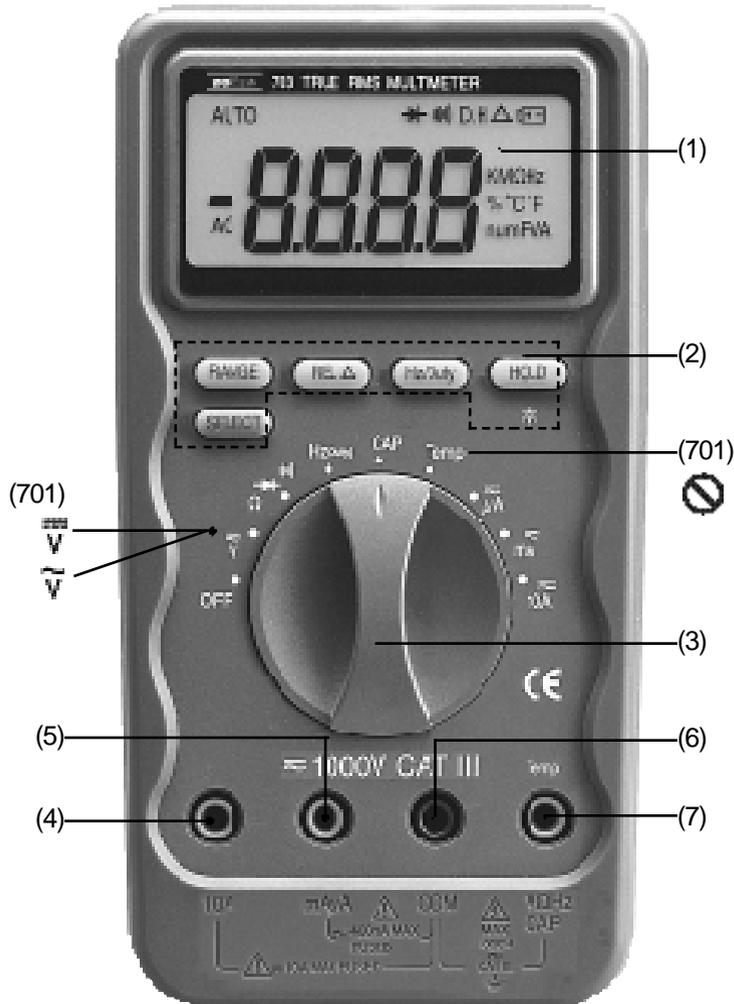
-  Wechselspannung bzw. Wechselstrom (Alternating Current, AC)
-  Gleichspannung bzw. Gleichstrom (Direct Current, DC)
-  Wechselstrom bzw. -spannung oder Gleichstrom bzw. -spannung (DC oder AC)
-  Vorsichtssymbol (siehe Erläuterungen in dieser Anleitung)
-  Vorsicht! Hochspannung, Gefahr von elektrischen Schlägen
-  Erde/Masse
-  Doppelte oder erhöhte Isolation
-  Sicherung
-  Gilt nicht für das so bezeichnete Modell
-  Batterie

## 2. ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT (EMV)

Die Multimeter erfüllen die Europeanorm EN 61326 : 1997 A1 : 1998; siehe hintere Einbandseite dieser Bedienungsanleitung.

### 3. BEDIENUNGSELEMENTE UND ANZEIGEN

Im vorliegenden Handbuch wird die Bedienung sowohl von Modell 701 als auch von Modell 703 beschrieben. In den Abbildungen und Beispielen wird jedoch von Modell 703 ausgegangen.



- (1) 3-3/4-stelliges LC-Display mit 4000 Digits
- (2) Tasten für Spezialbetriebsarten und-funktionen
- (3) Wahlschalter zum Ein- und Ausschalten des Geräts sowie zur Auswahl der Betriebsart
- (4) Eingangsbuchse für die Messung von Strömen bis 10 A (20 A für maximal 30 Sekunden)
- (5) Eingangsbuchse für die Messung von Strömen in den Bereichen Milliampère (mA) und Mikroampère (μA)
- (6) Gemeinsame Eingangsbuchse (Masse) für alle Messbetriebsarten
- (7) Eingangsbuchse für alle Betriebsarten AUSSER Strommessung (A, mA, μA)

### Multimeter-Glossar

#### Messung des mittleren kalibrierten Effektivwertes

Als Effektivwert bezeichnet man den Wert der effektiven oder äquivalenten Gleichgrösse, die einer Wechselgrösse entspricht. In den meisten Multimetern wird zum Messen der Effektivwerte von Wechselgrössen das Verfahren der Messung des mittleren kalibrierten Effektivwertes angewendet. Dabei wird der Mittelwert durch Gleichrichten und Filtern des Signals der Wechselgrösse gewonnen. Der Mittelwert wird anschliessend aufwärts skaliert (d.h. kalibriert) und entspricht dann dem Effektivwert eines Sinussignals. Beim Messen rein sinusförmiger Signale zeichnet sich diese Technik durch ihre Geschwindigkeit, Präzision und Kosteneffizienz aus. Sollen jedoch nicht sinusförmige Signale gemessen werden, so können dabei erhebliche Messfehler entstehen, was auf unterschiedliche Skalierungsfaktoren für die Effektivwertmittelung zurückzuführen ist.

#### Echter Effektivwert

Ein Multimeter liefert dann einen echten Effektivwert, wenn es eine exakte Messung der Wechselgrösse unabhängig von deren zeitlichem Verlauf durchführt, also beispielsweise auch den Effektivwert von Rechteck-, Sägezahn- und Dreiecksignalen sowie von Impulsfolgen, Einzelimpulsen und Transienten und von verzerrten Signalen ermittelt, in denen auch Oberwellen enthalten sind.

Nicht sinusförmige Signale können zur Folge haben, dass

- Transformatoren, Generatoren und Motoren überhitzen und dadurch vorzeitig ausfallen,
- Sicherungsautomaten zu früh ausgelöst werden,
- Sicherungen durchbrennen,
- Nulleiter überhitzen, wenn dort dritte Oberwellen vorhanden sind, oder dass
- Stromschienen und Schaltschränke vibrieren.

## Crest-Faktor

Als Crest-Faktor bezeichnet man das Verhältnis des momentanen Spitzenwertes eines Signals zu seinem echten Effektivwert. Mit diesem Parameter wird üblicherweise der Dynamikbereich von Digital-Multimetern beschrieben, die eine echte Effektivwertmessung durchführen. Ein rein sinusförmiges Signal hat einen Crest-Faktor von 1.414.

Ein stark verzerrtes Sinussignal hat einen weitaus höheren Crest-Faktor.

## Gegentaktunterdrückungsverhältnis (NMRR, Normal Mode Rejection Ratio)

Das NMRR ist die Fähigkeit des Multimeters zur Unterdrückung unerwünschter Störwechsellgrößen, die eine Verfälschung der Messwerte von Gleichgrößen hervorrufen können. Das NMRR wird üblicherweise in Dezibel (dB) angegeben. Das hier beschriebene Multimeter hat ein NMRR von >60 dB bei 50/60 Hz. Damit werden die Einflüsse von AC-Störsignalen bei DC-Messungen wirksam unterdrückt.

## Gleichtaktunterdrückungsverhältnis (CMRR, Common Mode Rejection Ratio)

Die Gleichtaktspannung ist die Spannung gegenüber Masse, die bei einem Digital-Multimeter sowohl an der Buchse **COM** als auch an der Buchse für die **Spannungsmessung** anliegt. Das CMRR ist die Fähigkeit des Multimeters zur Unterdrückung des Einflusses der Gleichtaktspannung, die bei Spannungsmessungen ein Flackern der Display-Anzeige oder eine Verschiebung (Offset) des Messwertes verursachen kann. Das hier beschriebene Multimeter hat ein spezifiziertes CMRR von >60 dB im Bereich von DC bis 60 Hz in der Betriebsart Wechselspannungsmessung (ACV) und von >120 dB bei DC sowie bei 50 Hz und 60 Hz in der Betriebsart Gleichspannungsmessung (DCV).

## Bürdespannung

Die Bürdespannung ist der Spannungsabfall über den Eingangsbuchsen eines Strommessgeräts, der durch den internen Shunt-Widerstand hervorgerufen wird. Die Bürdespannung trägt zu Messfehlern bei und sollte so niedrig wie möglich gewählt werden.

## Temperaturkoeffizient

Der Temperaturkoeffizient ist ein Faktor, der zum Berechnen der Änderung der Anzeige oder der Ausgangsgröße eines Messinstruments in Abhängigkeit von der Temperatur herangezogen wird.

Werden solche temperaturbedingten Änderungen nicht kompensiert, so ist die Genauigkeit der Messung mit einer Unsicherheit behaftet, die durch den Temperaturkoeffizienten des Messinstruments gegeben ist.

## 4. ÜBERSICHT DREHSCHALTER UND TASTEN

### Einschalten des Multimeters

Um das Multimeter einzuschalten, bringen Sie den Drehschalter aus der Position **OFF** in eine beliebige andere Position.

Sie können auch einen Display-Test durchführen, bei dem alle Segmente des Display zu sehen sind. Drücken Sie dazu die Taste HOLD, und halten Sie sie gedrückt, während Sie das Multimeter einschalten. Wenn alle Segmente zu sehen sind, lassen Sie die Taste los.

### Drehschalter

Schalten Sie das Multimeter ein, indem Sie eine beliebige Betriebsart wählen. Daraufhin erscheint eine Standardanzeige zu dieser Betriebsart (Messbereich, Einheiten usw.). Mit der Taste SELECT können Sie nun jede beliebige andere Drehschalterfunktion auswählen.

Wenn Sie den Drehschalter von einer Betriebsart auf eine andere umschalten, erscheint eine Anzeige zu dieser neuen Betriebsart. Einstellungen, die Sie über Tasten in einer Betriebsart vorgenommen haben, wirken sich nicht auf eine andere Betriebsart aus.

**OFF**. Schaltet das Multimeter aus. Dabei werden Konfigurationsparameter und Messwerte gespeichert.



. (Modell 703) Wechselspannungs-Effektivwertmessung und Gleichspannungsmessung



. (Modell 701) Wechselspannungsmessung



. (Modell 701). Gleichspannungsmessung

. Aufrufen der Betriebsarten "Widerstandsmessung", "Durchgangsprüfung" und "Dioden-Funktionsprüfung"

**Hz (Duty)**. Frequenzmessung. Durch Drücken der Taste "Hz / Duty" können Sie veranlassen, dass hierbei gleichzeitig das Tastverhältnis (Duty Cycle) angezeigt wird.

**CAP**. Kapazitätsmessung.

**Temp (nur Modell 703)**. Temperaturmessung in Grad Celsius (°C) oder Fahrenheit (°F). Welche Einheit angezeigt wird, ist werksseitig voreingestellt.

 Wechselstrom-Effektivwertmessung und Gleichstrommessung in Mikroampère (Modell 703),  
Wechselstrom- und Gleichstrommessung in Mikroampère (Modell 701).

 Wechselstrom-Effektivwertmessung und Gleichstrommessung in Milliampère (Modell 703),  
Wechselstrom- und Gleichstrommessung in Milliampère (Modell 701).

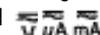
 Wechselstrom-Effektivwertmessung und Gleichstrommessung in Ampère (Modell 703),  
Wechselstrom- und Gleichstrommessung in Ampère (Modell 701).

## Tasten

Die Tasten aktivieren Funktionen innerhalb der mit dem Drehschalter eingestellten Betriebsart.

**RANGE.** Mit der Taste RANGE können Sie einen Messbereich manuell wählen. Wenn Sie die Taste RANGE länger als zwei Sekunden drücken, kehrt das Multimeter zur automatischen Bereichsumschaltung zurück. Die automatische Bereichsumschaltung ist aktiviert, wenn im Display das Symbol AUTO zu sehen ist. In den Betriebsarten **Hz** (Duty), **CAP** und **Temp** ist die Taste RANGE unwirksam. Messbereich und Einheiten werden im Display angezeigt.

**REL** . Mit dieser Taste können Sie das Multimeter auf Relativanzeige (  ) einstellen und Relativmessungen vornehmen. Mit einer Relativmessung können Sie die aktuellen Messwerte des Multimeters um einen bestimmten Betrag verschieben, wobei der angezeigte Wert den Bezugswert bildet. Praktisch alle angezeigten Werte können als Bezugswert für die Relativmessung verwendet werden. Kurzes Drücken der Taste **REL** bewirkt die Aktivierung bzw. Deaktivierung der Funktion "Relativanzeige".

**Hz/Duty.** Durch Drücken dieser Taste können Sie zwischen den Betriebsarten "Frequenzmessung" und "Tastverhältnisanzeige" umschalten, wenn der Betriebsartenschalter auf Hz (Duty),  und  eingestellt ist.

**HOLD.** Durch Drücken dieser Taste können Sie die **Data-hold-Funktion** ein- und ausschalten. Beim Aktivieren der **Data-hold-Funktion** erzeugt das Multimeter einen Signalton, friert die Anzeige auf dem zuletzt gemessenen Wert ein und blendet das Display-Symbol **D.H.** ein. Mit dieser Funktion können Sie einen Wert speichern, um ihn sich später anzusehen.

 (**Hintergrundbeleuchtung**). Wenn Sie die Taste **HOLD** (  ) zwei Sekunden lang drücken, wird die Hintergrundbeleuchtung ein- bzw. ausgeschaltet, sofern zugleich die Data-hold-Funktion aktiviert ist (erkennbar am Symbol D.H. im Display). Bei kurzer Betätigung der Taste HOLD wird nur die Hintergrundbeleuchtung aktiviert.

**SELECT.** Durch Drücken dieser Taste können Sie zwischen der Messung von Wechselgrößen und der Messung von Gleichgrößen umschalten, wenn der Drehschalter auf  nur beim Modell 703), ,  und  eingestellt ist. Ausserdem können Sie mit dieser Taste nacheinander auf die Betriebsarten , , oder  umschalten, wenn der Drehschalter auf    steht.

## 5. BEDIENUNG DES MULTIMETERS

### Spannungsmessungen ( , oder , )

Die Spannung ist die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten.

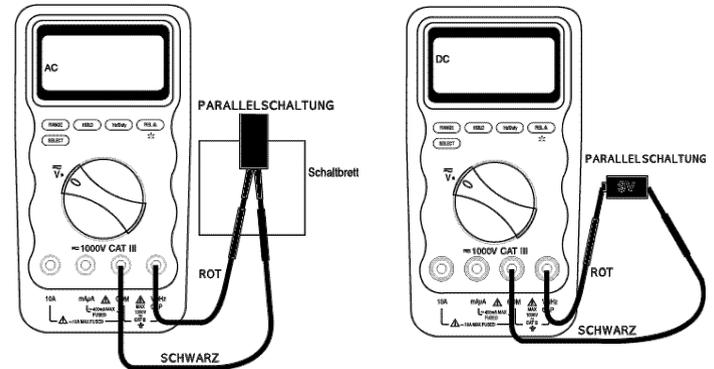
Die Polarität einer Wechselspannung verändert sich über der Zeit, während die Polarität einer Gleichspannung zeitlich unverändert bleibt.

Die Voreinstellung für die Funktion  lautet "Gleichspannungsmessung" (**DC**). Durch kurzes Drücken von **SELECT** können Sie auf Wechselspannungsmessung (**AC**) umschalten.

Für die Spannungsmessung stehen folgende Messbereiche zur Verfügung :

400 mV, 4 V, 40 V, 400 V und 1000 V

Während einer Spannungsmessung verhält sich das Multimeter elektrisch wie eine Parallelimpedanz von 10 MΩ (10 x 10<sup>6</sup> Ω). Diese Lastimpedanz ist zwar sehr hoch, kann aber in hochohmigen Schaltungen durchaus Messfehler verursachen. In den meisten Fällen ist dieser Fehler jedoch vernachlässigbar gering (0,1 % oder weniger), wenn die Schaltungsimpedanz 10 kΩ oder weniger beträgt.



### Tips für die Spannungsmessung

- Im Messbereich 400 mV kann das Multimeter einen schwankenden Wert anzeigen, wenn die Messleitungen vom Messobjekt getrennt werden. Dies ist jedoch normal.

- Die Wechselspannungs-Messschaltung im Modell 703 führt eine echte Effektivwertmessung durch, so dass das Multimeter auch bei nicht sinusförmigen Signalen, die Oberwellen auf Grund von nichtlinearen Lasten enthalten, den exakten Wechselspannungswert liefert.
- Zur Erhöhung der Genauigkeit von Gleichspannungsmessungen bei gleichzeitig vorhandenen Wechselspannungen (also beispielsweise beim Messen der Offsetspannung eines Verstärkers bei gleichzeitig vorhandenem AC-Signal) ist die Wechselspannung zuerst zu messen. Wählen Sie anhand des für diese Messung verwendeten Messbereichs einen Gleichspannungsmessbereich, der ebenso gross der wie der AC-Messbereich oder grösser ist. Diese Vorgehensweise verbessert die Genauigkeit der Gleichspannungsmessung, weil dadurch verhindert wird, dass die Eingangsschutzschaltungen des Multimeters ansprechen.



### Warnung

Um das Risiko von elektrischen Schlägen auszuschliessen und Beschädigungen des Geräts zu vermeiden, dürfen an den Eingang keine Gleich- oder Wechselspannungen über 1000 Volt angelegt werden. Versuchen sie nicht, unbekannte Gleich- oder Wechselspannungen zu messen, die möglicherweise grösser als 1000 Volt sind.

### Widerstandsmessungen ( $\Omega$ ) (Widerstand, Diodenfunktion, Durchgang)

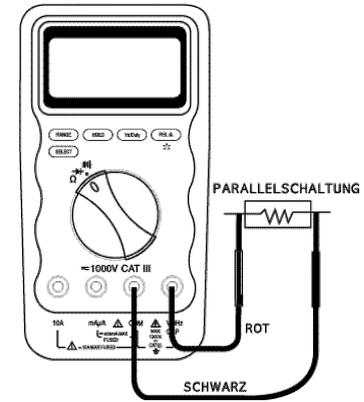
### Vorsicht

Schalten sie die Versorgungsspannung der zu vermessenden Schaltung aus, und entladen sie alle darin vorhandenen Kondensatoren, bevor an der Schaltung Widerstandsmessungen vornehmen, um Schäden an der Schaltung selbst und am Multimeter vorzubeugen.

Der elektrische Widerstand ist die Eigenschaft eines Materials oder Bauelements, den elektrischen Stromfluss zu hemmen. Er wird in der Einheit Ohm ( $\Omega$ ) gemessen. Das Multimeter misst den Widerstand, indem es einen geringen Strom in das Messobjekt einspeist.

Für die Widerstandsmessung stehen folgende Messbereiche zur Verfügung:

400.0  $\Omega$ , 4.000 k $\Omega$ , 40.00 k $\Omega$ , 400.0 k $\Omega$ , 4 M $\Omega$  und 40 M $\Omega$



### Tips für die Widerstandsmessung

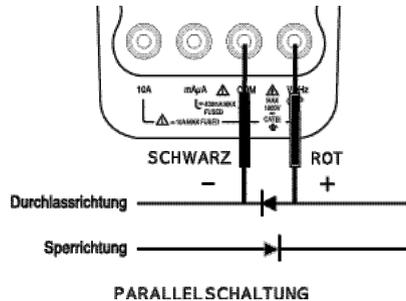
- Da der Prüfstrom des Multimeters durch alle möglichen Bauteile fliesst, die sich zwischen den Prüfspitzen befinden, weicht der für einen Widerstand gemessene Wert oft vom Nennwert des Widerstands ab.
- So können die Messleitungen mit 0.1  $\Omega$  bis 0.2  $\Omega$  zum Fehler bei der Widerstandsmessung beitragen.  
Um den Widerstand der Leitungen zu messen, bringen Sie die Prüfspitzen miteinander in Berührung, und lesen Sie den Widerstand ab. Falls erforderlich, können Sie auch die Taste REL drücken, was bewirkt, dass dieser Wert automatisch subtrahiert wird.
- Die Funktion "Widerstandsmessung" erzeugt eine Spannung, die unter Umständen ausreicht, um Siliziumdioden oder Transistor-Sperrschichten in den leitenden Zustand zu steuern.  
Benutzen sie daher nicht den 40-M $\Omega$ -Bereich zum Messen von Widerständen, die in eine Schaltung eingebaut sind, um diesen Effekt zu vermeiden.
- Beim Messen grosser Widerstände kann sich eine instabile Anzeige ergeben, was auf die Einkopplung elektrischer Störungen aus der Betriebsumgebung zurückzuführen ist. Schliessen Sie den Widerstand in diesem Fall direkt an den COM-Eingang an, oder versehen Sie den Widerstand mit einer Schirmung, der auf dem Potential des COM-Eingangs liegt, um eine möglichst stabile Anzeige zu erhalten.
- Bei Widerständen über 1 M $\Omega$  kann es einige Sekunden dauern, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Dies ist beim Messen hochohmiger Widerstände normal.
- Das Multimeter verfügt über eine Schaltung zum Schutz des Widerstands-Messeingangs gegen Überspannungen. Um jedoch ein unbeabsichtigtes Überschreiten der Begrenzungsspannung dieser Schutzschaltung zu vermeiden und eine korrekte Messung zu gewährleisten, dürfen Sie NIEMALS DIE MESSLEITUNGEN MIT EINER SPANNUNGSQUELLE VERBINDEN, wenn der Drehschalter auf eine der Betriebsarten  $\Omega$ , oder eingestellt ist. **11**

## Dioden-Funktionsprüfung ( )

### Vorsicht

Entladen Sie vor der Funktionsprüfung an Dioden alle Hochspannungskondensatoren. Kondensatoren hoher Kapazität sollten über eine geeignete ohmsche Last entladen werden.

Mit der Dioden-Funktionsprüfung können Sie Dioden, Transistoren, siliziumgesteuerte Gleichrichter und andere Halbleiterbauelemente auf ihre einwandfreie Sperr- und Durchlassfunktion überprüfen. Dabei wird eine Halbleiter-Sperrschicht mit einem Prüfstrom beaufschlagt und die über der Sperrschicht abfallende Spannung gemessen.



Der normale Spannungsabfall über einer Siliziumdiode in Durchlassrichtung beträgt zwischen 0,4 V und 0,9 V. Ein höherer Wert lässt auf eine defekte Diode schließen, die keine ausreichende Gleichrichtwirkung hat, eine Anzeige von null auf eine kurzgeschlossene und damit ebenfalls defekte Diode.

Die Meldung " **OL** " signalisiert eine defekte Diode, in der ein Leerlauf vorliegt.

Vertauschen Sie die Messleitungen, und schliessen Sie sie an die Diode an, die nunmehr in Sperrrichtung betrieben wird. Zeigt das LCD nun die Meldung " **OL** ", ist die Diode intakt. Alle anderen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Diode entweder einen Kurzschluss oder einen hochohmigen Widerstand darstellt, in jedem Fall aber defekt ist.

## Durchgangsprüfung ( )

Mit der Durchgangsprüfung lassen sich Leerlauf- und Kurzschlusszustände feststellen, auch wenn diese nur eine Millisekunde dauern. Diese kurze Zeitspanne genügt, damit das Multimeter einen kurzen Signalton erzeugt. Mit dieser Funktion lassen sich Verdrahtungen und Schalterfunktionen auf komfortable Weise überprüfen. Ein Dauerton signalisiert Durchgang.

### Vorsicht

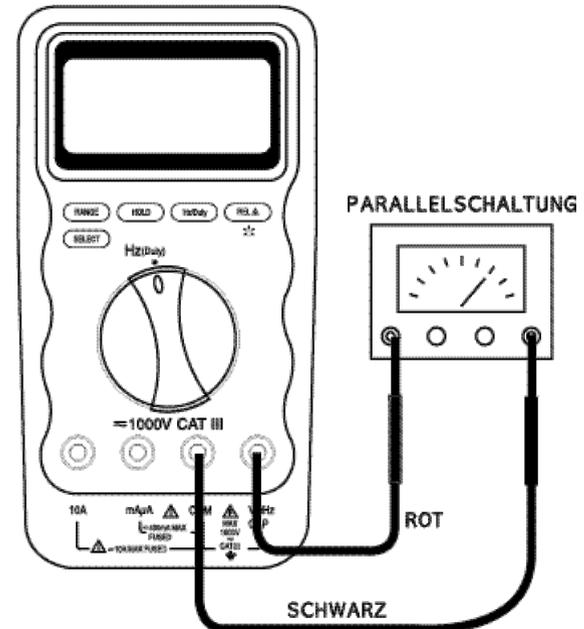
Die Anwendung der Funktionen "Widerstandsmessung" und "Durchgangsprüfung" in einer unter Spannung stehenden Schaltung führt zu fehlerhaften Ergebnissen und Beschädigungen des Multimeters. In vielen Fällen muss das fragliche Bauelement von der Schaltung getrennt werden, damit ein verlässliches Ergebnis erzielt wird.

## Frequenzmessung (Hz)

Die Frequenz gibt die Zahl der Signalzyklen pro Sekunde an. Das Multimeter misst die Frequenz eines Spannungs- oder Stromsignals, indem es zählt, wie oft es pro Sekunde einen bestimmten Schwellenwert durchläuft.

Um die Frequenz eines Spannungs- oder Stromsignals zu messen, drücken Sie bei ausgewählter Spannung- oder Strommessung kurz die Taste Hz/Duty.

Die verfügbaren Frequenzmessbereiche lauten: 5 Hz, 50 Hz, 500 Hz, 5 kHz, 50 kHz, 500 kHz, 5 MHz und 10 MHz.



## Tips für die Frequenzmessung

- Während der Frequenzmessung arbeitet das Multimeter stets in der Betriebsart "Automatische Bereichsumschaltung".
- Bei nicht belegten Eingangsbuchsen kann die Überlaufmeldung erscheinen oder das Display unregelmässige Werte anzeigen. Dieses Verhalten ist typisch für die Frequenzmessung.

## Messung von Tastverhältnissen

Das Tastverhältnis (Duty Cycle) ist definiert als der prozentuale Anteil der Zeit, für die sich ein periodisches Signal während einer Periode oberhalb bzw. unterhalb eines bestimmten Schwellenwertes befindet.

Die Betriebsart "Tastverhältnismessung" ist für die Messung der EIN- und AUS-Zeiten von Logik- und Schaltersignalen optimiert. Systeme wie z.B. elektronische Kraftstoff-Einspritzsysteme und Schaltnetzteile werden über Impulsfolgen variabler Breite gesteuert, die mit Hilfe der Tastverhältnismessung überprüft werden können.

Drücken Sie die Taste Hz/Duty, um zwischen der Frequenz- und der Tastverhältnismessung umzuschalten, während sich der Drehschalter in einer der Positionen Hz/Duty,  $\overline{V}$ ,  $\overline{\mu A}$ ,  $\overline{mA}$  oder  $\overline{10A}$  befindet.

## Kapazitätsmessungen

### Vorsicht

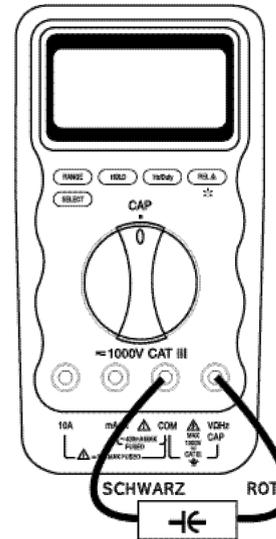
Schalten sie die Versorgungsspannung der zu vermessenden Schaltung aus, und entladen sie alle darin vorhandenen Hochspannungskondensatoren, bevor an der Schaltung Kapazitätsmessungen vornehmen, um Schäden an der Schaltung selbst und am Multimeter vorzubeugen.

Kondensatoren hoher Kapazität sollten über eine geeignete ohmsche Last entladen werden. Ob ein Kondensator entladen ist, können Sie mit Hilfe einer Gleichspannungsmessung überprüfen.

Die Kapazität ist die Fähigkeit eines Bauelements zum Speichern einer elektrischen Ladung.

Die Kapazität wird in der Einheit Farad (F) gemessen. Die meisten Kondensatoren haben eine Kapazität in der Grössenordnung Nanofarad (nF) bis Mikrofarad ( $\mu F$ ).

Die verfügbaren Kapazitätsmessbereiche lauten: 40 nF, 400 nF, 4  $\mu F$ , 40  $\mu F$  und 100  $\mu F$ .



## Tips für die Kapazitätsmessung

- Während der Frequenzmessung arbeitet das Multimeter stets in der Betriebsart "Automatische Bereichsumschaltung".
- Im Messbereich 40 nF sind die angezeigten Werte wahrscheinlich instabil, was auf die Einkopplung elektrischer Störungen aus der Betriebsumgebung und auf die undefinierte Kapazität der Messleitungen zurückzuführen ist. Schliessen Sie deshalb das Messobjekt direkt an die Eingangsbuchsen an.

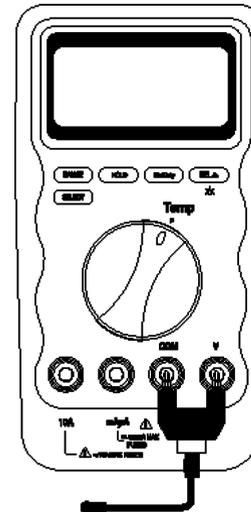
## Temperaturmessung (Betriebsart "Temp", nur beim Modell 703)

Das Multimeter ist werkseitig auf die Anzeige von Temperaturen in Grad Celsius ( $^{\circ}C$ ) oder Grad Fahrenheit ( $^{\circ}F$ ) voreingestellt. Diese Voreinstellung kann nur im Werk geändert werden.

In der Betriebsart "Temperaturmessung" steht die Funktion **SELECT** nicht zur Verfügung.

### ⚠️ WARNUNG

Benutzen Sie keine Temperatur Adapter bei Messungen die 30 V rms, 42.4 V Spitzenwert oder 60 V Gleichspannung übersteigen.



Achten Sie beim Anschliessen des Bananensteckers an den K-Temperaturfühler TP7 auf die richtige Polarität ("+" und "-"). Sie können statt dessen auch einen als optionales Zubehör erhältlichen Thermopaar-Temperatursensoradapter TP1 A in Verbindung mit Standard-Temperaturfühlern vom K-Typ verwenden.

## Strommessungen ( $\mu\text{A}$ , $\text{mA}$ , $10\text{A}$ )

### Warnung

Versuchen Sie niemals, Strommessungen in einer Schaltung vorzunehmen, in der die Leerlaufspannung gegenüber Erde grösser als 1000 Volt ist. Wenn bei einer solchen Messung die Sicherung durchbrennt, setzen Sie das Multimeter der Gefahr von Beschädigungen und sich selbst einer Verletzungsgefahr aus.

### Vorsicht

Kontrollieren Sie vor einer Strommessung die Sicherungen. Verwenden Sie die für Strommessungen vorgesehenen Anschlussbuchsen, Betriebsarten und Messbereiche. Schalten Sie die Prüfspitzen niemals parallel zu einem Schaltkreis oder Bauelement, solange die Messleitungen an die Strommesseingänge angeschlossen sind.

Der Strom ist der Fluss von Elektronen durch einen Leiter. Zum Messen von Strömen müssen Sie den betreffenden Stromkreis öffnen und das Multimeter mit dem Stromkreis in Reihe schalten.

Folgende Strommessbereiche stehen zur Verfügung:

400.0  $\mu\text{A}$ , 4000  $\mu\text{A}$ , 40.00 mA, 400.0 mA, 4.000 A und 10.00 A

Die Voreinstellung für die Funktion lautet "Gleichstrommessung" (DC). Durch kurzes Drücken von **SELECT** können Sie auf Wechselstrommessung umschalten.

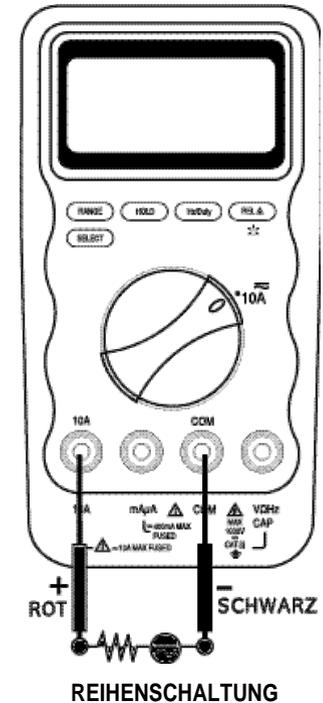
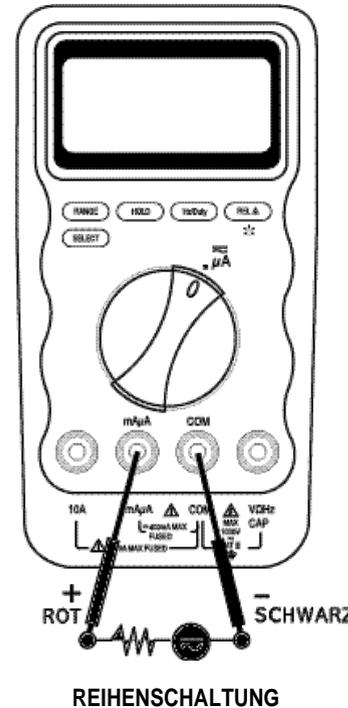
### So messen Sie Gleich- oder Wechselströme:

1. Schalten Sie die Betriebsspannung für die vermessende Schaltung aus, und entladen Sie alle darin enthaltenen Hochspannungskondensatoren.
2. Verbinden Sie die schwarze Messleitung mit der Buchse **COM** und die rote Messleitung mit einer Eingangsbuchse, die dem vorgesehenen Messbereich entspricht (siehe nachstehende Tabelle).

Eingangsbuchse	Auflösung	Messbereiche
$\mu\text{A}$	mA $\mu\text{A}$	400.0 $\mu\text{A}$ , 4000 $\mu\text{A}$
mA	mA $\mu\text{A}$	40.00 mA, 400.0 mA
10A	10A	4.000 A, 10.00 A

Verwenden Sie die Eingangsbuchse "mA  $\mu\text{A}$ " nur dann, wenn Sie sicher sind, dass der Strom 400 mA nicht übersteigt, um zu vermeiden, dass die 440-mA-Sicherung im Multimeter durchbrennt.

3. Öffnen Sie den Pfad, in dem Sie die Stromstärke messen wollen. Bringen Sie die Prüfspitze der roten Messleitung mit der positiveren Seite und diejenige der schwarzen Messleitung mit der negativeren Seite der Unterbrechungsstelle in Berührung. (Ein Vertauschen der Messleitungen bewirkt lediglich, dass der Messwert negativ ist, hat aber keine Schäden am Multimeter zur Folge.)
4. Schalten Sie die Betriebsspannung des Stromkreises ein, und lesen Sie den Strom am Display ab.
5. Schalten Sie nach der Strommessung die Betriebsspannung des Stromkreises aus, und entladen Sie alle Hochspannungskondensatoren. Trennen Sie das Multimeter vom Messobjekt, und versetzen Sie dieses wieder in den Normalbetrieb.



## Tips für die Strommessung

- Bei Messungen in einem Dreiphasensystem sollten Sie sorgfältig beachten, dass die verketteten Spannungen - also die Spannungen zwischen zwei Phasen erheblich höher sind als diejenigen von einer Phase nach Erde. Um ein unbeabsichtigtes Überschreiten der Nennspannung der Sicherung(en) zu vermeiden, betrachten Sie stets die verkettete Spannung als Betriebsspannung für die Sicherung(en).
- Bei der Strommessung erzeugen die internen Shunt-Widerstände einen Spannungsabfall über den Eingangsbuchsen des Multimeters, die sogenannte "Bürdespannung".

Dieser Spannungsabfall kann sich spürbar auf die Funktion von Präzisionsschaltungen oder die Messgenauigkeit auswirken.

## Automatische und manuelle Bereichsumschaltung

Durch kurzes Drücken der Taste **RANGE** können Sie in den Betriebsarten Spannungs-, Widerstands- und Strommessung die manuelle Bereichsumschaltung aktivieren. Wenn das Display-Symbol **AUTO** nicht mehr angezeigt wird, verbleibt das Multimeter im zuletzt eingestellten Messbereich.

Durch kurzes Drücken dieser Taste können Sie jeweils einen Messbereich weiter schalten. Wenn Sie die Taste RANGE zwei Sekunden lang drücken, kehrt das Multimeter zur automatischen Bereichsumschaltung zurück.

In den Betriebsarten Hz (Duty), CAP, Temp,  und  ist die manuelle Bereichsumschaltung nicht verfügbar.

## Automatische Abschaltung

Zur Erhöhung der Batterielebensdauer schaltet die automatische Abschaltfunktion das Multimeter automatisch aus, wenn innerhalb von etwa 30 Minuten keine Aktivitäten registriert wurden. Nach einer automatischen Abschaltung können Sie das Multimeter wieder einschalten, indem Sie den Drehschalter aus der Position OFF in eine beliebige andere Position bringen.

## 6. INSTANDHALTUNG



### Warnung

Entfernen Sie vor dem Auswechseln der Batterien oder Sicherungen die Messleitungen und sämtliche Eingangssignale, um die Gefahr von elektrischen Schlägen oder anderen Personenschäden auszuschliessen. Setzen Sie zur Vermeidung von Schäden am Gerät sowie von Personenschäden ausserdem nur Sicherungen desselben Typs oder äquivalente Sicherungen ein.

## Reinigung und Lagerung

Wischen Sie das Gehäuse regelmässig mit einem feuchten Lappen ab. Verwenden Sie aber zum Reinigen des Multimeters weder Scheuermittel noch Reinigungslösungen oder starke Reinigungsmittel.

Reinigen Sie die Eingangsbuchsen wie folgt :

1. Schalten Sie das Multimeter aus, und entfernen Sie alle Messleitungen.
2. Schütteln Sie eventuellen Schmutz aus den Eingangsbuchsen.
3. Tränken Sie einen neuen Tupfer mit Alkohol, und reinigen Sie den Bereich um die einzelnen Buchsen herum.

Wenn Sie das Multimeter voraussichtlich 60 Tage oder länger nicht benutzen werden, nehmen Sie die Batterien heraus, und bewahren Sie sie getrennt auf.

## Auswechseln von Batterie und Sicherungen

Das Multimeter wird von einer 9-Volt-Standardbatterie (NEDA 1604, JS006P oder IEC 6F 22) mit Strom versorgt. Der Stromeingang "mA  $\mu$ A" ist mit einer flinken F-Sicherung vom Typ 1000 V/440 mA IR 10 kA ( $F_{71}$ ) abgesichert, der "A"-Stromeingang mit einer flinken F-Sicherung vom Typ 1000 V/11 A IR 10 kA ( $F_{72}$ ). Die 440-mA-Sicherung ( $F_{71}$ ) und die 11-A-Sicherung ( $F_{72}$ ) dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausgewechselt werden.

## Fehlerbehebung

Wenn das Multimeter auch nach einem Auswechseln der Batterie oder der Sicherungen nicht funktioniert, überprüfen Sie es nochmals anhand der in dieser Anleitung beschriebenen Betriebsverfahren.

Wenn der Eingang "V/ $\Omega$ " des Multimeters zufällig oder unter ungewöhnlichen Betriebsbedingungen mit einer hohen Spannungsspitze (etwa durch einen Blitzschlag oder eine Einschaltspannungsspitze im System) beaufschlagt wurde, brennen die in Reihe liegenden Sicherungswiderstände wie Schmelzsicherungen durch, um den Benutzer und das Gerät zu schützen. Anschliessend zeigen die meisten Messfunktionen, die über diese Buchse ausgeführt werden, ein Verhalten wie bei einer Unterbrechung.

In diesem Fall sollten die in Reihe liegenden Sicherungswiderstände und die Funkenstrecken von qualifiziertem Fachpersonal ausgewechselt werden.

## 7. SPEZIFIKATIONEN

### Sicherheit und Einhaltung von Standards

Höchstzulässige Spannung zwischen einer beliebigen Buchse und Erde/Masse : 1000 V AC/DC

Erfüllte Sicherheitsstandards : CSA C22.2 No. 1010.1-92, ANSI/ISA-S82, 01-94 bis 1000 V, Überspannungskategorie III

Zertifizierungen : UL und cUL-Standard UL 3111-1 Erteilt; CE-Kennzeichnung erteilt

Überspannungsschutz : 8 kV (Spitzenwert) gemäss IEC 1010.1-92



Sicherung für mA- oder  $\mu$ A-Eingang : Sicherung flink, 1000 V / 440 mA IR 10 kA



Sicherung für A-Eingang : Sicherung flink, 1000 V / 11 A IR 10 kA

### Zubehör und Ersatzartikel

41.60.1055 Etui weich  
41.60.1445 Thermo Adapter (K Typ)  
41.60.1060 Prüfkabel Set (2 Prüfspitzen und 2 Krokodilklemmen)  
57.10.1030 Batterie AM-6  
41.60.1430 Sicherung 440 mA/ 1000 V  
41.60.1435 Sicherung 11 A/ 1000 V

### Physikalische Spezifikationen

Display (LCD) : Digitales Display mit 4000 Digits, Aktualisierungsrate 5 Messungen/Sekunde.

Betriebstemperaturbereich : 0°C bis 40°C

Lagertemperaturbereich : -20°C bis +60°C

Temperaturkoeffizient : Nennwert 0.15 x (spezifizierte Genauigkeit)/ °C (bei 0°C bis 18°C oder 28°C bis 40°C), soweit nicht anders spezifiziert

Relative Luftfeuchtigkeit : 0 % bis 80 % bei 0°C bis 35°C  
0 % bis 70 % bei 35°C bis 40°C

Höhe : Betrieb bis max. 2000 m  
Lagerung bis max. 10000 m  
Batterietyp : Eine 9-Volt-Batterie (NEDA 1604, JIS 006P oder IEC 6F 22)

Batterielebensdauer : 250 Stunden (typisch, Hintergrundbeleuchtung aus [703])  
750 Stunden (typisch, Hintergrundbeleuchtung ein [701])

Stösse und Vibrationen : Gemäss MIL-T-PRF-28800 für Geräte der Klasse II

Verschmutzungsgrad : 2

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) : Anfälligkeit – Kommerzielle Grenzwerte der EN 50082-1  
Emissionen – Kommerzielle Grenzwerte der EN 50081-1

Abmessungen (H x B x T) : 40.5 x 92 x 172 mm

Gewicht : Ca. 386 g

Kalibrierintervall : 1 Jahr

### Übersicht über die Gerätemerkmale

Hintergrundbeleuchtung : Leichtes Ablesen des Displays auch in schwach beleuchteten Umgebungen

Schnelle automatische Bereichsumschaltung : Das Multimeter wählt selbsttätig den optimalen Messbereich

HOLD-Funktion : Halten der Display-Anzeige

Durchgangs- und Leerlaufprüfung : Über akustisches Signal

Deckel für Batterie- und Sicherungsfach : Auswechseln von Batterie oder Sicherungen ohne Verletzung des Kalibriersiegels möglich

Schlagfestes Kunststoffgehäuse : Schutztaschenfunktion

## Elektrische Spezifikationen

Die Genauigkeit ist angegeben als  $\pm$  (% vom Anzeigewert + Anzahl der niedrigstwertigen Stellen) bei 18°C bis 28°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von weniger als 80% für eine Zeitspanne von einem Jahr nach der Kalibrierung.

Die Genauigkeitswert für die echte Effektivwertmessung sind spezifiziert für den Bereich von 5% bis 100% des Messbereichs, soweit nichts anderes angegeben ist. Der Crest-Faktor beträgt  $< 3:1$  am Messbereichsende und  $< 6:1$  in der Mitte des Messbereichs.

### Gleichspannung

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	
		701	703
400 mV	100 $\mu$ V	0.5 % + 2 LSB	0.5 % + 2 LSB
4 V	1 mV		
40 V	10 mV		
400 V	100 mV		
1000 V	1 V	0.75 % + 3 LSB	0.75 % + 3 LSB

NMRR :  $> 60$  dB bei 50/60 Hz  
 CMRR :  $> 120$  dB bei DC und 50/60 Hz,  $R_s=1$  k $\Omega$   
 Eingangsimpedanz : 10 M $\Omega$ , 30 pF Nennparallelkapazität  
 (50 M $\Omega$ , 100 pF Nennparallelkapazität im Bereich 400 mV)

### Wechselspannung

Bereich	Auflösung	Genauigkeit			
		40 bis 400 Hz		400 Hz bis 1 kHz	1 kHz bis 20 kHz
		701	703	703	
400 mV	100 $\mu$ V	0.75 % + 3 LSB	2.0 % + 10 LSB	2.0 % + 10 LSB	
4 V	1 mV		0.75 % + 3 LSB	2.0 % + 3 LSB	
40 V	10 mV				
400 V	100 mV				
1000 V	1 V	1.0 % + 5 LSB	1.0 % + 5 LSB	2.0 % + 5 LSB <sup>*1</sup>	-

CMRR :  $> 60$  dB bei DC bis 60 Hz,  $R_s = 1$  K $\Omega$   
 Eingangsimpedanz : 10 M $\Omega$ , 30 pF Nennparallelkapazität  
 (50 M $\Omega$ , 100 pF Nennparallelkapazität im Bereich 400 mV)

\*1: Genauigkeit im Frequenzbereich 400 Hz bis 1 kHz

## Gleichstrom

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	
		701	703
400 $\mu$ A	0.1 $\mu$ A	1.0 % + 2 LSB	1.0 % + 2 LSB
4000 $\mu$ A	1 $\mu$ A		
40 mA	10 $\mu$ A		
400 mA	100 $\mu$ A		
4 A	1 mA	1.5 % + 5 LSB	1.5 % + 5 LSB
10 A	10 mA		

## Wechselstrom

Bereich	Auflösung	Genauigkeit		
		40 bis 400 Hz		400 Hz bis 10 kHz
		701	703	703
400 $\mu$ A	0.1 $\mu$ A	1.0 % + 5 LSB	1.0 % + 5 LSB	1.5 % + 5 LSB
4000 $\mu$ A	1 $\mu$ A			
40 mA	10 $\mu$ A			
400 mA	100 $\mu$ A			
4 A	1 mA	1.5 % + 10 LSB	1.5 % + 10 LSB	2.0 % + 10 LSB
10 A	10 mA			

## Widerstand

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	
		701	703
400 $\Omega$	0.1 $\Omega$	1.0 % + 5 LSB	1.0 % + 5 LSB
4 k $\Omega$	1 $\Omega$		
40 k $\Omega$	10 $\Omega$	0.5 % + 3 LSB	0.5 % + 3 LSB
400 k $\Omega$	100 $\Omega$		
4 M $\Omega$	1 k $\Omega$	1.0 % + 5 LSB	1.0 % + 5 LSB
40 M $\Omega$	10 k $\Omega$	1.5 % + 10 LSB	1.5 % + 10 LSB

Leerlaufspannung :  $< 1.3$  VDC

## Durchgangsprüfung

Schwellenwert für Signalton : Der Signalgeber erzeugt einen Signalton, wenn der Widerstand unter 10 Ω liegt, und schaltet sich wieder ab, wenn der Widerstand über ca. 60 Ω steigt.	
Ansprechzeit	: < 1 ms

## Dioden-Funktionsprüfung

Bereich	Genauigkeit	Prüfstrom (typisch)	Leerlaufspannung
4 V	2 %	0.25 mA	< 1.5 VDC

## Kapazität

Bereich	Auflösung	Genauigkeit *1	
		701	703
*1 40 nF	10 pF	2.5 % + 10 LSB	2.5 % + 10 LSB
400 nF	100 pF		
4 µF	1 nF		
40 µF	10 nF		
100 µF	100 nF		

\*1. Genauigkeit bei Folien- oder höherwertigen Kondensatoren und Verwendung der Funktion Relativmessung

## Frequenz- und Tastverhältnismessung

Bereich	Auflösung	Genauigkeit		Anmerkung
		701	703	
5 Hz	0.001 Hz	0.05 % + 3 LSB	0.05 % + 3 LSB	Minimale Frequenz : 0.5 Hz  Empfindlichkeit : 5 Hz–1 MHz, > 250 mV 1–10 MHz > 350 mV
50 Hz	0.01 Hz			
500 Hz	0.1 Hz			
5 kHz	1 Hz			
50 kHz	10 Hz			
500 kHz	100 Hz			
5 MHz	1 kHz			
10 MHz	10 kHz			
0.1% bis 99.9%	0.1%	0.5 Hz bis 500 kHz (Impulsbreite > 2 µs) (0.1% + 0.05% pro kHz + 1 LSB) für 5-V-Eingangssignal (nur Logiksignale)		

## Temperatur (nur Modell 703)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
- 40°C bis -10°C (-40°F bis 14°F)	1 °C 1 °F	3% ± 5°C (3% ± 5°F)
- 10°C bis 400°C (14°F bis 752°F)	1 °C 1 °F	1% ± 3°C (1% ± 3°F)
400°C bis 1300°C (752°F bis 2372°F)	1 °C 1 °F	3% vom Anzeigewert (3% vom Anzeigewert)

\* Diese Spezifikation gilt nur für eine Umgebungstemperatur von 23°C (73.4 °F).

## Empfindlichkeit des Frequenzzählers

Bereich	Minimale Empfindlichkeit (Effektivwert, Sinus)	
	40 Hz bis 10 kHz	40 Hz bis 20 kHz
V (4 V bis 1000 V)	500 mV	500 mV
µA (400 µA bis 4 mA)	> 15 % vom Wechselspannungs-Bereichsendwert	Nicht spezifiziert
mA (40 mA bis 400 mA)	> 15 % vom Wechselspannungs-Bereichsendwert	Nicht spezifiziert
A (4.0 A bis 10 A)	> 45 % vom Wechselspannungs-Bereichsendwert	Nicht spezifiziert

## Bürdespannung ( A, mA, µA)

Funktion	Bereich	Bürdespannung (typisch)
mA / µA	400 µA	150 µV / µA
	4000 µA	150 µV / µA
	40 mA	3.3 mV / mA
	400 mA	3.3 mV / mA
10 A	4 A	0.03 V / A
	10 A	0.03 V / A