



ROHDE & SCHWARZ

Geschäftsbereich
Meßtechnik

Betriebshandbuch

DIGITAL MULTIMETER

UDL45

1037.1507.02

ENGLISH MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DIVIDER

JAN

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

INHALTSVERZEICHNIS

Technische Daten.....	D.1
1. Einleitung	1.1
1.1 Das Digitalmultimeter UDL45.....	1.1
1.2 Funktionsbeschreibung.....	1.1
2. Betriebsvorbereitung	2.1
2.1 Einleitung.....	2.1
2.2 Auspacken.....	2.1
2.3 Inspektion.....	2.1
2.4 Bedienung des Aufstellgriffes.....	2.1
2.5 Stromversorgung.....	2.2
2.5.1 Netzbetrieb.....	2.2
2.5.2 Betrieb mit internem Akku.....	2.2
2.6 Bedienungselemente an der Frontplatte und Anschlüsse.....	2.3
2.6.1 Funktionstasten.....	2.3
2.6.2 LC-Display.....	2.3
2.6.3 Eingangsbuchsen.....	2.3
2.6.4 Sicherung für Strombereich.....	2.7
2.7 Rückseite.....	2.7
3. Manuelle Bedienung	3.1
3.1 Einleitung.....	3.1
3.2 Einschalten des UDL45.....	3.1
3.3 Wahl der Meßfunktion.....	3.1
3.4 Wahl des Meßbereiches.....	3.2
3.4.1 Automatische Bereichswahl.....	3.2
3.4.2 Manuelle Bereichswahl.....	3.3
3.5 Zusatzfunktionen.....	3.3
3.5.1 Zusatzfunktionsmenü starten.....	3.5
3.5.2 Status der Zusatzfunktionen prüfen.....	3.5
3.5.3 Benützung der PRINT-Funktion.....	3.6
3.5.4 Benützung der FILTER-Funktion.....	3.7
3.5.5 Baudrateneinstellung.....	3.8
3.5.6 Kalibrierfunktion.....	3.8
3.5.7 Relativfunktion.....	3.8
4. Applikationen	4.1
4.1 Einleitung.....	4.1
4.2 Meßhinweise.....	4.1
4.2.1 Messen von Widerständen, Spannungen oder Frequenzen.....	4.2
4.2.2 Strommessungen.....	4.2
4.2.3 Vierpolige Widerstands- und Temperaturmessung.....	4.3
4.3 Messung von Gleichspannungen.....	4.3
4.3.1 Fehlerquellen.....	4.3
4.3.2 Gleichtaktunterdrückung.....	4.4
4.3.3 Serientaktunterdrückung.....	4.5
4.4 Gleichstrommessung.....	4.5
4.5 Wechselspannungs- und Strommessung.....	4.7

INHALT

4.6 Widerstandsmessung.....	4.9
4.6.1 Zweidraht-Widerstandsmessung.....	4.10
4.6.2 Vierdrahtmessungen.....	4.10
4.7 Temperaturmessung.....	4.11
4.8 Frequenzmessung.....	4.13
4.9 Filterung.....	4.14
5. Fernsteuerung über RS232-Schnittstelle.....	5.1
5.1 Einleitung.....	5.1
5.2 Benützung der RS232-Schnittstelle.....	5.1
5.2.1 Die RS232-Steckverbindung.....	5.1
5.2.2 Anschluß an einen Steuerrechner.....	5.2
5.2.3 Anschluß an ein Terminal.....	5.3
5.2.4 Anschluß eines Druckers.....	5.4
5.3 Fernsteuerungsbefehle des UDL45.....	5.4
5.3.1 Funktionsbefehle.....	5.6
5.3.2 Abfragebefehle (Query).....	5.8
6. Wartung.....	6.1
6.1 Einleitung.....	6.1
6.2 Reinigung.....	6.1
6.3 Fehlersuche.....	6.1
6.4 Ersetzen der Stromkreissicherung.....	6.2
6.5 Umstellen der Netzspannung.....	6.3
6.6 Ersetzen der Netzsicherung.....	6.6
6.7 Ersetzen des Akkus.....	6.6
6.8 Kalibration.....	6.9
6.8.1 Die elektronische Kalibration.....	6.9
6.8.2 Aufrufen der CAL-Funktion.....	6.10
6.8.3 normaler Kalibrationsablauf (CAL-Routine #0).....	6.12
6.8.4 Eingabe eines neuen Passwortes (CAL-Routine #1).....	6.20
6.8.5 Kalibrierwerte ersetzen (CAL-Routine #2).....	6.20
6.8.6 Display Test (CAL-Routine #3).....	6.21
6.9 Ferngesteuerte Kalibrierung.....	6.21
6.9.1 Kalibrierung über RS232-SCHNITTSTELLE.....	6.22
6.9.2 Abschluß einer ferngesteuerten Kalibration.....	6.27
ANHANG ASCII codes.....	A.1

TECHNISCHE DATEN

Funktionen	Messung von Gleich- und Wechselspannung, Gleich- und Wechselstrom, Widerstand (zweipolig und vierpolig), Frequenz, Temperatur; automatische und manuelle Bereichswahl, PRINT-, FILTER-, BAUD- und CAL-Zusatzfunktionen
Anzeige	13 mm hohe Flüssigkristallanzeige (LCD) Darstellung von Meßfunktion und Einheiten: AC, DC, V, I, R, 4T, F, T; M, k, m, V, A, niedrige Batteriespannung, Anzeige von UNCAL (Gerät nicht kalibriert), REM (Fernbedienung aktiv), AUTO (automatische Bereichswahl) sowie Markierungsdreieck für Zusatzfunktionen
Meßgeschwindigkeit	3 Anzeigewerte/s
Schnittstelle	RS-232-C-Schnittstelle zum Anschluß eines Druckers oder Rechners; 9poliger Sub-D-Stecker; maximales Potential gegen die Eingangsbuchsen 500 V
Einlaufzeit	15 min für volle Genauigkeit
Meßanschlüsse	HI, LO, HI SENSE, LO SENSE, Eingänge für Strommessung
Maximale Eingangsspannung	450 V DC oder AC RMS zwischen HI und LO in jedem Bereich, 500 V DC oder AC RMS zwischen beliebiger Eingangsbuchse und Masse
Maximaler Meßstrom	2 A DC oder RMS

Falls nicht anders angegeben, sind die Fehlergrenzen in \pm (% vom Meßwert + digit) bei 18...28 °C angegeben (ein digit entspricht 0,0005 % des Vollausschlages).

TECHNISCHE DATEN

GLEICHSPANNUNGSMESSUNG

Bereich	Auflösung	Eingangswiderstand	Fehlertoleranzen		
			24 Stunden (22-24°C)	90 Tage (18-28°C)	1 Jahr (18-28°C)
20 mV*	0.1 µV	> 10 GΩ	0.0040%+20	0.0060%+30	0.0080%+30
200 mV	1 µV	> 10 GΩ	0.0025%+2	0.0040%+3	0.0060%+3
2 V	10 µV	> 10 GΩ	0.0015%+2	0.0025%+2	0.0030%+2
20 V	0.1 mV	10 MΩ	0.0015%+2	0.0025%+2	0.0035%+2
200 V	1 mV	10 MΩ	0.0015%+2	0.0025%+2	0.0035%+2
450 V	10 mV	10 MΩ	0.0020%+2	0.0030%+2	0.0045%+2

* nicht bei Autorange

Gleichtaktunterdrückung >140 dB bei DC, 50 oder 60 Hz AC,
1 kΩ x Unsymmetrie des Eingangswiderstandes

Serientaktunterdrückung >60 dB bei 50 oder 60 Hz, $U_S < 1/10$ des
Vollausschlages, $(U_S + U) < \text{Vollausschlag}$

Temperatureinfluß $\pm(0,0005 \% + 0,3 \text{ digit} + 0,2 \mu\text{V})/^\circ\text{C}$
bei 0...18 °C und 28...50 °C

WECHSELSPANNUNGSMESSUNG (Echte Effektivbewertung)

Frequenz	Fehlertoleranzen*		
	200 mV Bereich	2 V, 20 V, 200V Bereiche	450 V Bereich
20-50 Hz	1.10 % + 150	1.10 % + 200	1.10 % + 100
50-100 Hz	0.40 % + 150	0.35 % + 100	0.35 % + 50
100 Hz-10 kHz	0.30 % + 300	0.25 % + 100	0.25 % + 50
10-20 kHz	1.00 % + 700	0.35 % + 500	0.35 % + 200
20-30 kHz	—	1.00 % + 700	1.00 % + 500
Auflösung	1µV	10µV, 0.1mV, 1mV	10mV

* Sinusspannung >10% des Meßbereiches.

Eingangswiderstand 1 MΩ || <60 pF

Scheitelfaktor <5

Gleichtaktunterdrückung >140 dB bei DC, >80 dB bei 50 oder 60 Hz
mit 1 kΩ Unsymmetrie im Eingangswiderstand

WIDERSTANDSMESSUNG

Die Fehlergrenzen gelten für 4-Draht-Messung. Es können Zuleitungswiderstände bis zu 1 % des Vollausschlages je Meßzuleitung kompensiert werden. Bei herkömmlichen 2-Draht-Messungen kann ein Offset bis zu 100 mΩ entstehen.

Bereich	Auflösung	Meß-Strom	Fehlergrenzen		
			24 Stunden (22-24°C)	90 Tage (18-28°C)	1 Jahr (18-28°C)
200Ω	1 mΩ	1 mA	0.003%+3	0.006%+3	0.008%+4
2 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.003%+2	0.005%+3	0.007%+3
20 kΩ	0.1Ω	10 µA	0.002%+2	0.005%+2	0.007%+3
200 kΩ	1Ω	10 µA	0.002%+2	0.005%+2	0.008%+3
2 MΩ	10Ω	1 µA	0.012%+3	0.025%+3	0.027%+3
20 MΩ*	100Ω	0.1 µA	0.035%+3	0.055%+4	0.065%+4

* nur Zweidrahtmessung.

Temperatureinfluß

Bereich	Temperaturzusatzfehler (% v.M. + Digits)/°C
200Ω	0.0010 + 0.3
2kΩ - 200kΩ	0.0008 + 0.3
2MΩ	0.0020 + 0.3
20MΩ	0.0150 + 0.3

GLEICHSTROMMESSUNG

Bereich	Auflösung	Fehlergrenzen
200 mA	1 µA	0.05% + 50
2A, ≤ 1A	10 µA	0.05% + 5
> 1A	10 µA	0.1% + 5

TECHNISCHE DATEN

WECHSELSTROMMESSUNG (Echte Effektivbewertung)

Frequenz	Fehlergrenzen	
	200mA Bereich	2A Bereich
20 – 50Hz	0.7 + 250	0.7 + 200
50 – 1kHz	0.65 + 150	0.6 + 150
1 – 5kHz	0.50 + 100	0.5 + 150
Auflösung	1 μ A	10 μ A

Der Fehler von 5 kHz bis 20 kHz beträgt typisch \pm (0.80 % + 300 digit) für den 200 mA Bereich und \pm (0.70 % +300 digit) für den 2 A Bereich.

Scheitelfaktor ≤ 5
Meßwiderstand 0,1 Ω in allen Bereichen

FREQUENZMESSUNG

Bereich	Auflösung	Meßzeit
200 kHz	1 Hz	1 sec
2 MHz	10 Hz	100 ms
20 MHz	100 Hz	100 ms
25 MHz	1000 Hz	100 ms

Fehlergrenzen 0,005 % + 2
Eingangswiderstand 1 M Ω // 30 pF
Minimale Meßspannung 200 mV

TEMPERATURMESSUNG

Bereich	Auflösung	Fehlergrenzen*
-200°C to +250°C	0.1°C	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
-328°F to +482°F	0.1°F	$\pm 0.5^\circ\text{F}$

* ohne Fehler der Temperatursonde.

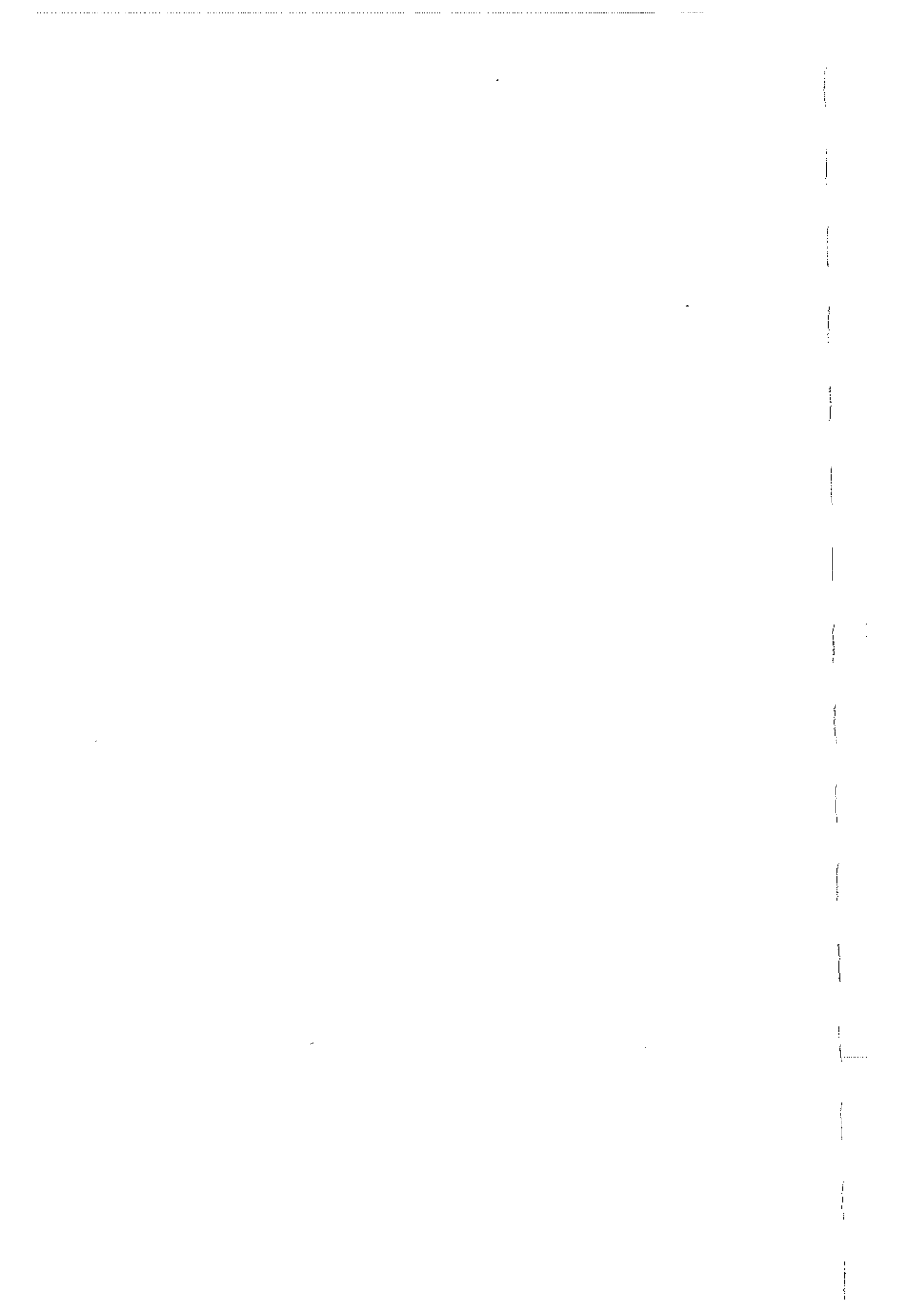
Die Temperaturmessung erfolgt mit einem PT100-Temperaturfühler nach DIN 43760

Meßstrom 1 mA

TECHNISCHE DATEN

ALLGEMEINE DATEN:

Betriebstemperaturbereich	0...50 °C
Lagertemperaturbereich	-25...70 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	maximal 93 % bei 0...40 °C
Stromversorgung	
Netz	88...132 V oder 176...264 V
Batterie	(intern umschaltbar), 47...63 Hz, 5 VA eingebauter Nickel-Cadmium-Akku, Betriebsdauer >10 h, Ladezeit etwa 14 h
Elektromagnetische Verträglichkeit	entsprechend IEC 801, CISPR 11, VDE 0871 Klasse B
Elektrische Sicherheit	Standards nach IEC 66 E Kategorie II, Degree I (Entwurf), ANSI/IS-S82.01, VDE 0411/100, CSA Bulletin 556 B
Abmessungen (B x H x T)	254 mm x 76 mm x 216 mm
Gewicht	1,6 kg
Bestellangaben	
Bestellbezeichnung	> Digital Multimeter UDL45 1037.1507.02
Mitgeliefertes Zubehör	Meßkabel, Netzkabel, Beschreibung
Empfohlene Ergänzungen	
150-A-Strommeßzange	UDL4-Z3 346.8113.02
1000-A-Strommeßzange	UDL4-Z4 346.8165.02
Hochspannungstastkopf	UZ-2 277.8314.02
Temperaturmeßmodul	UZ-10 277.8014.02
Tauchfühler	UZ-11 277.8095.02
Oberflächenfühler	UZ-12 277.8120.02
Feindrahtfühler	UZ-13 277.8150.02
Zubehörtasche	ZZT-91 827.6365.00



1. EINLEITUNG

1.1 DAS DIGITALMULTIMETER UDL45

Das UDL45 von Rohde&Schwarz ist ein 5 1/2-stelliges Netz- und Batteriebetriebenes Digitalmultimeter. Durch modernste Technologie und hochintegrierte Schaltungen bietet es überragende Eigenschaften und Genauigkeit. Zusätzlich zu den üblichen Widerstands-, Spannungs- und Strommessungen bietet das UDL45 Temperatur- und Frequenzmessungen zusammen mit menügesteuerten Druck-, Filter- und Fernsteuerfunktionen. Das UDL45 erreicht seine ausgezeichnetes Preis- / Leistungsverhältnis durch seinen speziellen A/D-Wandler. Dieser zum Patent angemeldete A/D-Wandler nutzt ein neues SSI™-Verfahren (Successivly Summed Integration) um mit einem Minimum an Aufwand hohe Genauigkeit und Auflösung zu erzielen.

1.2 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Das vereinfachte Blockschaltbild des UDL45 zeigt Bild 1-1. Alle Meßabläufe im UDL45 werden vom Mikroprozessor gesteuert. Die Bedienungstasten an der Frontplatte veranlassen den Mikroprozessor, die entsprechende Hardwareeinstellungen für die entsprechende Messung vorzunehmen. Das Eingangssignal wird über den eingestellten Meßkreis verarbeitet und digitalisiert. Der Mikroprozessor zeigt das Meßergebnis an dem LC-Display an. Das RS232-Interface ermöglicht die Kommunikation eines externen Rechners mit dem Mikroprozessor.

Das UDL45 hat fünf Eingangsbuchsen: HI und LO für die meisten Signale, A für AC und DC-Strommessung und HI-/LO Sense für vierdraht-Widerstands- und Temperaturmessungen. Eine Sicherung und ein Strommeßwiderstand sind in Serie zwischen A- und LO-Buchse geschaltet. Alle 5 Eingangsbuchsen werden über Relais durch den Mikroprozessor geschaltet. Der Mikroprozessor schaltet die zugehörigen Relais und konfiguriert den richtigen Signalweg für die gewünschte Funktion. Der Mikroprozessor bedient ebenfalls die Analogschalter, die den Signalweg schalten. Mit Ausnahme der Frequenzmessung werden alle Signale durch den Eingangsverstärker zum A/D-Wandler geführt. Der Verstärker paßt das Eingangssignal an die Aussteuerung des A/D-Wandlers an. Wechselspannungen und -Ströme werden verstärkt und werden im Effektivwertgleichrichter gleichgerichtet bevor sie im A/D-Wandler digitalisiert werden. Bei Frequenzmessung wird das Eingangssignal auf einen Zähler gegeben, der von dem Mikroprozessor ausgelesen wird.

SSI™ ist ein eingetragenes Warenzeichen für Analogic Corporation

EINLEITUNG

Die Analog-Digitalwandlung wird mit einem neuartigen Verfahren Successively Summed Integration (SSI™) durchgeführt. Dieses hochgenaue Verfahren gibt digitale Werte proportional zum Eingangssignal an den Mikroprozessor.

Der 8-bit-Mikroprozessor kontrolliert alle Funktionen des UDL45, er hat 1 kByte Speicher für Kalibrationsdaten, 32 kByte Programmspeicher und 8 kByte RAM.

Mit den Eingangsregistern des Mikroprozessors werden die Tastatur und der Zähler für die Frequenzmessung eingelesen, die Ausgangsregister steuern die Relais, Analogschalter und das Display.

Das RS232-Interface ist über Optokoppler und Pegelwandler vom Mikroprozessor isoliert. Die Optokoppler erlauben eine schwebende Spannungsmessung bei einem geerdeten Steuerrechner.

Die Stromversorgung besteht aus dem Netztransformator, Gleichrichter, Ladeschaltung, Akku und einem Schaltregler. Der Netztransformator kann mit Brücken für 100 V, 120 V oder 220...240 V Wechselspannung eingestellt werden. Eine Sicherung schützt den Netzstromkreis vor Überlastung. Der Akku besteht aus 5 Ni-Cd-Zellen. Der Akku wird geladen, solange das UDL45 am Netz angeschlossen ist. Der Schaltregler erzeugt 5 V und ± 12 V für die Schaltung des UDL45. Eine getrennte 5 V-Versorgung versorgt die RS232-Schnittstelle. Außerdem werden noch ± 5 V und 10 V als Referenz für den A/D-Wandler und die Widerstandsmessung erzeugt.

SSI™ ist ein eingetragenes Warenzeichen für Analogic Corporation

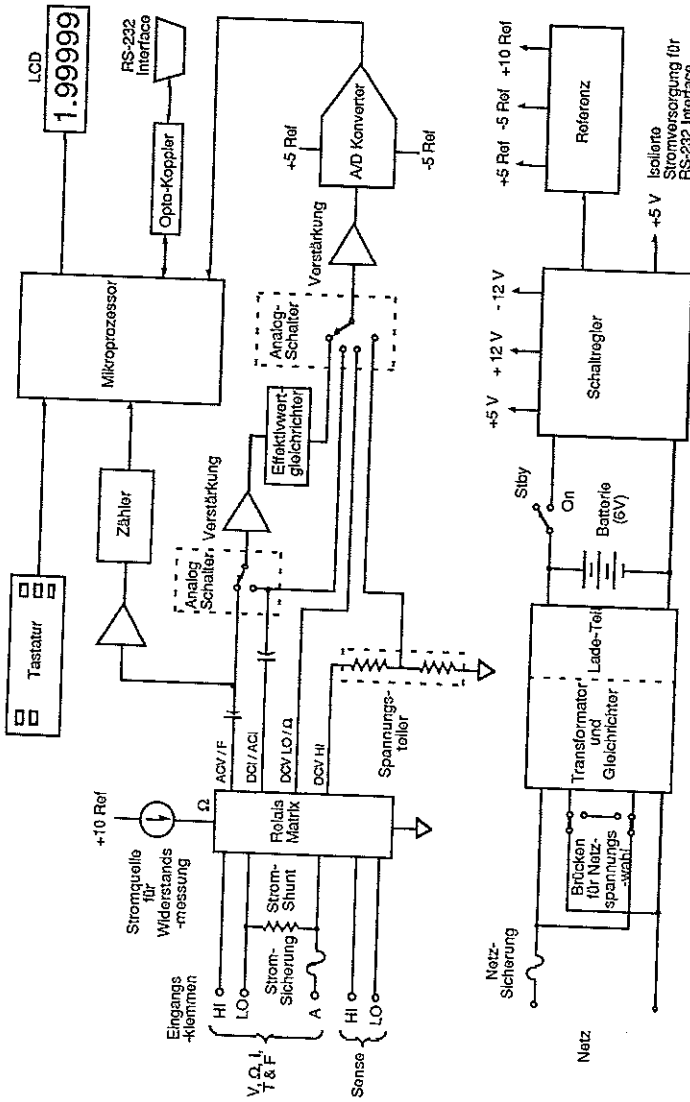


Bild 1-1. Blockschaltbild UDL45

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

2. BETRIEBSVORBEREITUNG

2.1 EINLEITUNG

Dieses Kapitel beinhaltet das Auspacken, notwendige Stromversorgung und die Beschreibung der Front- und Rückplatte des Gerätes.

2.2 AUSPACKEN

Die Verpackung enthält:

Das Multimeter UDL45
Dieses Betriebshandbuch

Testleitungen
Netzka-
bel

- 1) Den Karton auf eine ebene Fläche legen und oben öffnen
- 2) Netzkabel und sonstige lose Teile entnehmen
- 3) Die Styroporteile auf beiden Seiten des UDL45 festhalten und vorsichtig nach oben aus dem Karton ziehen
- 4) Bewahren Sie alles Verpackungsmaterial für einen eventuellen Versand im Service- oder Reparaturfall auf.

2.3 INSPEKTION

Prüfen Sie das UDL45 nach dem Auspacken sorgfältig auf Beschädigungen oder fehlende Teile, benachrichtigen Sie Ihre zuständige Werksvertretung falls Sie eine Beanstandung haben.

WICHTIG

Vor der ersten Inbetriebnahme mit Akkubetrieb muß der Akku geladen werden. Zunächst mit Netzbetrieb betreiben. Siehe Abschnitt 2.5 Stromversorgung.

2.4 BEDIENUNG DES AUFSTELLGRIFFES

Der Griff kann in mehreren Positionen je nach Anwendung gebracht werden.

Verstellen des Griffes:

- 1) die Enden des Griffes auf beiden Seiten des Gerätes nach außen ziehen und den Griff in die gewünschte Position drehen.
- 2) Griff loslassen und einrasten

BETRIEBSVORBEREITUNG

2.5 STROMVERSORGUNG

Das UDL45 kann mit internem Akku oder vom Netz betrieben werden. Für den Betrieb am Netz wird das Gerät mit dem mitgelieferten Netzkabel angeschlossen. Vor dem Batteriebetrieb muß der Akku zunächst aufgeladen werden.

2.5.1 NETZBETRIEB

ACHTUNG

Das UDL45 kann für 100 V, 120 V oder 220...240 V-Betrieb eingestellt werden. Überzeugen Sie sich, daß die Netzspannung korrekt eingestellt ist, bevor Sie das Gerät an das Netz anschließen. Bei Anschluß eines für 100 oder 120 V eingestellten Gerätes an 220 V wird die eingebaute Sicherung ansprechen. Die Akkulebensdauer wird reduziert, wenn Sie das Gerät für 100 V eingestellt haben und an 120 V betreiben. Der Akku wird nicht geladen, wenn die Netzspannung niedriger als der eingestellte Wert ist. Das UDL45 wird mit einem Euro-Netzkabel mit Schutzleiteranschluß ausgeliefert und ist ab Werk auf 220/240 V eingestellt. Siehe Kapitel 6.6 zum Umstellen auf andere Spannungen.

2.5.2 BETRIEB MIT INTERNEM AKKU

Vor der ersten Inbetriebnahme muß der eingebaute Akku aufgeladen werden, dazu ist das Gerät an das Netz wie in 2.5.1 beschrieben anzuschließen. Die Ladezeit beträgt 12 bis 16 Stunden für eine Volladung. Das UDL45 kann während der Ladung ohne Beeinträchtigung benutzt werden. Im Interesse einer hohen Lebensdauer des Akkus sollte die Ladung bei Umgebungstemperaturen von 18 °C bis 28°C stattfinden. Längere Lagerungsdauer kann die Kapazität des Akkus vorübergehend etwas reduzieren. Nach ein bis drei Lade- Entladezyklen ist die Kapazität wieder normal verfügbar.

2.6 BEDIENUNGSELEMENTE AN DER FRONTPLATTE UND ANSCHLÜSSE

Die Frontplatte des UDL45 (Bild 2-1) enthält die Tasten, das LC-Display, Eingangsbuchsen und eine Sicherung, die den Strommeßkreis absichert.

2.6.1 FUNKTIONSTASTEN

Die Funktionstaste sind links und rechts des LC-Displays angebracht. Der Ein-Ausschalter und die Taste zur Funktionswahl sind links vom Display, die Tasten zur Bereichswahl und Print/Enter sind rechts vom Display angeordnet. Diese Tasten dienen zur einfachen, schnellen Wahl der Funktionen und Bereiche als auch zur einfachen Einstellung der Zusatzfunktionen. Die Funktionen dieser Tasten sind in Tabelle 2-1 beschrieben. Weitere Informationen in Kapitel 3, Manuelle Bedienung.

2.6.2 LC-DISPLAY

Das LC-Display an der Frontplatte des UDL45 zeigt Ihnen Betrag, Einheit und den Zustand des UDL45 an. Alle Anzeigen und Elemente sind in Bild 2-2 abgebildet. Die Bedeutung der Anzeigen ist in der Tabelle 2-2 beschrieben.

2.6.3 EINGANGSBUCHSEN

Die Eingangsbuchsen des UDL45 (Bild 2-3) sind an der rechten Seite der Frontplatte angeordnet. Der Maximalwert der Eingangsspannung zwischen HI- und LO-Buchse darf 450 V Gleichspannung oder Wechselfspannung betragen (Ausnahme Strommeßbuchse). Die maximal zulässige Spannung zwischen irgend einer Buchse und Schutzerde darf 500 V Gleich- oder Wechselfspannung betragen. Die Tabelle 2-3 zeigt, welche Eingänge für welche Messung benutzt wird. Weitere Hinweise siehe Kapitel 4, Applikationen.

BETRIEBSVORBEREITUNG

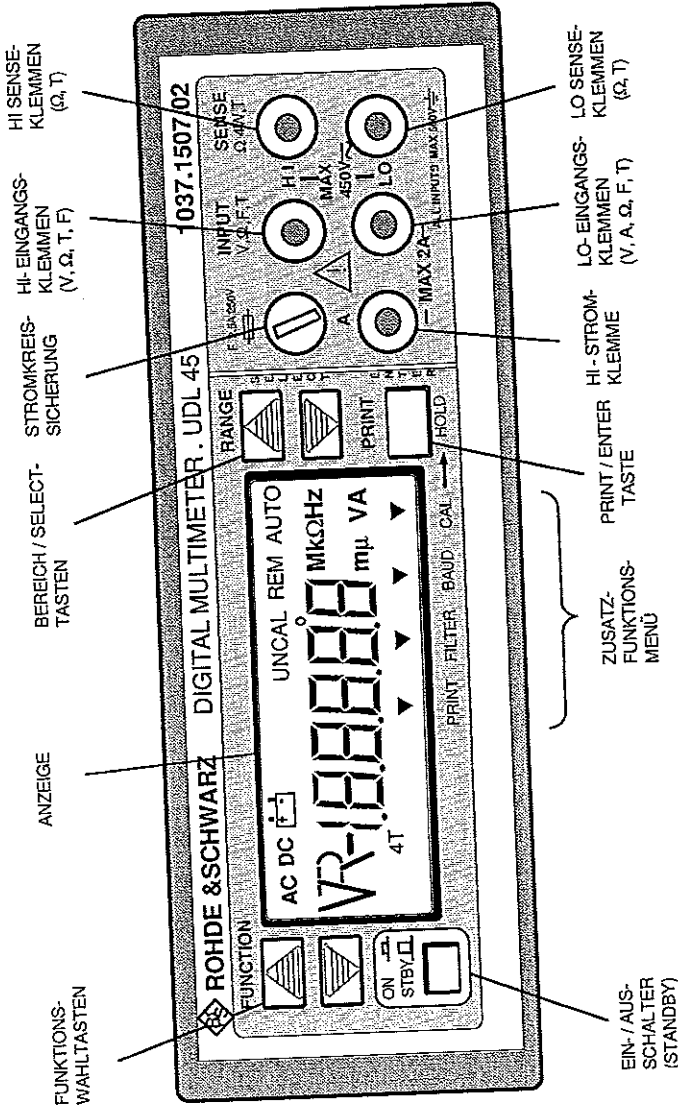


Bild 2-1. Frontplatte

BETRIEBSVORBEREITUNG

Tabelle 2-1 Bedienungselemente an der Frontplatte

Taste	Funktion
On/Standby	On: schaltet die interne Stromversorgung an Standby: Gerät ist abgeschaltet Solange das UDL45 am Netz angeschlossen ist, wird der eingebaute Akku geladen
Function	Wählt die Meßfunktion. Diese beiden Tasten rollen aufwärts oder abwärts durch das Funktionsmenü In dieser Beschreibung werden diese Tasten als FUNCTION ▼ oder FUNCTION ▲ bezeichnet
Range/Select	Wählt einen Meßbereich für die vorher gewählte Meßfunktion. Mit diesen Tasten werden auch die Parameter der Zusatzfunktionen ausgewählt. In dieser Beschreibung werden diese Tasten als RANGE ▼ und RANGE ▲ bezeichnet.
Print/Enter	Sendet den Meßwert an einen angeschlossenen Drucker über die RS232-Schnittstelle wenn die Print-Funktion aktiviert ist. Wählt eine der vier Zusatzfunktionen. Übernimmt die gewählten Parameter der Zusatzfunktionen in den Speicher.

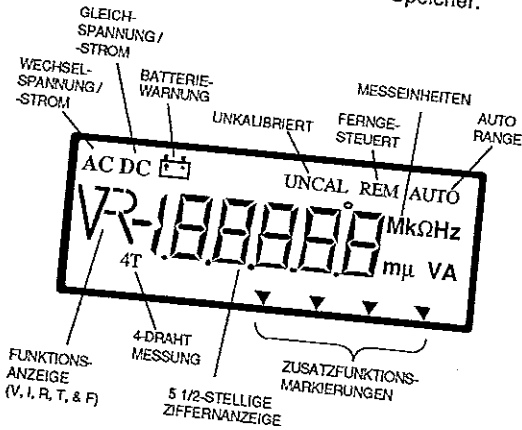



Bild 2-2 LCD-Anzeigen

BETRIEBSVORBEREITUNG

Tabelle 2-2 Anzeigen

Anzeige	Bedeutung
AC	Wechselspannungs- oder Strommessung
DC	Gleichspannungs- oder Strommessung
	Der Akku hat nur noch weniger als ca. 1/3 seiner Kapazität
UNCAL	Die Kalibrationswerte wurden zerstört
REM	blinkende Anzeige: RS232-Schnittstelle ist aktiv Daueranzeige: Tasten an der Frontplatte sind verriegelt (Local lock out)
AUTO	automatische Bereichswahl
VR	zeigt die gewählte Meßfunktion an. Dieses Symbol zeigt die Buchstaben V (Spannung), I (Strom), R (Widerstand), T (Temperatur) und F (Frequenz) an.
MkΩHz mμ VA	Meßeinheit, zur jeweiligen Meßfunktion leuchtet die zugehörige Einheit auf
4T	Vierdraht- Widerstands- oder Temperaturmessung
▼	zeigt die gewählte Zusatzfunktion an. Die Dreiecksmarkierung steht über der zugehörigen Beschriftung auf der Frontplatte

ACHTUNG

Niemals die auf der Frontplatte angegebenen maximalen Werte für Eingangsspannungen- und Ströme überschreiten. Die Überschreitung der Maximalwerte kann zu einer persönlichen Gefährdung und zur Zerstörung des UDL45 führen. Eine Überlastung des Gerätes führt zum Erlöschen der Garantie.

BETRIEBSVORBEREITUNG

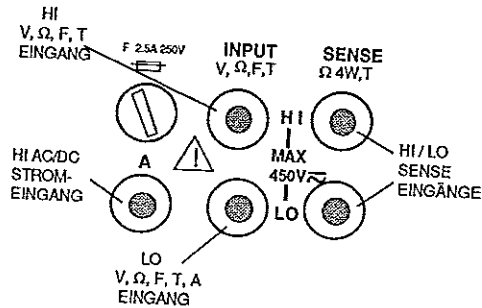


Bild 2-3 Anschlußklemmen

Tabelle 2-3 Anschlußklemmen

Meßfunktion	zu benützende Buchsen
Widerstand, Spannung oder Frequenz	HI/LO V, Ω, F, T
Strom	A/LO V, Ω, F, T
Vierdraht-Widerstands-oder Temperaturmessung	HI/LO V, Ω, F, T HI/LO SENSE

2.6.4 SICHERUNG FÜR STROMBEREICH

Der maximal zulässige Meßstrom ist 2 A Effektivwert- oder Gleichstrom. Bei Überschreitung schützt die an der Frontplatte eingebaute Sicherung, die in Serie zum Strommeßwiderstand angebracht ist, das UDL45. Die Sicherung hat einen Wert von 2,5 A/250 V mit flinker Charakteristik (DIN 41571). Siehe Kapitel 6.4, Ersetzen der Stromkreissicherung.

2.7 RÜCKSEITE

An der Rückseite (Bild 2-5) ist der Netzspannungsanschluß, der Stecker für die RS232-Schnittstelle und eine Erdungsklemme angebracht. Die Seriennummer des Gerätes, die Netzspannungs- und Frequenzangaben sowie die Belegung des Interface-Steckers sind auf der Rückseite aufgedruckt. Siehe Kapitel 5, Fernsteuerung über RS232, für weitere Informationen.

BETRIEBSVORBEREITUNG

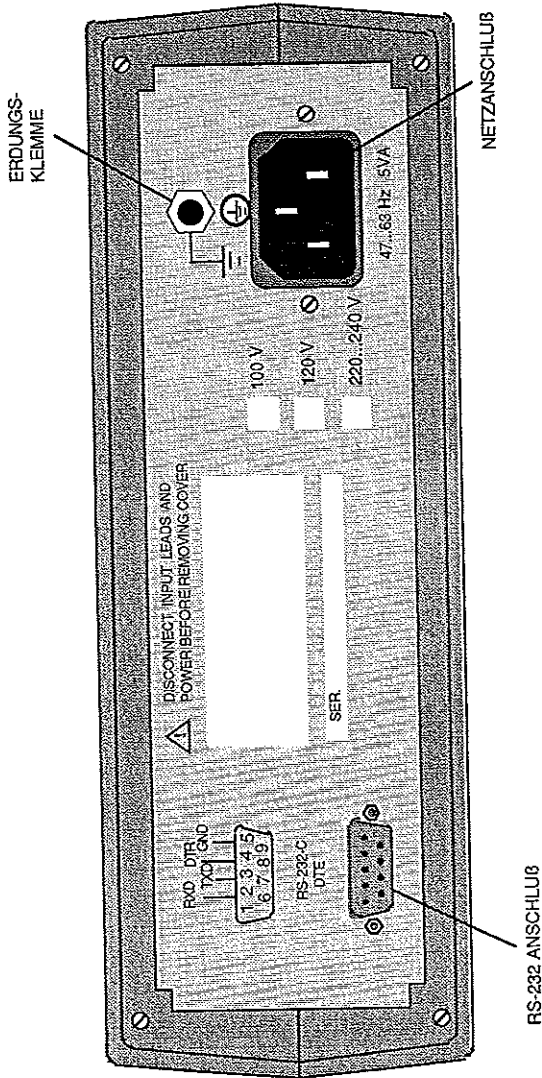


Bild 2-4 Rückseite

3. MANUELLE BETDIENUNG

3.1 EINLEITUNG

Dieser Abschnitt informiert Sie über die Handbedienung des UDL45. Dies beinhaltet Einschalten, Wahl einer Meßfunktion und Bereich sowie die vier Zusatzfunktionen (Print, Filter, Baud, Cal). Siehe Kapitel 4, Applikationen für weitere Meßhinweise.

3.2 EINSCHALTEN DES UDL45

Bei jedem Einschalten des UDL45 wird automatisch ein Selbsttest durchgeführt. Es wird der Analog-Digitalwandler, die Referenz und der Meßkreis überprüft. Alle Elemente der LCD-Anzeige leuchten während dieses Tests auf. Bei auftreten eines Fehlers wird ein Error Code am Display angezeigt (Zahl mit vorgestelltem "E").

Um das UDL45 einzuschalten wird die ON/STANDBY-Taste gedrückt, es werden folgende 4 Zyklen durchlaufen:

- 1) Das UDL45 führt den internen Selbsttest durch, das LC-Display zeigt für ca. 2s alle Segmente an. Hinweis: Falls ein Fehler auftritt, siehe Kapitel 6.3 Fehlersuche
- 2) am Display erscheint die Bezeichnung: UDL45
- 3) Die Versionsnummer der eingebauten Firmware wird angezeigt: -X.X-
- 4) Das UDL45 schaltet die Gleichspannungsmessung und automatische Bereichswahl ein.

3.3 WAHL DER MEßFUNKTION

Das UDL45 hat acht Meßfunktionen, die zyklisch mit den Tasten FUNCTION ▼ oder FUNCTION ▲ gewählt werden kann, siehe Bild 3-1.

Von der Einschaltposition (Gleichspannung) aus führt jeder Tastendruck auf FUNCTION ▲ zu einem Weiterschalten im Uhrzeigersinne und jeder Druck auf FUNCTION ▼ zu einem Weiterschalten im Gegenuhrzeigersinne in der Schleife der Meßfunktionen. Jede eingestellte Funktion wird an dem Display angezeigt.

MANUELLE BEDIENUNG

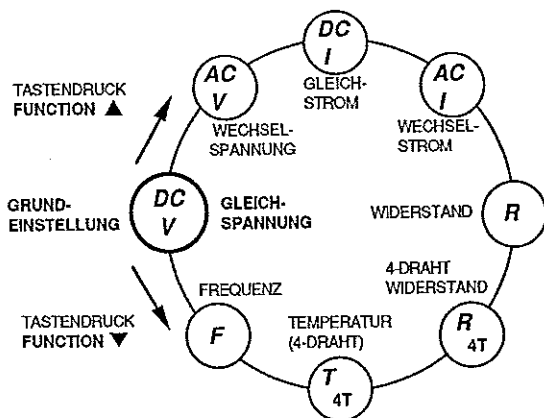


Bild 3-1 Meßfunktionswahl

3.4 WAHL DES MEßBEREICHES

Ein Meßbereich kann auf zwei Arten gewählt werden, durch automatische Bereichswahl des UDL45 oder durch manuelle Einstellung. Wenn der Meßwert größer ist als es dem eingestellten Bereich entspricht, zeigt das Display OL (Overload) an.

3.4.1 AUTOMATISCHE BEREICHSWAHL

Bei jedem Einschalten oder jedem Wechsel der Meßfunktion geht das UDL45 automatisch auf automatische Bereichswahl. In der Tabelle 3-1 sind die einstellbaren Bereiche für jede Funktion dargestellt. Bei automatischer Bereichswahl wird der nächsthöhere Bereich bei Überschreiten des Vollausschlages und der nächstniedere Bereich bei Unterschreiten von 9% des Vollausschlages eingestellt. Bei Gleichspannungsmessung wird der 20 mV-Bereich nicht automatisch gewählt, er kann nur manuell eingestellt werden. Jeder Druck auf eine der RANGE-Tasten bei automatischer Bereichswahl schaltet das UDL45 auf manuelle Bereichswahl um. Die Tabelle 3-2 erklärt die Reaktionen auf die RANGE-Tasten.

HINWEIS: Jeder Wechsel der Meßfunktion schaltet das UDL45 auf automatische Bereichswahl um.

Tabelle 3-1 Meßfunktions- und Bereichswahl

DC V	AC V	AC/DC I	R/R(4T)	F	T
450 V	450 V	2 A	20 M Ω	25 MHz	°F
200 V	200 V	200 mA	2 M Ω	20 MHz	°C
20 V	20 V		200 k Ω	2 MHz	
2 V	2 V		20 k Ω	200 kHz	
200 mV	200 mV		2 k Ω		
20 mV*				200 Ω	

* nicht bei automatischer Bereichswahl , nur Zweidrahtmessung

Tabelle 3-2 Funktion der RANGE-Tasten

momentaner Bereich	Taste	Reaktion
Auto	RANGE ▲	schaltet in den nächsthöheren Bereich, wenn möglich und hält ihn fest.
Auto	RANGE ▼	hält den momentan eingestellten Bereich fest
höchster Bereich	RANGE ▲	automatische Bereichswahl
niedrigster Bereich	RANGE ▼	automatische Bereichswahl

3.4.2 MANUELLE BEREICHSWAHL

Die manuelle Bereichswahl wird mit den Tasten RANGE/SELECT rechts neben dem Display an der Frontplatte durchgeführt. Diese Tasten erlauben die Wahl eines höheren (unempfindlicheren) oder niedrigeren (empfindlicheren) Meßbereich wie in Tabelle 3-1 aufgelistet. Die Taste RANGE ▲ schaltet aufwärts und die Taste RANGE ▼ nach unten. Wie in Tabelle 3-2 dargestellt kann mit diesen Tasten auch die automatische Bereichswahl eingestellt werden.

3.5 ZUSATZFUNKTIONEN

Die vier Zusatzfunktionen (Print, Filter, Baud, Cal) ermöglichen periodisches Drucken, digitale Filterung (Mittelung), Baudrateneinstellung für die serielle Schnittstelle und Kalibration. Das Zusatzfunktionsmenü ist unter der rechten Hälfte des Displays auf die Frontplatte gedruckt.

MANUELLE BEDIENUNG

Die Taste PRINT/ENTER wird benützt um in das Zusatzfunktionsmenü zu kommen, den momentanen Status jeder Funktion zu prüfen und die Parameter zu ändern. Die Auswahl der gewünschten Funktion geschieht durch wiederholtes Drücken der PRINT/ENTER-Taste bis das Markierungsdreieck in der LCD-Anzeige über der gewünschten Funktion steht (siehe Bild 3-2). Nachdem die Funktion gewählt wurde, können die zugehörigen Parameter mit den RANGE/SELECT ▼ und ▲-Tasten wie in Tabelle 3-3 dargestellt, gewählt werden. Jeder Tastendruck auf die RANGE ▲-Taste ändert den Parameter um einen Schritt nach oben, jeder Druck auf RANGE ▼ um einen Schritt nach unten. Die folgende Anleitung ist bei der Auswahl der Funktionen und der Parameter hilfreich.

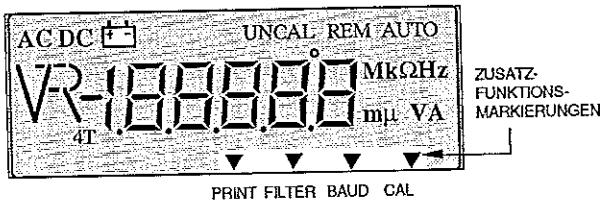


Bild 3-2 Zusatzfunktionsmenü

Tabelle 3-3 Zusatzfunktionen

PRINT	FILTER	BAUD	CAL
Sekunden	Mittelungen	Baudrate	
600	16	9600	siehe Kapitel 6.8
60	8	1200	für die CAL-
30	4	300	Zusatzfunktionen
10	2	9600E	
5	Aus	1200E	
2		300E	
1			
Pd (Druck auf Anforderung)			
Aus			

3.5.1 ZUSATZFUNKTIONSMENÜ STARTEN

- 1) Halte die PRINT/ENTER-Taste solange gedrückt, bis das Markierungsdreieck aufleuchtet.

Es ist nun die Print-Zusatzfunktion gewählt, die momentan eingestellten Parameter für diese Funktion werden angezeigt.

- 2) Um andere Zusatzfunktionen auszuwählen, die Taste PRINT/ENTER wiederholt drücken bis das Markierungsdreieck über der gewünschten Funktion steht.

Die Zusatzfunktionen werden von links nach rechts gewählt: PRINT, FILTER, BAUD, CAL. Wird die Taste FUNCTION ▲ gedrückt, kehrt das UDL45 in den Meßmode zurück ohne irgendeine Parameter zu verändern.

3.5.2 STATUS DER ZUSATZFUNKTIONEN PRÜFEN

- 1) Halte die PRINT/ENTER-Taste solange gedrückt, bis das Markierungsdreieck aufleuchtet.
- 2) Mit der PRINT/ENTER-Taste nacheinander die Funktionen anwählen. Bei jeder Funktion werden die aktuellen Parameter entsprechend der Tabelle 3-3 angezeigt. Bei der CAL-Funktion erscheint das Kalibrationsdatum.
- 3) Zur Einstellung der Parameter wird auf folgende Kapitel verwiesen:

- 3.5.3 Benützung der PRINT-Funktion
- 3.5.4 Benützung der FILTER-Funktion
- 3.5.5 Baudrateneinstellung
- 3.5.6 Kalibrationsfunktion

Nach Änderung der Parameter wird durch Drücken von PRINT/ENTER die neue Einstellung in den unverlierbaren Speicher übernommen.

3.5.3 BENÜTZUNG DER PRINT-FUNKTION

PRINT ist die erste Zusatzfunktion und erlaubt das Ausdrucken von Meßwerten auf einen Drucker über die RS232-Schnittstelle. Es kann automatisches Drucken in einem gewählten Zeitintervall oder auf Tastendruck gewählt werden (Pd). Der Einschaltzustand dieser Funktion ab Werk ist OFF d.h. es wird nicht gedruckt.

MANUELLE BETRIEBUNG

PRINT-Funktion aktivieren:

- 1) Halte die PRINT/ENTER-Taste solange gedrückt, bis das Markierungsdreieck aufleuchtet.
- 2) Wähle mit den RANGE ▲- und RANGE ▼-Tasten einen der Parameter aus der Liste (Off, Pd, 1, 2, 5, 10, 30, 60 oder 600 s)
- 3) Drücke die PRINT/ENTER-Taste um den gewählten Parameter abzuspeichern und um in die Meßfunktion zurückzukehren.

HINWEIS:

Wird die Taste FUNCTION ▲ an Stelle der PRINT/ENTER-Taste gedrückt dann kehrt das UDL45 in den Meßmode zurück ohne die frühere Einstellung zu verändern.

- 4) Das UDL45 druckt im eingestellten Zeitintervall oder durch Drücken der PRINT/ENTER-Taste je nach gewählter Einstellung. Das Markierungsdreieck PRINT blinkt während des Druckvorganges.

Zu langes Drücken der PRINT/ENTER-Taste kann das Zusatzfunktionsmenü beenden, in diesem Falle FUNCTION ▲ drücken um wieder in den vorhergehenden Meßzustand zu gelangen.

3.5.4 BENÜTZUNG DER FILTER-FUNKTION

FILTER ist die zweite Zusatzfunktion. Diese Funktion führt eine Mittelung der Meßwerte vor der Anzeige auf dem Display durch. Wenn die FILTER-Funktion ausgeschaltet ist (OFF), wird jedes Meßergebnis angezeigt, je nach eingestelltem Parameter werden 2, 4, 8 oder 16 Meßwerte gemittelt und angezeigt, die Displayrate wird entsprechend verringert.

HINWEIS:

Die FILTER-Funktion wird mit dem Wechsel einer Meßfunktion automatisch abgeschaltet. Die FILTER-Funktion ist in der Meßart Frequenz nicht verfügbar. Bei aktiver FILTER-Funktion bleibt das Markierungsdreieck auch bei der normalen Meßfunktion stehen.

MANUELLE BETDIENUNG

Einschalten der FILTER-Funktion:

- 1) Halte die PRINT/ENTER-Taste solange gedrückt, bis das Markierungsdreieck aufleuchtet.
- 2) PRINT/ENTER-Taste nochmals drücken, das Markierungsdreieck zeigt auf FILTER.
- 3) Mit den RANGE ▲ oder RANGE ▼-Tasten die gewünschte Mittelung einstellen (OFF,2,4,8,16 Werte).
- 4) Drücke PRINT/ENTER um die gewünschte Mittelung abzuspeichern und zum Meßmode zurückzukehren.

HINWEIS:

Wird die Taste FUNCTION ▲ an Stelle der PRINT/ENTER-Taste gedrückt dann kehrt das UDL45 in den Meßmode zurück ohne die FILTER Einstellung zu verändern.

3.5.5 BAUDRATENEINSTELLUNG

BAUD ist die dritte Zusatzfunktion. Diese Funktion erlaubt die Einstellung der Baudrate der RS232-Schnittstelle mit oder ohne Echofunktion. Die Baudrate kann auf 300, 1200 oder 9600 Baud eingestellt werden. Das Datenformat des UDL45 ist 8 Datenbits, 2 Stoppbits und keine Parität.

Die Echofunktion kann gewählt werden, wenn die Datenrate mit dem Buchstaben "E" eingestellt wird. Normalerweise wird die Echofunktion bei der Benutzung eines Terminals eingestellt, es werden dann alle empfangene Zeichen an das Terminal zurückgeschickt. Der Echomode wird für die normale Kommunikation mit einem Rechner üblicherweise abgeschaltet. Die REM-Anzeige im Display blinkt solange eine Datenübertragung stattfindet. Die REM-Anzeige leuchtet dauernd, wenn die Frontplattenbedienung gesperrt ist.

Einstellen der BAUD-Funktion:

- 1) Halte die PRINT/ENTER-Taste solange gedrückt, bis das Markierungsdreieck aufleuchtet.
- 2) Die PRINT/ENTER-Taste noch zweimal drücken bis das Markierungsdreieck über BAUD steht.

MANUELLE BEDIENUNG

- 3) mit den RANGE ▲- und RANGE ▼-Tasten die gewünschte Baudrate mit oder ohne Echo einstellen (300E,1200E,9600E,300,1200,9600).
- 4) Drücke PRINT/ENTER um die gewünschte Einstellung dauerhaft abzuspeichern und zum Meßmode zurückzukehren.

HINWEIS:

Wird die Taste FUNCTION ▲ an Stelle der PRINT/ENTER-Taste gedrückt dann kehrt das UDL45 in den Meßmode zurück ohne die Baudraten-Einstellung zu verändern.

3.5.6 KALIBRIERFUNKTION

Die Kalibrierfunktion ist die letzte Zusatzfunktion. Wenn das Markierungsrechteck auf CAL steht, zeigt das UDL45 das Kalibrationsdatum an. Mit dieser Zusatzfunktion kann das UDL45 über Frontplatte oder über die RS232-Schnittstelle neu kalibriert werden.

Siehe Kapitel 6.8, Kalibration.

3.5.7 RELATIVFUNKTION

Die Relativfunktion erlaubt die Einrechnung eines Offsets in die Meßfunktion. Sie ist bei allen nicht AC-Meßfunktionen verfügbar, wenn keine Print-Funktion eingeschaltet ist. Um die Relativfunktion zu benutzen, die PRINT/ENTER-Taste drücken während der zu eliminierende Offset im Display angezeigt wird.

Mit dieser Funktion können beispielsweise Zuleitungswiderstände bei einer Zweidraht-Widerstandsmessung eliminiert werden.

Das Display zeigt Overload an wenn entweder das analoge Meßsignal den Bereich überschreitet oder der numerische Wert größer als die anzeigbare Displayanzeige wird.

4. APPLIKATIONEN

4.1 EINLEITUNG

Dieses Kapitel beschreibt die Anwendung und die Meßtechnik um das UDL45 möglichst effektiv einzusetzen. Es werden auch mögliche Fehlerquellen und Ihre Korrektur beschrieben.

4.2 MEßHINWEISE

Der folgende Abschnitt behandelt die Grundmeßarten über die Frontplattenbedienung. In der Tabelle 4-1 sind die zu verwendeten Eingangsbuchsen für die jeweilige Messung angegeben. Nach der Wahl der Meßfunktion und dem Anschließen der Meßleitungen zeigt das Display die Meßfunktion und die Einheit an. Die weitere Beschreibung setzt voraus, daß Sie mit den Grundfunktionen des UDL45 vertraut sind, sonst lesen Sie bitte Kapitel 2, Betriebsvorbereitungen und Kapitel 3, Manuelle Bedienung.

ACHTUNG

Niemals die auf der Frontplatte angegebenen maximalen Werte für Eingangsspannungen- und Ströme überschreiten. Die Überschreitung der Maximalwerte kann zu einer persönlichen Gefährdung und zur Zerstörung des UDL45 führen. Eine Überlastung des Gerätes führt zum Erlöschen der Garantie.

Tabelle 4-1 Anschlußklemmen

Meßfunktion	zu benützende Buchsen	
Widerstand, Spannung oder Frequenz	HI/LO	V,Ω,F,T
Strom	A/LO	V,Ω,F,T
Vierdraht-Widerstands- oder Temperaturmessung	HI/LO HI/LO	V,Ω,F,T SENSE

APPLIKATIONEN

4.2.1 MESSEN VON WIDERSTÄNDEN, SPANNUNGEN ODER FREQUENZEN

um Widerstände, Spannungen oder Frequenzen zu messen:

- 1) Die gewünschte Funktion durch Drücken der Tasten FUNCTION ▲ oder FUNCTION ▼ wählen
- 2) Meßkabel an die entsprechenden Eingangsbuchsen (siehe Tabelle 4-1) und an das Meßobjekt anschließen, die Autorangefunktion wählt den passenden Meßbereich
- 3) für manuelle Bereichswahl die Taste RANGE ▲ oder RANGE ▼ drücken.

Siehe auch Kapitel 4.3 Messung von Gleichspannungen, Kapitel 4.6 Messung von Widerständen und Kapitel 4.8 Frequenzmessung.

4.2.2 STROMMESSUNGEN

Für Strommessungen:

- 1) Die gewünschte Funktion durch Drücken der Tasten FUNCTION ▲ oder FUNCTION ▼ wählen
- 2) Die Meßleitungen an die Buchsen A und LO V,Ω,F,T anschließen, der Meßbereich wird automatisch gewählt.
- 3) für manuelle Bereichswahl die Taste RANGE ▲ oder RANGE ▼ drücken.

Siehe Kapitel 4.4 Gleichstrommessung und Kapitel 4.5 Wechselspannungs- und Strommessung.

Die Anwendung der Strommessung kann durch Strommesszangen erweitert werden, siehe empfohlene Ergänzungen.

4.2.3 VIERPOLIGE WIDERSTANDS- UND TEMPERATURMESSUNG

für Vierdrahtmessungen von Widerständen oder Temperaturfühlern (PT100):

- 1) Die gewünschte Funktion durch Drücken der Tasten FUNCTION ▲ oder FUNCTION ▼ wählen
- 2) Die Meßleitungen an die entsprechenden Buchsen (siehe Tabelle 4-1), bei Widerstandsmessung wird der Meßbereich automatisch gewählt, für manuelle Bereichswahl die Taste RANGE ▲ oder RANGE ▼ drücken.
- 3) Bei Temperaturmessung die gewünschte Einheit °F oder °C mit den Tasten RANGE ▲ oder RANGE ▼ wählen.

Siehe Kapitel 4.6.2 Vierdraht-Widerstandsmessung und Kapitel 4.7 Temperaturmessung.

4.3 MESSUNG VON GLEICHSPANNUNGEN

Präzise Messungen erfordern das Verständnis von Fehlerquellen im Meßkreis und der Meßumgebung.

4.3.1 FEHLERQUELLEN

Bei Spannungsmessungen im 2 V-Bereich oder niedriger ist die Eingangsimpedanz direkt der Eingangsverstärker ($> 10 \text{ G}\Omega$) (siehe Bild 4-1). Bei Spannungen über 2 V ist ein Spannungsteiler 100:1 mit $10 \text{ M}\Omega$ Eingangswiderstand vorgeschaltet. Der Meßfehler durch die Belastung des Meßobjektes kann berechnet werden als:

$$\% \text{-Fehler} = 100 \times R_s / (R_s + R_i)$$

wobei R_s die Quellimpedanz und R_i der Eingangswiderstand des UDL45 ist. Beispielsweise erzeugt eine Quellimpedanz von $10 \text{ k}\Omega$ einen Meßfehler von 0,1 % im 20 V-Bereich aber nur einen Fehler von 0,0001 % im 2 V-Bereich.

Eine weitere Fehlerquelle bei hochohmigen Meßkreisen ist der Eingangsstrom des Eingangsverstärkers. Typischerweise hat der Eingangsverstärker nur einen Eingangsstrom von wenigen pA. Bei einem Quellwiderstand von $1 \text{ M}\Omega$ und einem Strom von 3 pA entsteht eine Fehlspannung von nur 3 μV . Bei offenen Eingangsklemmen kann durch den extrem hochohmigen Eingangsverstärker eine beliebige Anzeige entstehen.

APPLIKATIONEN

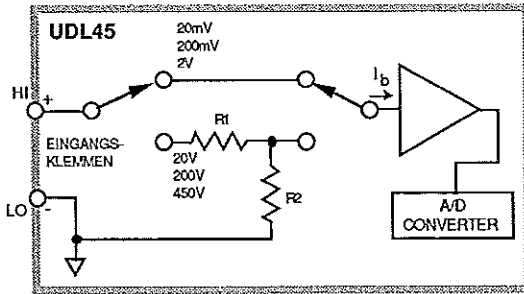


Bild 4-1 Eingangskreis für Spannungsmessung

Im 20 mV-Bereich beträgt die Auflösung 100 nV, hochohmige Messungen bei dieser Auflösung können leicht durch Störungen oder Thermospannungen verfälscht werden. Bei solchen Messungen empfiehlt sich die Verwendung von geschirmten Meßleitungen. Die Leitungen sollten so kurz wie möglich sein und alle Verbindungen sollten die gleiche Temperatur haben. Bei Fernsteuerung des Gerätes über die RS232-Schnittstelle und der Verwendung des 20 mV-Bereiches sollte nicht öfter als alle 3 Sekunden der Meßwert ausgelesen werden, hier kann auch die FILTER-Zusatzfunktion zur Mittelung des Anzeigeergebnisses vorteilhaft eingesetzt werden.

4.3.2 GLEICHTAKTUNTERDRÜCKUNG

Das UDL45 mißt die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten, wobei keiner von beiden auf Masse liegen muß, deshalb ist der Eingangskreis des UDL45 von Masse und Schutz Erde isoliert. Der mittlere Wert des Potentials von HI und LO gegenüber Erde ist die sogenannte Gleichtaktspannung.

Die Messung der Differenzspannung zwischen HI und LO bei gleichzeitiger Unterdrückung der Gleichtaktspannung wird als CMR (common mode rejection) bezeichnet. Typische Beispiele für die Notwendigkeit sind Messungen von Brückenspannungen oder an potentialfreien Komponenten.

Die Quellimpedanz der Gleichtaktspannungsquelle zusammen mit den Ableitwiderständen der HI- und LO-Buchsen nach Erde bildet zusammen eine Spannungsteilung für die Gleichtaktspannung. Jede Unsymmetrie in dieser Teilung erzeugt eine Differenzspannung zwischen HI und LO und wird wie eine Differenzspannung mitgemessen. Bei Gleichspannungen ist die Impedanz der Eingangsbuchsen gegen Erde durch Leckströme auf der Leiterplatte gegeben, diese sind sehr gering, die Gleichtaktunterdrückung beträgt daher mehr als 140 dB. Bei Wechselspannungen spielen die Kapazitäten der Eingänge gegen Erde die größte Rolle, die

Gleichtaktunterdrückung für Wechselspannungen ist daher wesentlich geringer allerdings werden Wechselspannungen bei der Gleichspannungsmessung durch die Serientaktunterdrückung weiter unterdrückt. Bei Wechselspannungsmessung wird der durch die Gleichtaktunterdrückung entstehende Signalanteil mitgemessen und führt zu einem entsprechenden Fehler.

4.3.3 SERIENTAKTUNTERDRÜCKUNG

Die Differenzspannung zwischen HI und LO wird als normale Meßspannung bezeichnet. Oftmals ist Netzbrumm oder eine andere Störspannung dem normalen Meßsignal überlagert. Das UDL45 kann solche Wechselspannungen bei der Gleichspannungsmessung unterdrücken, dies nennt man Serientaktunterdrückung (NMR).

Integrierende Analog-Digital-Wandler, die das Meßsignal über eine oder mehrere Perioden der Netzfrequenz integrieren, können solche Störungen unterdrücken. Das UDL45 hat eine Integrationszeit von 100 ms, dies ergibt eine ganzzahlige Periodenzahl sowohl bei 50 Hz als auch bei 60 Hz Netzfrequenz

Bei Gleichspannungsmessung wird die Netzstörung um mehr als 60 dB unterdrückt wenn die Störamplitude 10 % des Meßsignales nicht übersteigt und die Summenspannung kleiner als der Vollausschlag des Bereiches ist. bei höheren Wechselspannungsanteilen kann es notwendig sein, manuell einen höheren Meßbereich einzustellen.

4.4 GLEICHSTROMMESSUNG

Der Strommeßkreis des UDL45 erzeugt aus dem zu messenden Strom eine Spannung an einem 100 mΩ Widerstand (siehe Bild 4-2).

R_L = WIDERSTAND DER MESSLEITUNGEN

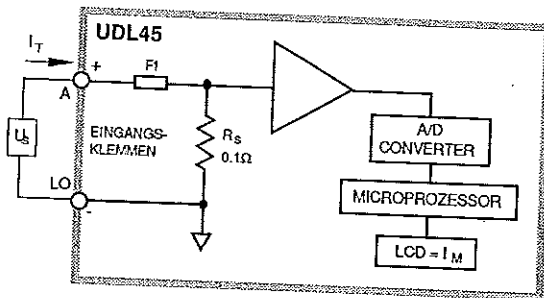


Bild 4-2 Eingangskreis für Strommessungen

APPLIKATIONEN

Die Spannung an diesem Widerstand ist der sogenannte Spannungsabfall bei Strommessung. Wenn die Stromquelle nicht ideal ist, erzeugt der Widerstand der Meßleitungen, der Widerstand der Stromkreissicherung und der Meßwiderstand selbst eine Verfälschung des Meßwertes, dies kommt von dem Spannungsabfall an diesen Widerständen im Verhältnis zur Leerlaufspannung U_S der Stromquelle.

$$\% \text{ Fehler} = 100 \times I_m(2 R_l + 0,2 \Omega)/U_S$$

wobei I_m der gemessene Strom und R_l der Widerstand einer Meßleitung ist. Die zusätzlichen $0,2 \Omega$ setzen sich aus den Strommeßwiderstand von $0,1 \Omega$ und dem Widerstand der Sicherung und interner Verdrahtung von ebenfalls $0,1 \Omega$ zusammen. Dieser Fehler kann auch ausgedrückt werden als:

$$\% \text{ Fehler} = 100 \times (I_w - I_m)/I_w$$

Mit dieser Gleichung kann der wahre Wert I_w berechnet werden:

$$I_w = U_S \times m / (U_S - I_m(2R_l + 0,1 \Omega))$$

Beträgt die Leerlaufspannung beispielsweise 18 V , der Widerstand der Meßleitung sei $0,1 \Omega$ und der gemessene Strom 960 mA , dann ergibt sich der wirkliche Strom zu:

$$I_w = 18 \text{ V} \times 960 \text{ mA} / (18 \text{ V} - (960 \text{ mA} \times 0,4 \Omega)) = 981 \text{ mA}$$

ohne diese Korrekturrechnung ergäbe sich ein Fehler von:

$$\% \text{ Fehler} = (981 - 960)/981 \times 100 = 2,14 \%$$

4.5 WECHSELSPANNUNGS- UND STROMMESSUNG

Bei Wechselspannungsmessung ist der Schalter in der oberen Position und der Eingangswiderstand für die Wechselspannungskomponente beträgt $1\text{ M}\Omega$ (siehe Bild 4-3)

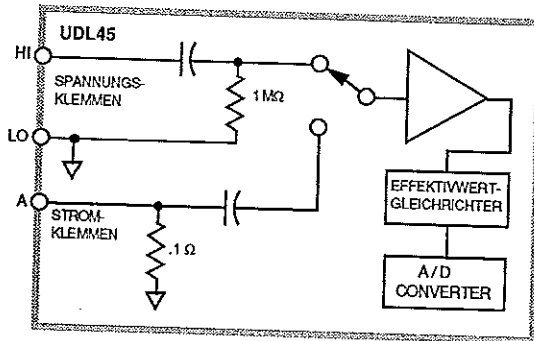


Bild 4-3 Eingangskreis für Wechselspannungsmessung





Bei Wechselstrommessung ist der Schalter in der unteren Position und der Meßstrom fließt durch den $0,1\ \Omega$ Strommeßwiderstand. Das Signal wird dann weiterverstärkt um den Effektivwertgleichrichter auszusteuern.

Im UDL45 wird ein echter Effektivwertgleichrichter verwendet, die Ausgangsspannung des Gleichrichters entspricht damit der effektiven Leistung der Kurvenform. Die Effektivbewertung ist auch bei nichtsinusförmigen Spannungen sehr genau. Mittelwertgleichrichter eignen sich nur zur Messung von Sinusspannungen.

Eine Wesentliche Eigenschaft einer Wechselspannung ist der Scheitelfaktor, er ist definiert als das Verhältnis des Spitzenwertes des Signales zu seinem Effektivwert. In der Tabelle 4-2 wird die Abweichung eines Mittelwertgleichrichters zum wahren Effektivwert für einige typische Kurvenformen dargestellt. Der Effektivwertgleichrichter hat eine wesentlich höhere Genauigkeit bei nichtsinusförmigen Größen.

APPLIKATIONEN

Tabelle 4-2 Kurvenformbewertung

Kurvenform	Effektivwert	Mittelwert mit Sinus kalibriert	Scheitelfaktor	Fehler Mittelwert gegen Effektivwert
Sinus 	$.707 U_{pk}$	$.707 U_{pk}$	$\sqrt{2}$	0
Dreieck oder Sägezahn 	$.58 U_{pk}$	$.56 U_{pk}$	$\sqrt{3}$	-3.4%
Rechteck 	U_{pk}	$1.11 U_{pk}$	1	+11%
Puls 	$U_{pk} \sqrt{VT}$ VT RMS	$1.11 U_{pk} (VT)$	$\frac{1}{\sqrt{VT}}$	
	.25 .5 U_{pk}	.278 U_{pk}	2	-44%
	.0625 .25 U_{pk}	.07 U_{pk}	4	-72%
	.0156 .125 U_{pk}	.017 U_{pk}	8	-86%

Die Genauigkeitsangaben des UDL45 beziehen sich auf Sinusspannung, bei nichtsinusförmigen Spannungen entsteht ein Zusatzfehler, siehe Bild 4-4. Es ist zu beachten, daß eine Sinusspannung einen Scheitelfaktor von 1,414 hat aber keinen Zusatzfehler verursacht während andere Signale mit Scheitelfaktor 1,414 einen Zusatzfehler von 0,2 % verursachen können.

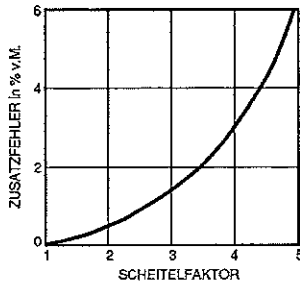


Bild 4-4 Bewertungsfehler bei nichtsinusförmigen Spannungen

4.6 WIDERSTANDSMESSUNG

Die Schaltung zur Widerstandsmessung des UDL45 besteht aus einer präzisen und stabilen Stromquelle und dem normalen Spannungseingangs (siehe Bild 4-5). Der Widerstand wird durch den Spannungsabfall den der bekannte Strom an dem unbekanntem Widerstand verursacht bestimmt (Ohmsches Gesetz).

Bei Zweidrahtmessungen wird die Stromquelle parallel zu den HI/LO-Eingangsklemmen geschaltet.

Bei Vierdrahtmessungen sind beide Kreis nicht in dem Gerät verbunden, sondern die Stromquelle liegt an den HI/LO-Klemmen und die Spannung wird an HI SENSE und LO SENSE gemessen. Im 20 MΩ-Bereich ist keine Vierdrahtmessung möglich, in diesem Bereich sind Fehler durch Widerstände der Meßleitungen zu vernachlässigen. Der Meßstrom und der Spannungsabfall bei Vollausschlag in Abhängigkeit des gewählten Widerstands-Meßbereiches zeigt die Tabelle 4-3.

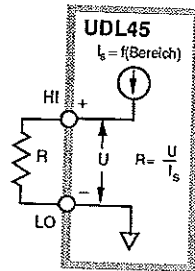


Bild 4-5 Meßkreis bei Widerstandsmessung

Tabelle 4-3 Widerstandsbereiche

Bereich	Meßstrom	Spannung bei Vollausschlag
200 Ω	1 mA	200 mV
2 kΩ	1 mA	2 V
20 kΩ	10 µA	200 mV
200 kΩ	10 µA	2 V
2 MΩ	1 µA	2 V
20 MΩ	0,1 µA	2 V

APPLIKATIONEN

Die Leerlaufspannung zwischen den HI und LO-Klemmen kann bis zu 10 V betragen, Vorsicht bei der Messung empfindlicher Bauteile.

Die Messung sehr hoher Widerstände kann durch Leckströme im Meßkreis und im Gerät verfälscht werden. Beispielsweise verursacht ein Nebenschluß von 10 G Ω einen Meßfehler von 0,1 % bei der Messung von 10 M Ω . Bei hoher Luftfeuchtigkeit steigen Leckströme an, bei Luftfechtigkeiten über 70 % wird die Genauigkeit der Widerstandsmessung reduziert.

4.6.1 ZWEIDRAHT-WIDERSTANDSMESSUNG

Eine Zweidraht-Widerstandsmessung wird einfach durch Anschließen des unbekannten Widerstandes zwischen die HI- und LO-Klemmen durchgeführt, sie wird besonders bei der Messung hoher Widerstandswerte oder bei überschlägigen Messungen verwendet.

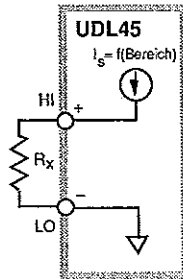


Bild 4-6 Zweidraht-Widerstandsmessung

Der Meßwert beinhaltet den Widerstand der Meßleitungen und den inneren Widerstand der Anschlüsse des UDL45 von ca. 0,1 Ω . Dies bedeutet bei einem Widerstand der Meßleitungen von z.B. 0,5 Ω , daß bei einer Messung eines 100 Ω -Widerstandes ein Meßfehler von 0,6 % entsteht. Deshalb sollten alle kritischen Widerstandsmessungen insbesondere bei niedrigeren Werten mit der Vierdrahtmessung durchgeführt werden. Die Zweidraht-Widerstandsmessung kann auch für Tests an Halbleiterstrecken und Elektrolytkondensatoren verwendet werden.

4.6.2 VIERDRAHTMESSUNGEN

Die Vierdraht-Widerstandsmessung dient der präzisen Messung kleiner Widerstände. Fehler durch Zuleitungswiderstände werden eliminiert, weil der Meßstrom getrennt

zugeführt wird. Der zu messende Widerstand wird mit vier Meßleitungen angeschlossen, jeweils zwei an den HI/LO-Buchsen (Meßstrom) und zwei an den HI SENSE und LO SENSE-Buchsen (Meßspannung). Wenn der zu messende Widerstand den Wert R_X hat und jede Zuleitung den Widerstand R_L würde die herkömmliche Meßmethode den Meßwert $R_X + 2 \cdot R_L$ ergeben. Dies kommt von dem Spannungsabfall den der Meßstrom in den Zuleitungen und dem Meßobjekt hervorruft. Bei der Vierdrahtmessung ist das Meßergebnis nur wie gewünscht R_X , da kein Spannungsabfall über die SENSE-Leitungen entsteht weil der Eingangsstrom des Meßgerätes dank seiner hohen Eingangsimpedanz vernachlässigbar ist.

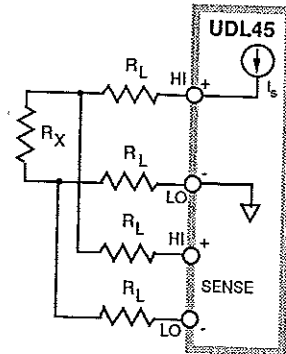


Bild 4-7 Vierdraht-Widerstandsmessung

Bei der Vierdrahtmessung darf der Widerstand der Zuleitungen bis zu 1 % des Meßbereiches betragen ohne die Fehlergrenzen zu beeinträchtigen. Tatsächlich darf der Zuleitungswiderstand noch wesentlich höher sein, ohne große Fehler zu verursachen.

4.7 TEMPERATURMESSUNG

Das UDL45 benützt zur Temperaturmessung mit PT100-Temperaturfühlern die gleiche Meßschaltung wie zur Vierdraht-Widerstandsmessung. Das UDL45 mißt den Widerstand eines temperaturabhängigen Widerstandes und berechnet daraus die Temperatur. Mit den Tasten RANGE ▲ oder RANGE ▼ kann zwischen der Anzeige in °F oder °C umgeschaltet werden. Es können 2-polige, 3-polige oder 4-polige Temperaturmeßwiderstände entsprechend Bild 4-8 angeschlossen werden, das UDL45 führt immer eine vierpolige Messung durch.

APPLIKATIONEN

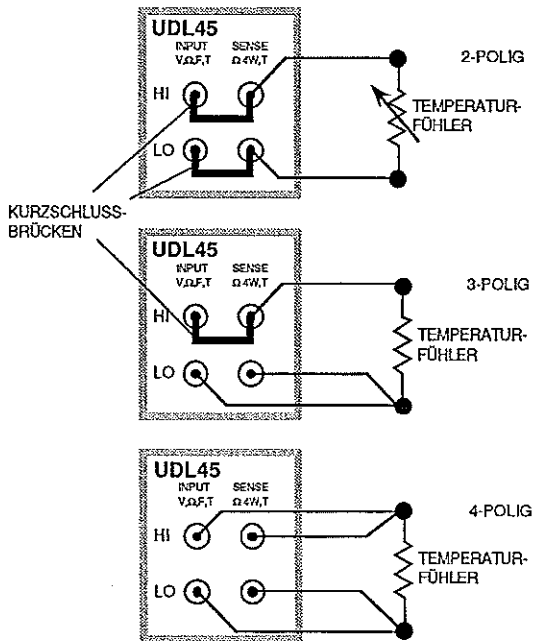


Bild 4-8 Anschluß eines PT100-Temperaturfühlers

Das UDL45 ist für PT100-Fühler nach DIN kalibriert. Dieser Fühler hat einen Nennwiderstand von 100 Ω bei 0 °C und einen Temperaturkoeffizienten von 0,00385 /°C nach DIN43760. Bei +1 °C hat dieser Fühler demnach 100,385 Ω.

Die spezifizizierte Genauigkeit des UDL45 wird nur mit einem vierpoligen Sensor erreicht, da nur bei der vierpoligen Messung die Fehler durch Zuleitungs- und Kontaktwiderstände eliminiert werden. Dreipolige Meßfühler erzeugen den halben Zusatzfehler eines zweipoligen Fühlers. Es können alle handelsüblichen PT100-Temperaturfühler mit Bananenstecker verwendet werden.

Die vierpolige Widerstandsmessung erlaubt Zuleitungswiderstände bis zu 1 % des Meßbereiches ohne Beeinträchtigung der Daten. Mit einem vierpoligen Temperaturfühler können auch wesentlich höhere Zuleitungswiderstände ohne größere Zusatzfehler verkräftet werden. Beispielsweise erzeugt ein Zuleitungswiderstand von 130 Ω (über 1 km eines sehr dünnen Drahtes) nur einen Zusatzfehler von ca 0,1 °C.

Mit dem Temperaturmeßmodul UZ-10 und den Fühlern UZ-11... UZ-13 kann auch eine Temperaturmessung durchgeführt werden. Das Temperaturmeßmodul liefert eine Ausgangsspannung von $1 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$. Das UDL wird auf Gleichspannungsmessung gestellt, die Anzeige in mV entspricht dann direkt $^\circ\text{C}$.

4.8 FREQUENZMESSUNG

Der Frequenzzähler des UDL45 hat eine hohe Empfindlichkeit und eine hohe Bandbreite. Dies bedeutet, daß eine entsprechende Meßtechnik für zuverlässige Messungen notwendig ist. Folgende Überlegungen können hier helfen:

- Benützung eines Oszillographentastkopfes. dadurch kann die Belastung des Meßkreises bei hohen Frequenzen verringert werden. Verschiedene Tastköpfe sind geeignet, die über BNC-Bananen-Adapter an das UDL45 angeschlossen werden können. Wenn es die Signalamplitude zuläßt, sollten x10-Tastköpfe verwendet werden, da sie geringere Eingangskapazität und einen höheren Eingangswiderstand aufweisen (30 pF Eingangskapazität des UDL45 stellen bei 25 MHz nur noch eine Impedanz von 213Ω dar). x1-Tastköpfe sind für tiefere Frequenzen zu empfehlen, da sie möglichst wenig Störungen auffangen, sie können auch für allgemeine Messungen verwendet werden.
- wenn möglich die die Masseseite des Meßobjektes mit Erde verbinden.
- Wenn kein Tastkopf verwendet wird, sollten die Meßleitungen verdreht werden.
- Testleitungen möglichst von Störquellen fernhalten.
- Rechteckspannungen sind besser geeignet als verschliffene Signale.
- obwohl der Komparator des Frequenzzählers eine Hysterese aufweist, kann es bei gestörten tieffrequenten Signalen notwendig sein, das Signal zu filtern. Ein einfaches RC-Filter mit einer Grenzfrequenz etwas höher als die zu erwartende Meßfrequenz kann einfach wie in Bild 4-9 aufgebaut werden.

APPLIKATIONEN

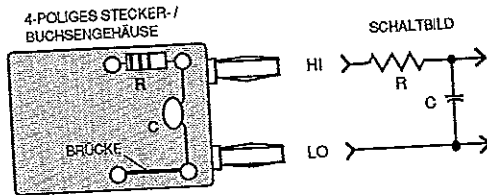


Bild 4-9 RC-Tiefpaßfilter

4.9 FILTERUNG

Die FILTER-Zusatzfunktion des UDL45 ermöglicht die Mittelung und Anzeige einer Anzahl von Messungen. Diese Funktion ist bei der Messung von verrauschten Signalen zur Erhöhung der Meßgenauigkeit sinnvoll.

Es können 2, 4, 8 oder 16 Werte gemittelt werden. Je nach Einstellung wird die Anzahl der Meßwerte im Speicher aufaddiert, gemittelt und dann angezeigt. Während einer neuen Mittelung bleibt der bisherige Wert in der Anzeige stehen. Die Displayrate beträgt mit der FILTER-Funktion:

$$\text{Displayrate} = \text{Anzahl Mittelungen} \times 1/3 \text{ Sekunde/Anzeigewert}$$

Beispielsweise wird bei einer Mittelung über 4 Meßwerte das Display jede 1,33 Sekunden einen neuen Wert anzeigen.

Die optimale Filterung ist immer ein Kompromiß zwischen Meßgeschwindigkeit und Rauschunterdrückung. Das Rauschen wird mit der Quadratwurzel aus der Anzahl der Mittelungen reduziert, eine Mittelung von 4 Werten halbiert den Rauschbeitrag. Signale die stark verrauscht und sich nur langsam ändern können mit stärkerer Filterung besser gemessen werden.

5. FERNSTEUERUNG ÜBER RS232-SCHNITTSTELLE

5.1 EINLEITUNG

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie das UDL45 mit einem Rechner, Terminal oder Drucker über die RS232-Schnittstelle zu betreiben ist. Für die Kalibration des UDL45 über die RS232-Schnittstelle siehe Kapitel 6.9, ferngesteuerte Kalibration.

Es wird vorausgesetzt, daß die grundsätzliche Funktion einer RS232-Schnittstelle bekannt ist.

5.2 BENÜTZUNG DER RS232-SCHNITTSTELLE

Die RS232-Schnittstelle macht aus dem UDL45 ein voll programmierbares Gerät für automatische Meßsysteme, es erlaubt außerdem die Ansteuerung eines Druckers mit serieller Schnittstelle oder den Anschluß eines Terminals. Das Datenformat über die RS232-Schnittstelle sind 8 bit im ASCII-Format, 2 Stopbits und keine Parität. Das UDL45 akzeptiert sowohl Groß- als auch Kleinschreibung.

5.2.1 DIE RS232-STECKVERBINDUNG

Der RS232-Anschluß ist ein 9-poliger D-Sub-Stecker (DE-9P) an der Rückseite. Die Anschlußbelegung des Steckers ist neben dem Stecker auf die Rückseite des Gerätes gedruckt (siehe Bild 5-1). Das UDL45 wird wie die meisten Computer-Ports, Drucker oder Terminals als Datenendgerät definiert ist, daher sind für die meisten Anwendungen sogenannte Null-Modem-Kabel notwendig.

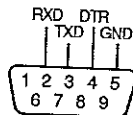


Bild 5-1 Belegung des RS232-Steckers

FERNSTEUERUNG

5.2.2 ANSCHLUß AN EINEN STEUERRECHNER

Die notwendigen Verbindungen zwischen dem UDL45 und einem IBM PC/AT * bzw. einem Macintosh * Computer sind in den Bildern 5-2 und 5-3 dargestellt. Diese Verbindungskabel sind marktüblich und in jedem Computerzubehörladen erhältlich.

* IBM PC/AT ist ein eingetragenes Warenzeichen der International Business Machines Corp.
Macintosh ist ein eingetragenes Warenzeichen der Apple Computer Inc.

Anschließen des UDL45 an einen Rechner:

- 1) Anschließen wie in den Abbildungen 5-2 oder 5-3 dargestellt
- 2) Das RS232-Port des Computers auf 8 Datenbit, 2 Stopbit und ohne Parität stellen. Datenverkehr ist nur möglich, wenn diese Einstellung vorgenommen werden kann.
- 3) Mit der BAUD-Zusatzfunktion bzw. der Einstellung des Computer-Ports gleiche Datenraten einstellen siehe auch Kapitel 3.5.5
- 4) Mit den Befehlen wie in Kapitel 5.3 beschrieben die Kommunikation mit dem UDL45 prüfen.
- 5) Falls bei den Versuchen zur Kommunikation mit dem UDL45 die REM-Anzeige ständig blinkt und nicht gelöscht werden kann, die folgenden Schritte ausführen:
 - a) UDL45 ausschalten (Standby)
 - b) Die Verbindung des RS232-Kabels prüfen, möglicherweise müssen RXD und TXD vertauscht werden.
 - c) Kabel wieder anschließen
 - d) UDL45 einschalten und nochmals prüfen

Hinweis:

Siehe auch das Bedienungshandbuch des Computers zur Einstellung und Betrieb der Schnittstelle.

Nicht dargestellte Steckerstifte sind nicht beschaltet.

FERNSTEUERUNG

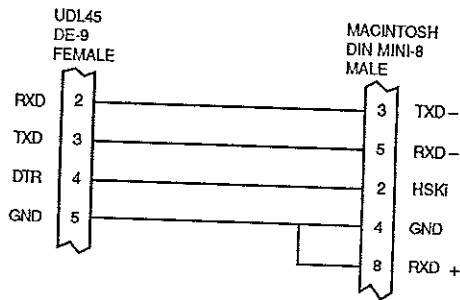


Bild 5-2 RS232-Verbindungskabel UDL45 - Macintosh

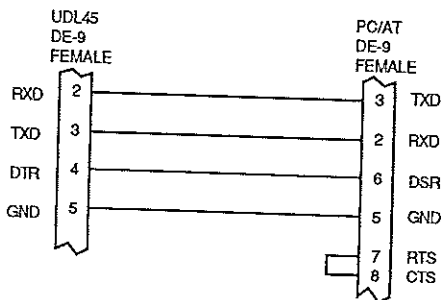


Bild 5-3 RS232-Verbindungskabel UDL45 - PC/AT

5.2.3 ANSCHLUß AN EIN TERMINAL

Anschließen des UDL45 an ein Terminal:

- 1) Entsprechend Bild 5-1 und der Anschlußbelegung des Terminals das UDL45 mit dem Terminal verbinden.
- 2) Die serielle Schnittstelle des Terminals auf 8 Datenbit, 2 Stopbit und ohne Parität stellen. Datenverkehr ist nur möglich, wenn diese Einstellung vorgenommen werden kann.

FERNSTEUERUNG

- 3) Mit der BAUD-Zusatzfunktion bzw. der Einstellung des Terminal-Ports gleiche Datenraten einstellen siehe auch Kapitel 3.5.5
- 4) Mit den Befehlen wie in Kapitel 5.3 beschrieben die Kommunikation mit dem UDL45 prüfen.
- 5) Falls bei den Versuchen zur Kommunikation mit dem UDL45 die REM-Anzeige ständig blinkt und nicht gelöscht werden kann, die folgenden Schritte ausführen:
 - a) UDL45 ausschalten (Standby)
 - b) Die Verbindung des RS232-Kabels prüfen, möglicherweise müssen RXD und TXD vertauscht werden.
 - c) Kabel wieder anschließen
 - d) UDL45 einschalten und nochmals prüfen

5.2.4 ANSCHLUß EINES DRUCKERS

Die Datenübertragungsrate kann von modernen Druckern direkt verarbeitet werden, deshalb unterstützt das UDL45 nicht das Xon/Xoff-Protokoll.

Anschluß eines Druckers mit serieller Schnittstelle:

- 1) Entsprechend Bild 5-1 und der Anschlußbelegung des Druckers das UDL45 mit der seriellen Schnittstelle des Druckers verbinden.
- 2) Die serielle Schnittstelle des Druckers auf 8 Datenbit, 2 Stopbit und ohne Parität stellen. Datenverkehr ist nur möglich, wenn diese Einstellung vorgenommen werden kann.
- 3) Mit der BAUD-Zusatzfunktion die notwendige Datenrate für den Drucker einstellen siehe auch Kapitel 3.5.5
- 4) Mit der PRINT-Zusatzfunktion die Parameter für das gewünschte Druckintervall einstellen, siehe Kapitel 3.5.3.

5.3 FERNSTEUERUNGSBEFEHLE DES UDL45

Fernsteuerungsbefehle, die dem UDL45 über einen Rechner oder ein Terminal über die serielle RS232-Schnittstelle gesandt werden.

FERNSTEUERUNG

Der Befehlssatz unterscheidet zwei Arten von Befehlen:
Einstellbefehle und Abfragebefehle.

Die Befehle zur Kalibration sind hier nicht aufgelistet, siehe Kapitel 6, Wartung.

Folgende Regeln sind bei der Fernsteuerung des UDL45 zu beachten:

- 1) Die Bedeutung der Rückmeldungen:
 - => Ein gültiger Befehl wurde ausgeführt, das UDL45 wartet auf den nächsten Befehl.
 - ?> Das UDL45 hat einen ungültigen Befehl empfangen, das Befehlsformat muß geprüft werden.
 - ▷ Ein gültiger, aber nicht ausführbarer Befehl wurde empfangen z.B. ein nichtexistierender Meßbereich.
 - *> Es wurde ein Übertragungsfehler entdeckt, Befehl nochmals schicken.
- 2) Mehrere Befehle dürfen in einer Zeile geschickt werden mit Ausnahme der Meßfunktionsbefehle: VDC, VAC, ADC, AAC, OHMS, OHMS4, RTD und FREQ. Befehle die in einer Zeile mit den Funktionsbefehlen stehen werden ignoriert.
- 3) Als Schlußzeichen muß Carriage Return <CR>, Line Feed <LF> oder <CR>+<LF> geschickt werden.
- 4) Innerhalb einer Befehlszeile sind die Befehle durch Komma zu trennen.
- 5) zwischen Befehlen und Zahlenwerten ist ein Leerzeichen einzufügen.
- 6) Das UDL45 sendet nach jeder erfolgreichen Einstellung die Zeichen => <CR><LF> zurück.
- 7) Nach einem erfolgreichen Abfragebefehl ist die Antwort: angeforderte Daten <CR><LF> => <CR><LF>

FERNSTEUERUNG

5.3.1 FUNKTIONSBEFEHLE

Die Funktionsbefehle sind in der Tabelle 5-1 aufgelistet. Funktionsbefehle starten eine Messung oder führen eine bestimmte Einstellung durch. Die Befehle werden so eingegeben wie sie in der Tabelle geschrieben sind mit einem Wagenrücklauf <CR> als Schlußzeichen, nach jeder erfolgreichen Einstellung wird die Befehlsquittung (=>) zurückgeschickt.

Die Befehle RANGE, FORMAT und FILTER benötigen noch ein Argument <n> womit der spezielle Bereich, das Ausgabeformat oder die Filtereinstellung spezifiziert wird.

Bei dem RANGE-Befehl gibt <n> den selektierten Meßbereich in der jeweiligen Meßfunktion an, siehe Tabelle 5-2.

Bei dem FORMAT-Befehl wird mit dem Parameter <n> das Ausgabeformat nach RANGE?- und VAL?-Befehlen definiert, siehe Tabelle 5-3.

Bei dem FILTER-Befehl bestimmt <n> die Anzahl der Meßwertmittelungen, siehe Tabelle 5-4.

Tabelle 5-1 Funktionsbefehle

Schreibweise	Funktion
VDC	Gleichspannungsmessung
VAC	Wechselspannungsmessung
ADC	Gleichstrommessung
AAC	Wechselstrommessung
OHMS	Widerstandsmessung (Zweidraht)
OHMS4	Widerstandsmessung (Vierdraht)
RTD	Temperaturmessung
FREQ	Frequenzmessung

FERNSTEUERUNG

RANGE <n>	Bereichseinstellung (Tabelle 5-2)
AUTO	automatische Bereichswahl
FIXED	Bereichsfesthaltung
FORMAT <n>	Wahl des Ausgabeformates für VAL? und RANGE?
FILTER <n>	Wahl der Meßwertmittelung (Tabelle 5-4)
RWLS	Frontplattentasten verriegeln (REM leuchtet)
LOCS	Frontplattenbedienung freigeben (REM leuchtet nicht)

Tabelle 5-2 Meßbereichsnummern

<n>	DCV	ACV	AC/DCI	R/R(4)	T	F
0	20 mV*	200 mV	200 mA	200 Ω	$^{\circ}\text{C}$	200 kHz
1	200 mV	2 V	2 A	2 k Ω	$^{\circ}\text{F}$	2 MHz
2	2 V	20 V		20 k Ω		20 MHz
3	20 V	200 V		200 k Ω		25 MHz
4	200 V	450 V		2 M Ω		
5	450 V			20 M Ω		

* nicht bei automatischer Bereichswahl, nur Zweidrahtmessung

Tabelle 5-3 Formatbefehle

<n>	Ausgabeformat	Beispiel
1	Mantisse mit Exponent	-1.23456E+0
2	wie 1 mit Alphanext	-1.23456E+0 VDC
3	formatiert wie im Display	-1.23456
4	wie 3 mit Alphanext	-1.23456 VDC

FERNSTEUERUNG

Tabelle 5-4 Filterbefehle

<n>	Anzahl Mittelungen
0	1 (OFF)
1	2
2	4
3	8
4	16

5.3.2 ABFRAGEBEFEHLE (QUERY)

Die Abfragebefehle sind in der Tabelle 5-5 aufgelistet. Abfragebefehle fordern Daten von dem UDL45 an und sind immer mit einem Fragezeichen abgeschlossen (?). Nach einem erfolgreichen Abfragebefehl werden die angeforderten Daten in die nächste Zeile geschrieben und die normale Rückmeldung => erscheint in der nächsten Zeile.

Zum Beispiel ergibt der Abfragebefehl CALDUE?:

```
CALDUE?  
01/01/90  
=>
```

Das Ausgabeformat nach einem RANGE? oder VAL? Abfragebefehl wird durch den letzten vorhergegangenen FORMAT-Befehl bestimmt.

Für das Ausgabeformat nach einem RANGE?-Befehl gibt es zwei Möglichkeiten, bei FORMAT-Einstellungen 1, 2 oder 3 wird die Bereichszahl entsprechend Tabelle 5-2 ausgegeben, bei FORMAT-Einstellung 4 der Bereichswert alphanumerisch ausgegeben.

Nach einem VAL?-Befehl ist das Ausgabewert der Wert, der am Display angezeigt wird mit der gewählten Formatierung entsprechend Tabelle 5-3. Bei Messungen im 20 mV-Bereich ist es empfehlenswert, dem Gerät etwa 3 Sekunden Einschwingzeit zu lassen, um volle Genauigkeit zu erzielen d.h. den VAL?-Befehl nur in Zeitintervallen von mindestens 3 Sekunden schicken.

Tabelle 5-5 Abfragebefehle

Schreibweise	Ausgabe
FUNC? oder FUNC1?	die Bezeichnung der eingestellten Funktion: VDC, VAC, ADC, AAC, OHMS, OHMS4, RTD_F, RTD_C oder FREQ
RANGE? oder RANGE1?	bei FORMAT 1...3 die Bereichszahl bei FORMAT 4 den aktuellen Bereich z.B. 200.000 VDC
AUTO?	0 bei festgehaltenem Bereich 1 bei automatischer Bereichswahl
VAL? oder VAL1?	den angezeigten Meßwert in dem durch FORMAT spezifizierten Ausgabeformat
FORMAT?	Das spezifizierte Ausgabeformat, siehe Tabelle 5-3
FILTER?	die Filtereinstellnummer und die Anzahl der Meßwertmittelungen wie in Tabelle 5-4
CALDUE?	Kalibrationsdatum mm/tt/jj mit mm=00...12, tt=00..31, jj=00...99
*IDN?	Gerätebezeichnung und Firmwarestand: "Rohde & Schwarz UDL45 Ver.X.X"

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

6. WARTUNG

6.1 EINLEITUNG

Dieses Kapitel beschreibt die Wartung des UDL45. Es enthält Anleitungen zum Reinigen, zur Fehlersuche, zum Wechseln der Sicherungen oder des Akkus, Einstellen der Netzspannung und Kalibrieren des Gerätes.

6.2 REINIGUNG

Bei der Reinigung des UDL45 ist zu beachten:
 nur ein weiches, sauberes, leicht feuchtes Tuch verwenden.
 keine Sprays, Lösungsmittel oder Scheuermittel verwenden.
 Das Displayfenster besonders vorsichtig reinigen um es nicht zu verkratzen.

6.3 FEHLERSUCHE

Wenn während des Betriebes des UDL45 Fehler auftreten sollten, nach der Anleitung in Tabelle 6-1 vorgehen. Wenn der Fehler nicht behoben werden kann muß das Gerät zur Reparatur eingeschickt werden.

Tabelle 6-1 Fehlersuchanleitung

Problem	Vorgehensweise	Kapitel
kein Netzbetrieb möglich	Netzsicherung prüfen	6.6
kein Batteriebetrieb oder Low-Batt-Anzeige blinkt	Akku nachladen	2.5.2
Display zeigt OL.	nächst höheren Bereich einstellen	3.4
Display zeigt E1...E5	Gerät zur Reparatur schicken	
keine Strommessung	Stromkreissicherung prüfen	6.4
UNCAL-Anzeige leuchtet	1) Gerät aus und wieder einschalten 2) Kalibration durchführen	6.8.2, 6.9

WARTUNG

CAL-Funktion läßt sich
nicht aufrufen

Passwort prüfen oder
neu eingeben

6.8.3

6.4 ERSETZEN DER STROMKREISSICHERUNG

siehe auch Bild 6-1 zum Ersetzen der Stromkreissicherung

- 1) Gerät ausschalten (Standby)
- 2) Einen geeigneten Schraubendreher in den Schlitz der Sicherungskappe führen
- 3) Vorsichtig mit dem Schraubendreher die Kappe eine 1/4-Umdrehung im Gegenuhrzeigersinne drehen
- 4) Die Kappe und die Sicherung nach vorne herausziehen und defekte Sicherung entfernen
- 5) eine neue Sicherung DIN 41571 F 2.5/250 in die Kappe einsetzen
- 6) Kappe und Sicherung in die Frontplatte einsetzen, evtl die Kappe etwas drehen, damit sie in den Sicherungshalter passt
- 7) Mit dem Schraubendreher durch eine 1/4-Umdrehung im Uhrzeigersinne die Kappe verriegeln

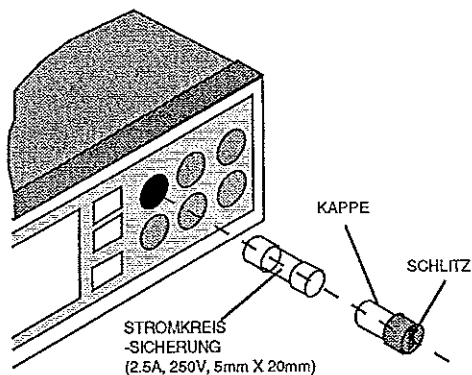


Bild 6-1 Ersetzen der Stromkreissicherung

6.5 UMSTELLEN DER NETZSPANNUNG

Um die Netzspannung des UDL45 auf 100, 120 oder 220-240 V -Betrieb umzustellen, die obere Haube des Gerätes abnehmen und die Steckbrücken sowie die Netzsicherung umstellen.

Achtung

Vor Öffnen des Gehäuses des UDL45 den Netzstecker ziehen und alle Verbindungen zu den Meßklemmen lösen damit keine berührungsgefährliche Spannungen auftreten können.

- 1) Netzkabel und alle Verbindungen zu den Meßbuchsen abstecken.

Vorsicht

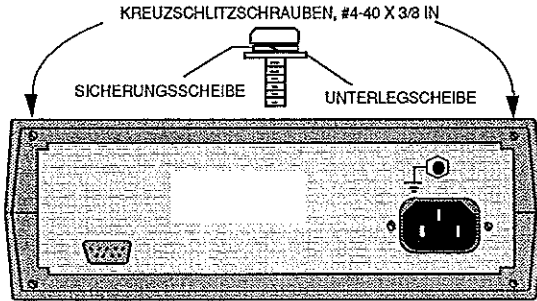
Der Akku ist in der oberen Haube des Gehäuses angebracht und mit einem Kabel an die Leiterplatte angeschlossen, dieses Kabel nicht durch unvorsichtiges Abheben der Haube beschädigen.

Ein Teil der Leiterplatte ist mit einer metallisierten Schirmfolie abgedeckt, diese Abschirmung kann nur im Service entfernt werden, die Abschirmung daher nicht entfernen oder beschädigen.

Das UDL45 ist Batteriebetrieben, Teile der Schaltung sind daher auch ohne Netzspannung in Betrieb.

- 2) obere Haube abnehmen:
 - a) Die zwei Kreuzschlitzschrauben der oberen Haube mit Unterlegscheiben an der Rückwand entfernen.
 - b) Haube hinten anheben
 - c) Haube abheben und mit der Oberseite nach unten neben das Gerät legen (Achtung Batteriekabel)

WARTUNG



ACHTUNG

Das Batteriekabel ist mit der Leiterplatte verbunden

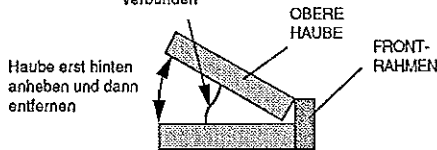


Bild 6-2 Entfernen der oberen Haube

- 3) siehe Bild 6-3 zur Lage der Brücken zur Spannungsumstellung
- 4) Entsprechend der Tabelle 6-2 die Brücken für die gewünschte Netzspannung stecken. Bei jeder Änderung der Netzspannung die Netzsicherung entsprechend der Tabelle 6-2 einsetzen, siehe hierzu Kapitel 6.6, Ersetzen der Netzsicherung.

Tabelle 6-2 Netzspannungswähler und Sicherungen

Netzspannung	Steckpositionen			Netzsicherung
	JP1	JP2	JP4	
100 V	2-3	2-3	1-2	100 mA 250 V
120 V	2-3	2-3	2-3	100 mA 250 V
220-240 V	1-2	1-2	2-3	50 mA 250 V

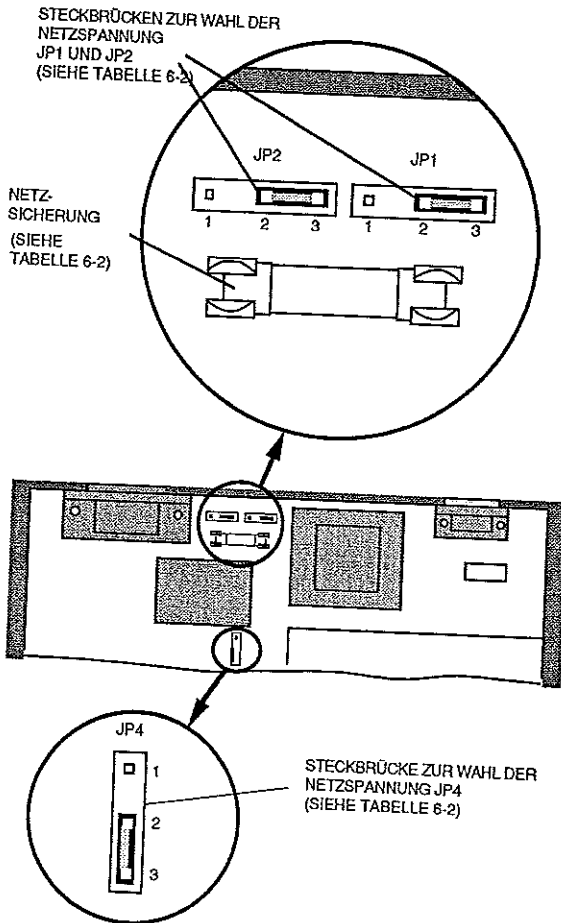


Bild 6-3 Wahl der Netzspannung, Brücken und Sicherungen

WARTUNG

6.6 ERSETZEN DER NETZSICHERUNG

Achtung

Vor Öffnen des Gehäuses des UDL45 den Netzstecker ziehen und alle Verbindungen zu den Meßklemmen lösen damit keine berührungsgefährliche Spannungen auftreten können.

- 1) Netzkabel abstecken.
- 2) alle Verbindungen zu den Eingangsbuchsen abstecken.
- 3) obere Haube entfernen, siehe Abschnitt 6.5 Schritt 2.
- 4) siehe Bild 6-3 zur Lage der Netzsicherung
- 5) Mit einem kleinen Schraubendreher die Sicherung an einer Seite herausdrücken und dann von Hand entfernen, durchgebrannte Sicherung wegwerfen.
- 6) neue Sicherung in die Halterung einsetzen, dazu die Sicherung auf den Halter legen und herunterdrücken bis die Sicherung auf beiden Seiten eingerastet ist.
- 7) obere Haube wieder anbringen, siehe Abschnitt 6.5 Schritt 5.

6.7 ERSETZEN DES AKKUS

Unter normalen Umständen beträgt die Lebensdauer des Akkus mindestens 3 bis 5 Jahre oder 500 Lade- Entladezyklen. Der Akkumulator besteht aus 5 Nickel Cadmium Zellen mit einer Kapazität von 1500 mAh. Diesen Akkupack nur durch ein Original Ersatzteil von Rohde & Schwarz ersetzen.

Hinweis

Der Akku wurde im Werk geladen, trotzdem kann der Akku durch die Lagerung ganz oder teilweise entladen sein. Vor einem Ersatz erst prüfen, ob der Akku geladen werden kann.

Achtung

Vor Öffnen des Gehäuses des UDL45 den Netzstecker ziehen und alle Verbindungen zu den Meßklemmen lösen damit keine berührungsgefährliche Spannungen auftreten können.

- 1) obere Haube entfernen, siehe Abschnitt 6.5 Schritt 2.
- 2) Batteriekabel abstecken, dazu die Raste gedrückt halten und den Stecker nach oben ziehen, siehe Bild 6-4. Nicht am Kabel ziehen !

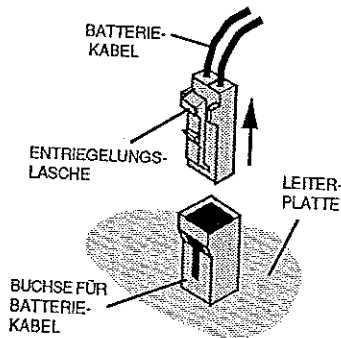


Bild 6-4 Abstecken des Batteriekabels

- 3) Die Kabelbinder zur Batteriehalterung durchschneiden und Batterie seitlich aus dem Halter schieben, siehe Bild 6-5.
- 4) die neue Batterie in den Halter schieben und mit den zwei mitgelieferten Kabelbindern befestigen.
- 5) Batteriekabel anstecken

WARTUNG

Achtung

Der Stecker lässt sich nur in einer Richtung einsetzen, nicht versuchen, den Stecker mit Gewalt einzustecken !

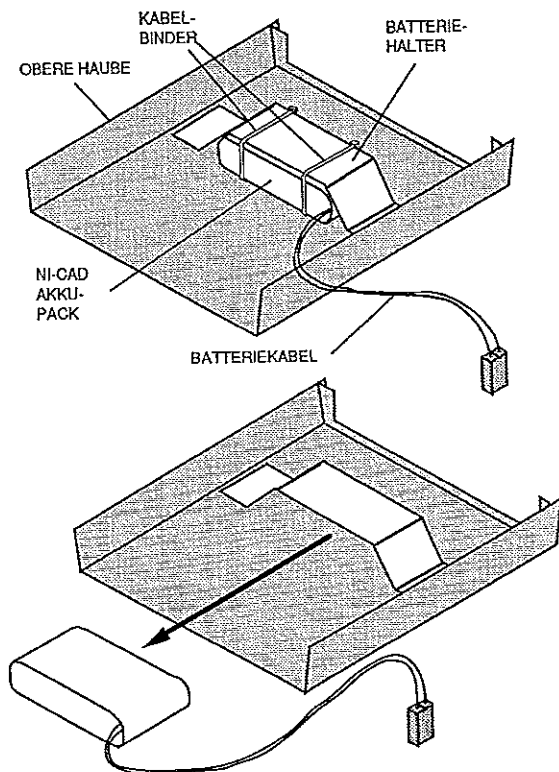


Bild 6-5 Ersetzen des Akkus

- 6) obere Haube wieder aufsetzen, siehe Abschnitt 6.5 Schritt 5.
- 7) Funktion des UDL45 prüfen.

6.8 KALIBRATION

Die Kalibrations-Zusatzfunktion (CAL) ist die letzte Funktion im Menü der Zusatzfunktionen. Die CAL-Funktion bietet vier verschiedene Routinen, die in Tabelle 6-3 beschrieben sind.

Hauptsächlich dient die CAL-Funktion dazu, das Gerät mit der normalen Kalibrieroutine neu zu kalibrieren ohne das Gerät öffnen zu müssen. Zur Kalibration über die RS232-Schnittstelle siehe Kapitel 6.9 Ferngesteuerte Kalibration.

In folgenden Abschnitt ist die elektronische Kalibration und der Aufruf der einzelnen CAL-Routinen beschrieben.

Tabelle 6-3 Kalibrieroutinen

Nummer	Bezeichnung	Zweck	Kapitel
0	normale Kalibration	Kalibration des UDL45	6.8.3
1	Neues Passwort	neues Passwort eingeben	6.8.4
2	Kalibrierwerte ersetzen	die aktuellen Kalibrierwerte durch neue, bekannte ersetzen	6.8.5
3	Display Test	Test aller Anzeigen	6.8.6

6.8.1 DIE ELEKTRONISCHE KALIBRATION

Mit der elektronischen Kalibration kann das UDL45 ganz oder teilweise nachkalibriert werden. Zum besseren Verständnis ist es sinnvoll vor der Kalibration die Funktion und die Behandlung der Kalibrierwerte in dem Multimeter kennenzulernen, siehe hierzu Bild 6-6.

Beim Einschalten werden die gespeicherten Kalibrierwerte vom nichtflüchtigen Speicher in den Arbeitsspeicher umgeladen. Während des Betriebes werden diese Werte von dem Mikroprozessor benutzt um die Meßwerte zu korrigieren.

Während des Kalibrationsvorganges fordert das UDL45 in einer festen Sequenz das Anlegen der Kalibriersignale an (1). Wenn jeder Bereich einer Meßfunktion kalibriert wurde berechnet das UDL45 einen neuen Kalibrierfaktor und speichert ihn im Arbeitsspeicher.

WARTUNG

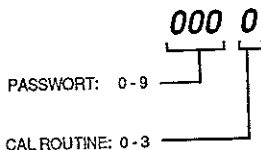
Am Ende der ganzen Sequenz kann ein neues Kalibrationsdatum eingegeben werden. Das Drücken von ENTER zu diesem Zeitpunkt bewirkt die Übernahme des Kalibrationsdatums und der neuen Kalibrationswerte in den nichtflüchtigen Speicher (2). Von nun an benützt das UDL45 die neuen Kalibrationswerte.

6.8.2 AUFRUFEN DER CAL-FUNKTION

Vor dem Aufrufen der CAL-Funktion muß ein dreistelliges Passwort eingegeben werden. Bei der Auslieferung hat das UDL45 das Passwort 001. Das Passwort kann mit der CAL-Routine 1 geändert werden, siehe Kapitel 6.8.4, Eingabe eines neuen Passwortes.

Aufrufen der CAL-Funktion:

- 1) Die PRINT/ENTER-Taste gedrückt halten bis das Markierungsdreieck über PRINT aufleuchtet.
- 2) Die PRINT/ENTER-Taste weitere dreimal drücken bis das Markierungsdreieck über CAL steht und das Kalibrierdatum angezeigt wird.
- 3) Die FUNCTION ▼-Taste drücken, das Display zeigt nun das Passwort und die Routinezahl an, siehe Bild 6-7. Die linke Stelle blinkt.



Hinweis

Jeder Druck auf die FUNCTION ▲-Taste beendet jederzeit die CAL-Funktion ohne die Kalibrationswerte zu ändern.

- 4) Das dreistellige Passwort und die CAL-Routinenummer eingeben, beginnend mit der blinkenden Stelle.
- 5) Mit der RANGE ▲ oder RANGE ▼-Taste die gewünschte Zahl einstellen.
- 6) die FUNCTION ▼-Taste selektiert die nächste Stelle nach rechts, weitere Tastendrucke der FUNCTION ▼-Taste führen zyklisch durch die Stellen.

- 7) nach der Eingabe des Passwortes und der Routine mit der ENTER-Taste die CAL-Routine starten, siehe Abschnitt 6.8.3 bis 6.8.6 für die Durchführung der Routinen.

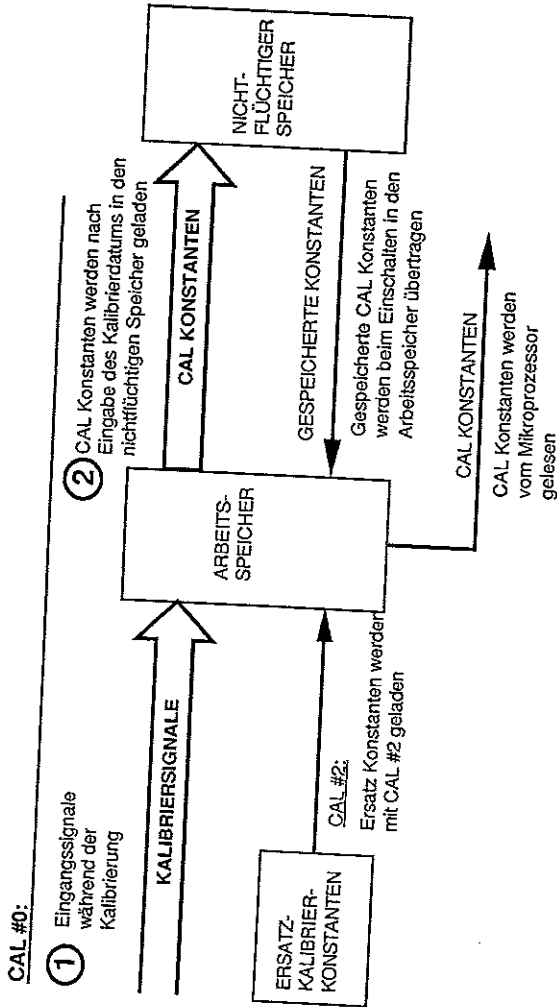


Bild 6-6 Abspeicherung der Kalibrierwerte

WARTUNG

6.8.3 NORMALER KALIBRATIONSABLAUF (CAL-ROUTINE #0)

Nachfolgend ist die Kalibration des UDL45 über die Frontplatte beschrieben, für die Kalibration über die RS232-Schnittstelle siehe Kapitel 6.9, Ferngesteuerte Kalibration.

In der Tabelle 6-4 ist die Folge der verlangten Signale aufgeführt, die mit dem Kalibrationsdatum endet. Diese Tabelle gibt die Meßfunktion und den Meßbereich an, der mit dem jeweiligen Signal kalibriert wird. Mit der folgenden Anleitung kann eine komplette oder teilweise Kalibration durchgeführt werden. Für eine teilweise Kalibration ab dem Kalibrierschritt in der Tabelle für die zu kalibrierende Funktion beginnen, für eine Komplettkalibration mit Schritt 1, DCV beginnen.

Mit der FUNCTION t-Taste wird die Sequenz weitergeschaltet, für eine teilweise Kalibration müssen mit FUNCTION ▼ alle unnötigen Schritte übersprungen werden. Nach jeder teilweisen oder komplette Kalibration sollte geprüft werden, ob alle Schritte korrekt ausgeführt wurden.

Wenn versucht wird, eine Meßfunktion bzw. einen Bereich zu kalibrieren und die Differenz zwischen dem verlangten Eingangssignal und dem angelegten Signal zu groß ist, wird die Eingabe ignoriert und FAIL angezeigt. Falls dies vorkommt gibt es drei Möglichkeiten:

ENTER drücken um den Schritt zu wiederholen

FUNCTION ▼ drücken um den Schritt zu überspringen

FUNCTION ▲ drücken um die gesamte Kalibration abzubrechen

Wenn sichergestellt ist, daß das angelegte Signal korrekt ist, liegt ein Fehler im UDL45 vor, in diesem Falle muß das Gerät zum nächsten Service geschickt werden.

Tabelle 6-4. Normale Kalibriersequenz

Schritt	Eingangswert	Funktion	Kapitel	Bild
1	450V	DC Volt	6.8.3 (1)	6-8
2	180V			
3*	18V & - 18V			
4	1.8V			
5*	180mV & - 180mV			
6*	18mV & - 18mV			
7	400V @ 100 Hz	AC Volt	6.8.3 (2)	6-9
8	180V @ 100 Hz			
9	18V @ 100 Hz			
10*	1.8V, 0.8V & 0.18V @ 100 Hz			
11**	180mV & 18mV @ 100 Hz			
12	1 MHz @ 1V rms	Frequenz	6.8.3 (3)	
13	10MΩ	Widerstand	6.8.3 (4)	
14	1MΩ			
15	100kΩ	4-Draht-Widerstand	6.8.3 (5)	6-9
16	10kΩ			
17	1kΩ			
18	100Ω			
19	180mA	DC Strom	6.8.3 (6)	6-10
20	180mA @ 100 Hz	AC Strom	6.8.3 (7)	
21	1.8A	DC Strom	6.8.3 (8)	
22	1.8A @ 100 Hz	AC Strom	6.8.3 (9)	
23	Kalibrierdatum und Werte	abspeichern	6.8.3 (10)	

* Bei diesem Schritt werden mehrere Werte gebraucht, der nächste Wert wird nach der Kalibration des vorhergegangenen Wertes angefordert.

** Der Wert 180 mV wird nur einmal gebraucht, wenn er bei Schritt 10 weggelassen wurde, wird er bei Schritt 11 angefordert.

Es ist notwendig für die Kalibration einen Kalibrator zu verwenden, der ausreichende Genauigkeitsreserven für die Daten des UDL45 aufweist. Es wird vorausgesetzt, daß der Umgang mit dem Kalibrator bekannt ist.

WARTUNG

Achtung

Der Offset des Kalibrators muß für eine genaue Kalibration abgeglichen werden. Vor der Kalibration die Geräte mindestens eine Stunde warmlaufen lassen.

Kalibrieren des UDL45 über die Frontplatte:

1) Gleichspannung

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) Kalibrator wie in Bild 6-8 mit geschirmten Kabeln anschließen.

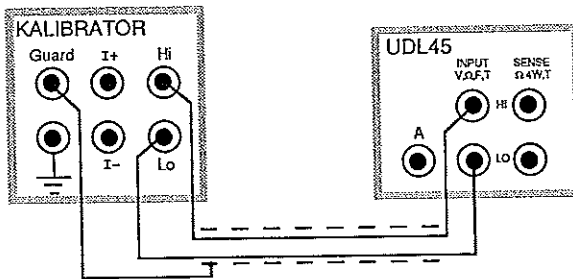


Bild 6-8 Anschluß des Kalibrators für AC/DC-Spannungen, Widerstände (Zweidraht) und Frequenz

- c) den Kalibrator auf den Wert stellen, den das UDL45 im Display anzeigt.
- d) einige Sekunden warten
- e) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- f) Schritte c,d und e für alle DC-Spannungen wiederholen (Tabelle 6-4 Schritte 2 bis 6)
- g) um weitere Kalibrationen durchzuführen mit 2) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

2) Wechselspannung

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis der erste Wechselspannungswert verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 7)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-8 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf 100 Hz stellen
- e) den Kalibrator auf den Wert stellen, den das UDL45 im Display anzeigt.
- f) einige Sekunden warten
- g) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.

Hinweis

Wenn der 2 V-Bereich kalibriert wird, werden die 180 mV bei Schritt 11 nicht verlangt, wenn die Kalibration des 2 V-Bereiches übersprungen wird, ist der nächste verlangte Wert 180 mV bei Schritt 11

- h) Schritte e,f und g für alle AC-Spannungen wiederholen (Tabelle 6-4 Schritte 8 bis 11)
- g) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 3) c) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

3) Frequenz

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis der Frequenzwert verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 12)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-8 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf 1 MHz, 1 V stellen
- e) einige Sekunden warten
- f) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- g) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 4) d) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

WARTUNG

4) Widerstand (Zweidraht)

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis der erste Widerstandswert verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 13)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-8 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf den Wert stellen, den das UDL45 im Display anzeigt.
- e) einige Sekunden warten
- f) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- g) Schritte d,e und f für den folgenden Widerstandswert wiederholen (Tabelle 6-4 Schritte 14)
- h) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 5) c) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

5) Widerstand (Vierdraht)

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis der erste Widerstandswert bei Vierdrahtmessung verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 15)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-9 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf den Wert stellen, den das UDL45 im Display anzeigt.
- e) einige Sekunden warten
- f) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- g) Schritte d,e und f für die folgenden Widerstandswerte (Vierpolig) wiederholen (Tabelle 6-4 Schritte 16-18)
- h) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 6) c) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

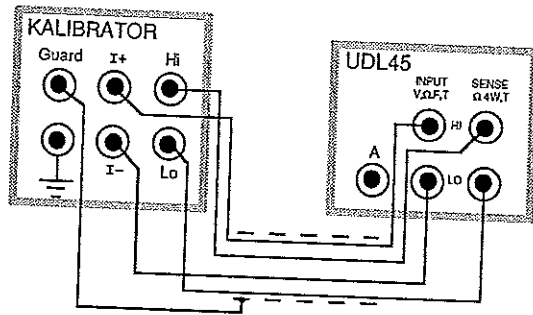


Bild 6-9 Anschluß des Kalibrators für Vierdraht Widerstände

6) Gleichstrom 200 mA

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis 180 mA Gleichstrom verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 19)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-10 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf 180 mA Gleichstrom stellen
- e) einige Sekunden warten
- f) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- g) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 7) c) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

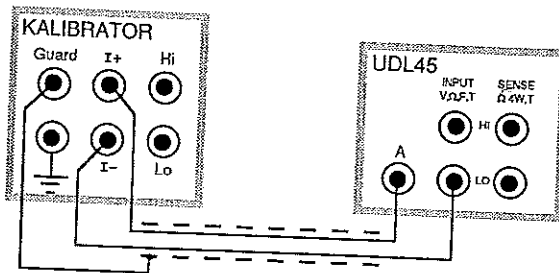


Bild 6-10 Anschluß des Kalibrators für AC/DC-Strom

WARTUNG

7) Wechselstrom 200 mA

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis 180 mA Wechselstrom verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 20)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-10 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf 100 Hz einstellen
- e) den Kalibrator auf 180 mA einstellen
- f) einige Sekunden warten
- g) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- h) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 8) d) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

8) Gleichstrom 2 A

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis 1.8 A Gleichstrom verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 21)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-10 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf 1.8 A Gleichstrom stellen
- e) einige Sekunden warten
- f) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
- g) um weitere Kalibrationen durchzuführen direkt mit 9) d) fortfahren, um die Kalibration hier zu beenden, die FUNCTION ▼-Taste so oft drücken bis das Kalibrationsdatum erscheint (Tabelle 6-4, Schritt 23) und fahre mit 10) c) fort.

9) Wechselstrom 2 A

- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
- b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis 1.8 A Wechselstrom verlangt wird (Tabelle 6-4 Schritt 22)
- c) Kalibrator wie in Bild 6-10 mit geschirmten Kabeln anschließen.
- d) den Kalibrator auf 1.8 A bei 100 Hz einstellen
- e) einige Sekunden warten

- f) ENTER drücken um die Kalibration auszulösen und den nächsten Eingabewert anzufordern oder mit FUNCTION ▼ diesen Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt ausführen.
 - g) um die Kalibrationen zu beenden mit 10) c) fortfahren
- 10) Kalibrationsdatum eingeben
- a) CAL-Routine #0 aufrufen, siehe Abschnitt 6.8.2
 - b) FUNCTION ▼ so oft drücken bis das Kalibrationsdatum im Display angezeigt wird (Tabelle 6-4 Schritt 23) siehe Bild 6-11

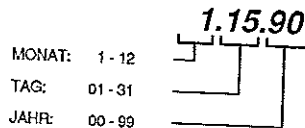


Bild 6-11 Format des Kalibrierdatums

Hinweis

Das gespeicherte Kalibrierdatum dient nur zur Kontrolle und hat keinen Einfluß auf die Meßwerte des UDL45.

- c) Wenn gewünscht, das Datum nun einstellen, wenn das Datum nicht geändert werden soll, mit Schritt d weiterfahren. Mit FUNCTION ▼ Monat, Tag oder Jahr wählen und mit den RANGE ▼- oder RANGE ▲-Tasten die Zahl einstellen.
 - d) ENTER drücken um die neu bestimmten Kalibrationswerte und das Kalibrationsdatum in den nichtflüchtigen Speicher zu übertragen.
 - e) damit ist die Kalibration abgeschlossen, das UDL45 kehrt in die Betriebsart Gleichspannungsmessung mit automatischer Bereichswahl zurück.
- 11) Nachprüfen der Kalibration. Es ist empfehlenswert, nach einer Kalibration die Daten nochmals zu prüfen. Mit Hilfe des Kalibrators entsprechend Tabelle 6-4 alle Signale generieren und mit dem UDL45 nachmessen. Alle Werte müssen innerhalb der Spezifikationen liegen, damit ist sichergestellt, daß die Kalibration fehlerfrei durchgeführt wurde.

WARTUNG

6.8.4 EINGABE EINES NEUEN PASSWORTES (CAL-ROUTINE #1)

Mit dieser Routine kann das Passwort, das den Zugang zu den Kalibrier Routinen ermöglicht, geändert werden.

Hinweis

Die FUNCTION ▲-Taste beendet jederzeit die Routine, das UDL45 kehrt zur Gleichspannungsmessung zurück.

- 1) Die CAL-Routine Nummer 1 mit dem derzeitigen Passwort aufrufen, siehe Kapitel 6.8.2
- 2) Das Display zeigt an: 001

Hinweis

Das UDL45 wird ab Werk mit dem Passwort 001 ausgeliefert, das Passwort 000 ist nicht zulässig.

- 3) Mit der FUNCTION ▼-Taste die Stelle wählen, mit den RANGE ▲- oder RANGE ▼-Tasten die Zahl einstellen.
- 4) mit ENTER wird das neue Passwort abgespeichert, das UDL45 kehrt zur Gleichspannungsmessung und Autorange zurück.

6.8.5 KALIBRIERWERTE ERSETZEN (CAL-ROUTINE #2)

Hier wird beschrieben wie die Kalibrierwerte des UDL45 durch Vorgabewerte ersetzt werden können.

Die CAL-Routine Nummer 2 hat den Zweck, daß bei einer zweifelhaften Kalibration durch einen fehlerhaften Kalibrator oder durch falsches Anschließen das Gerät wieder betriebsbereit ist für eine neue Kalibration oder überschlägige Messungen, das UDL45 in dieser Betriebsart nicht für genaue Messungen benutzen!

Hinweis

Die FUNCTION ▲-Taste beendet jederzeit die Routine, das UDL45 kehrt zur Gleichspannungsmessung mit Autorange zurück.

- 1) Die CAL-Routine Nummer 2 mit dem derzeitigen Passwort aufrufen, siehe Kapitel 6.8.2
- 2) die UNCAL-Anzeige muß aufleuchten um anzuzeigen, daß das UDL45 unkalibriert mißt. Das UDL45 kehrt zur Gleichspannungsmessung mit Autorange zurück.

- 3) Gerät aus- und wieder einschalten, dadurch werden die Default-Kalibrierwerte in den nichtflüchtigen Speicher geschrieben.

6.8.6 DISPLAY TEST (CAL-ROUTINE #3)

Mit dieser Routine werden alle Anzeigen geprüft, diese Routine kann nicht bei Frequenzmessung aufgerufen werden.

- 1) Die CAL-Routine Nummer 3 mit dem derzeitigen Passwort aufrufen, siehe Kapitel 6.8.2
- 2) Prüfen ob alle Anzeigen aufleuchten (siehe Bild 2-3). Ein Tastendruck auf eine beliebige Taste beendet den Displaytest und kehrt zur vorherigen Meßfunktion zurück.

6.9 FERNGESTEUERTE KALIBRIERUNG

Die Befehle in Tabelle 6-5 ermöglichen die ferngesteuerte Kalibration des UDL45 über die RS232-Schnittstelle, siehe auch Kapitel 5.3 Fernsteuerbefehle des UDL45. Für den Anschluß eines Rechners oder eines Terminals siehe Kapitel 5.2, Benützung der RS232-Schnittstelle.

Tabelle 6-5 Kalibrationsbefehle

Befehl	Wert	Funktion
\$CAL	<nnn> (Passwort)	schaltet die normale Kalibrierfunktion ein (nnn=001 bis 999)
\$GO		übernimmt den neuen Kalibrationswert in den Arbeitsspeicher
\$SKIP		läßt den Kalibrationswert für diesen Schritt unverändert und springt zum nächsten Eingabewert
\$CANCEL		bricht die Kalibration ab

WARTUNG

\$CALSET	<mm/tt/jj>	speichert das neue Kalibrationsdatum und die neuen Kalibrationswerte im nichtflüchtigen Speicher ab, dabei ist mm=Monat 01...12, tt=Tag 01...31, jj=Jahr 00...99
\$CALDUMP		gibt die Kalibrationswerte über die RS232-Schnittstelle aus

6.9.1 KALIBRIERUNG ÜBER RS232-SCHNITTSTELLE

Nachfolgend ist die Kalibration des UDL45 über die RS232-Schnittstelle beschrieben. Es wird die gleiche Kalibrationsfolge wie in Tabelle 6-4 benützt, siehe Kapitel 6.8.3, normaler Kalibrationsablauf zur Erklärung dieser Tabelle.

Nach jeder Kalibration sollte geprüft werden, ob alle Schritte korrekt ausgeführt wurden, siehe Kapitel 6.8.3, Schritt 11 um die Kalibration des UDL45 zu überprüfen.

Wenn versucht wird, eine Meßfunktion bzw. einen Bereich zu kalibrieren und die Differenz zwischen dem verlangten Eingangssignal und dem angelegten Signal zu groß ist, wird die Eingabe ignoriert und FAIL angezeigt. Falls dies vorkommt, gibt es drei Möglichkeiten:

- \$GO schicken um den Schritt zu wiederholen
- \$\$SKIP schicken um den Schritt zu überspringen
- \$CANCEL schicken um die gesamte Kalibration abzubrechen

Wenn sichergestellt ist, daß das angelegte Signal korrekt ist, liegt ein Fehler im UDL45 vor, in diesem Falle muß das Gerät zum nächsten Service geschickt werden.

Es ist notwendig für die Kalibration einen Kalibrator zu verwenden, der ausreichende Genauigkeitsreserven für die Daten des UDL45 aufweist. Es wird vorausgesetzt, daß der Umgang mit dem Kalibrator bekannt ist.

Achtung

Der Offset des Kalibrators muß für eine genaue Kalibration abgeglichen werden. Vor der Kalibration die Geräte mindestens eine Stunde warmlaufen lassen.

Kalibrierung des UDL45 über die RS232-Schnittstelle:

- 1) \$CAL<nnn> schicken um die Kalibrationsroutine aufzurufen, dabei ist nnn das dreistellige Passwort 001 bis 999

Das UDL45 schickt die Anforderung des anzulegenden Signales zurück, gefolgt von drei Punkten und dem normalen Schlußzeichen, die erste Aufforderung lautet:

APPLY +0450.00 VDC...=>

Hinweis

der Befehl \$CANCEL beendet zu jeder Zeit die Kalibration, ohne die Kalibrierwerte zu ändern, das UDL45 kehrt dann zur Gleichspannungsmessung mit Autorange zurück.

2) Gleichspannung

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-8 anschließen.
- b) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- c) einige Sekunden warten.
- d) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- e) Schritte b, c und d für die folgenden Gleichspannungen wiederholen (siehe Tabelle 6-4 Schritte 2 bis 6). Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +0400.00 VAC...=>

dann mit 3) weiterfahren.

3) Wechselfspannung

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-8 anschließen.
- b) den Kalibrator auf 100 Hz stellen
- c) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- d) einige Sekunden warten.
- e) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.

WARTUNG

Hinweis

Wenn der 2 V-Bereich kalibriert wird, werden die 180 mV bei Schritt 11 nicht verlangt, wenn die Kalibration des 2 V-Bereiches übersprungen wird, ist der nächste verlangte Wert 180 mV bei Schritt 11

f) Schritte c, d und e für die folgenden Wechselspannungen wiederholen (siehe Tabelle 6-4 Schritte 8 bis 11). Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +1.000 MHZ...=>

dann mit 4) weiterfahren.

4) Frequenz

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-8 anschließen.
- b) den Kalibrator auf 1 MHz, 1 V einstellen.
- c) einige Sekunden warten.
- d) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- e) Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +10.0000 M OHM...=>

dann mit 5) weiterfahren.

5) Widerstand

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-8 anschließen.
- b) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- c) einige Sekunden warten.
- d) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- e) Schritte b, c und d mit 2 M Ω wiederholen (siehe Tabelle 6-4 Schritt 14). Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +100.000 K OHM 4...=>

dann mit 6) weiterfahren.

6) Vierdraht Widerstand

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-9 anschließen.
- b) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- c) einige Sekunden warten.
- d) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- e) Schritte b, c und d für die folgenden Widerstandswerte wiederholen (siehe Tabelle 6-4 Schritte 16 bis 18). Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +180.000 MADC...=>

dann mit 7) weiterfahren.

7) 200 mA Gleichstrom

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-10 anschließen.
- b) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- c) einige Sekunden warten.
- d) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- e) Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +180.000 MAAC...=>

dann mit 8) weiterfahren.

8) 200 mA Wechselstrom

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-10 anschließen.
- b) den Kalibrator auf 100 Hz stellen.
- c) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- d) einige Sekunden warten.

WARTUNG

- e) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- f) Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +1.80000 ADC...=>

dann mit 9) weiterfahren.

9) 2 A Gleichstrom

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-10 anschließen.
- b) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- c) einige Sekunden warten.
- d) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- e) Wenn das UDL45 die Aufforderung schickt:

APPLY +1.80000 AAC...=>

dann mit 10) weiterfahren.

10) 2 A Wechselstrom

- a) Kalibrator an das UDL45 mit einem geschirmten Kabel entsprechend Bild 6-10 anschließen.
- b) den Kalibrator auf 100 Hz stellen.
- c) den Kalibrator entsprechend der Aufforderung einstellen.
- d) einige Sekunden warten.
- e) \$GO schicken um die Kalibration durchzuführen und die nächste Aufforderung zu senden oder mit \$SKIP den Kalibrationswert unverändert lassen und den nächsten Schritt anfordern.
- f) Das UDL45 beendet die Kalibrationsroutine und kehrt zum normalen Betrieb zurück. Entsprechend Kapitel 6.9.2 die Kalibration beenden.

6.9.2 ABSCHLUß EINER FERNGESTEUERTEN KALIBRATION

Die Kalibration ist komplett wenn die neuen Kalibrationswerte in den nichtflüchtigen Speicher übernommen werden (siehe auch Kapitel 6.8.1, die elektronische Kalibration). Dies geschieht mit dem Befehl \$CALSET, damit kann auch das Kalibrationsdatum geändert werden.

Hinweis

Das Kalibrationsdatum dient nur zur Kontrolle und hat keinen Einfluß auf die Meßwerte des UDL45

Abschließen der Kalibration:

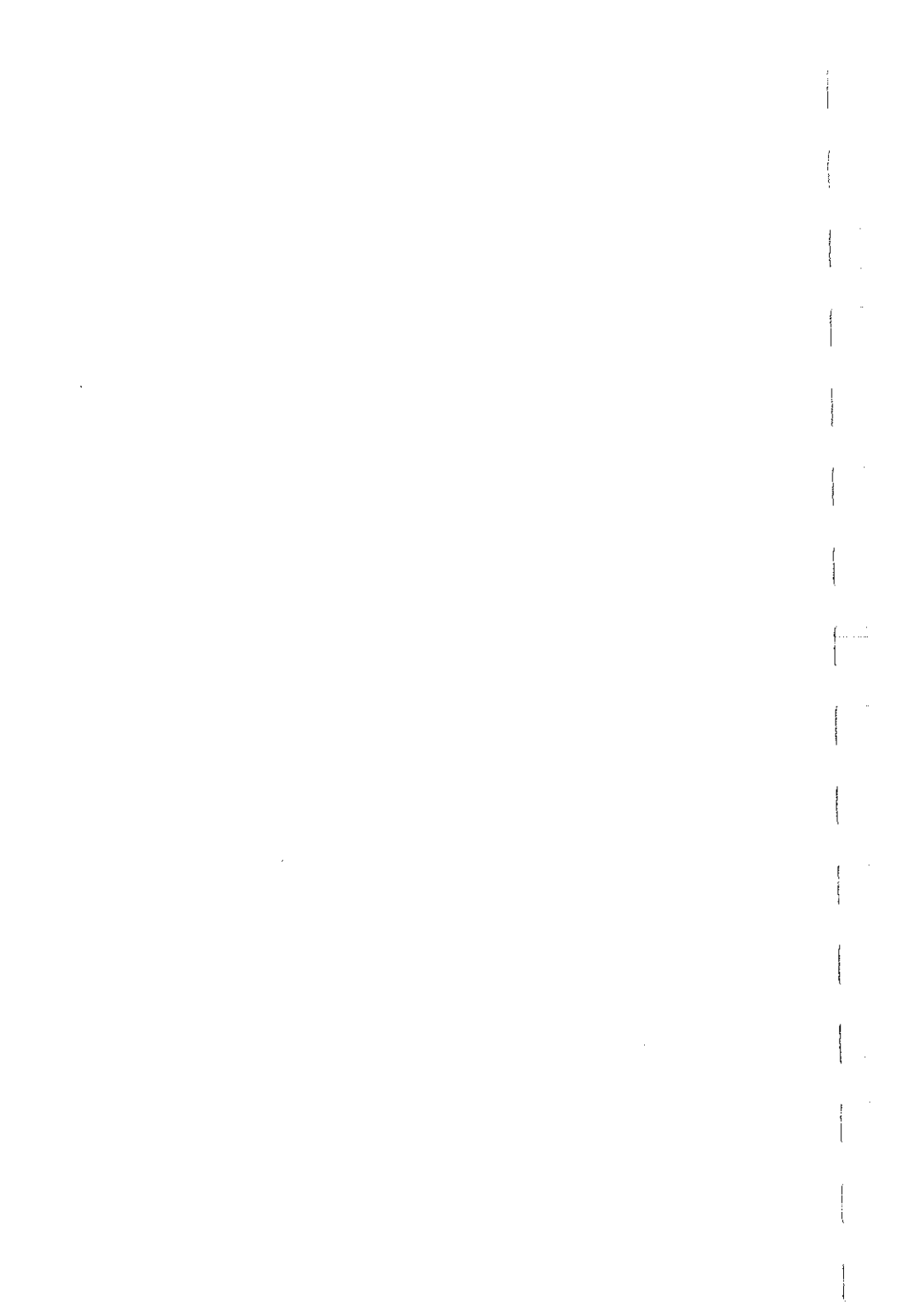
- 1) wenn das Kalibrationsdatum unverändert bleiben soll nur \$CALSET schicken.
- 2) Für ein neues Kalibrationsdatum \$CALSET<mm/tt/jj> schicken, wobei mm=Monat 01...12, tt=Tag 01...31 und jj=Jahr 00...99 ist.
- 3) Nachprüfen der Kalibration. Es ist empfehlenswert, nach einer Kalibration die Daten nochmals zu prüfen. Mit Hilfe des Kalibrators entsprechend Tabelle 6-4 alle Signale generieren und mit dem UDL45 nachmessen. Alle Werte müssen innerhalb der Spezifikationen liegen, damit ist sichergestellt, daß die Kalibration fehlerfrei durchgeführt wurde.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

ASCII CODES

ANHANG ASCII CODES

ASCII Char	Decimal	ASCII Char	Decimal	ASCII Char	Decimal
NUL	0	+	43	V	86
SCH	1	,	44	W	87
STX	2	-	45	X	88
ETX	3	.	46	Y	89
EOT	4	/	47	Z	90
ENQ	5	0	48	[	91
ACK	6	1	49	\	92
BELL	7	2	50	]	93
BS	8	3	51	^	94
HT	9	4	52	~	95
LF	10	5	53	a	97
VT	11	6	54	b	98
FF	12	7	55	c	99
CR	13	8	56	d	100
SO	14	9	57	e	101
SI	15	:	58	f	102
DLE	16	;	59	g	103
DC1	17	<	60	h	104
DC2	18	=	61	i	105
DC3	19	>	62	j	106
DC4	20	?	63	k	107
NAK	21	@	64	l	108
SYN	22	A	65	m	109
ETB	23	B	66	n	110
CAN	24	C	67	o	111
EM	25	D	68	p	112
SUB	26	E	69	q	113
ESC	27	F	70	r	114
FS	28	G	71	s	115
GS	29	H	72	t	116
RS	30	I	73	u	117
US	31	J	74	v	118
SPACE	32	K	75	w	119
!	33	L	76	x	120
"	34	M	77	y	121
#	35	N	78	z	122
\$	36	O	79	{	123
%	37	P	80	|	124
&	38	Q	81	}	125
'	39	R	82	~	126
(	40	S	83	RUBOUT	127
)	41	T	84		
*	42	U	85		









ROHDE&SCHWARZ

Instruments
Division

Operating Manual

**DIGITAL MULTIMETER
UDL45**

1037.1507.02

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

TABLE OF CONTENTS


TABLE OF CONTENTS

SPECIFICATIONS.....	D.1
1. INTRODUCTION	1.1
1.1 The UDL45 DIGITAL MULTIMETER.....	1.1
1.2 A Functional Overview.....	1.1
2. PREPARING FOR OPERATION	2.1
2.1 Introduction.....	2.1
2.2 Unpacking Instructions.....	2.1
2.3 Inspection.....	2.1
2.4 Use of the Handle.....	2.2
2.5 Power Requirements.....	2.2
2.5.1 Using the AC Line.....	2.2
2.5.2 Using the Internal Battery Pack.....	2.2
2.6 Front Panel Controls and Input Terminals.....	2.3
2.6.1 Operating Controls.....	2.3
2.6.2 LCD Display.....	2.3
2.6.3 Input Terminals.....	2.3
2.6.4 Current Input Fuse.....	2.3
2.7 Rear Panel.....	2.7
3. FRONT PANEL OPERATION	3.1
3.1 Introduction.....	3.1
3.2 Switching on the UDL45.....	3.1
3.3 Selecting a Measurement function.....	3.2
3.4 Selecting a Measurement Range.....	3.2
3.4.1 AUTO Ranging Mode.....	3.3
3.4.2 Manual Ranging Mode.....	3.4
3.5 Selecting an auxiliary function.....	3.4
3.5.1 Entering the Auxiliary Function Menu.....	3.5
3.5.2 Examining The Status of Auxiliary Functions.....	3.5
3.5.3 Using the PRINT Function.....	3.6
3.5.4 Using the FILTER Function.....	3.7
3.5.5 Using the BAUD Function.....	3.7
3.5.6 Using the CAL Function.....	3.8
3.5.7 Using the REL Function.....	3.8
4. APPLICATIONS	4.1
4.1 Introduction.....	4.1
4.2 Performing Basic Measurements.....	4.1
4.2.1 Measuring Resistance, Voltage, or Frequency.....	4.1
4.2.2 Measuring Current.....	4.2
4.2.3 Measuring Four-Terminal Resistance or Temperature.....	4.2

TABLE OF CONTENTS

- 4.3 Measuring DC voltage 4.2
 - 4.3.1 Sources of Measurement Errors 4.3
 - 4.3.2 Common Mode Rejection 4.4
 - 4.3.3 Normal Mode Rejection..... 4.4
- 4.4 Measuring DC current 4.5
- 4.5 Measuring AC Voltage and Current..... 4.6
- 4.6 Measuring resistance 4.8
 - 4.6.1 Two-Terminal Measurements..... 4.9
 - 4.6.2 Four-Terminal Measurements 4.10
- 4.7 Measuring Temperature..... 4.11
- 4.8 Measuring Frequency..... 4.12
- 4.9 Filtering..... 4.13
- 5. OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE 5.1**
 - 5.1 Introduction..... 5.1
 - 5.2 Using the RS-232 Port..... 5.1
 - 5.2.1 The RS-232 Connector..... 5.1
 - 5.2.2 Interfacing With a Host Computer 5.2
 - 5.2.3 Interfacing With a CRT Terminal..... 5.3
 - 5.2.4 Interfacing With a Printer..... 5.3
 - 5.3 Using the UDL45 Commands..... 5.4
 - 5.3.1 Function Commands 5.5
 - 5.3.2 Query Commands 5.6
- 6. MAINTENANCE 6.1**
 - 6.1 Introduction..... 6.1
 - 6.2 Cleaning..... 6.1
 - 6.3 Troubleshooting..... 6.1
 - 6.4 Replacing the Current input Fuse..... 6.2
 - 6.5 Changing the AC line voltage configuration..... 6.3
 - 6.6 Replacing the AC Line Fuse..... 6.5
 - 6.7 Replacing the Battery Pack 6.6
 - 6.8 Calibration..... 6.8
 - 6.8.1 The Electronic Calibration Process..... 6.8
 - 6.8.2 Activating the CAL Function..... 6.9
 - 6.8.3 Normal Calibration Procedure (CAL Routine #0)..... 6.11
 - 6.8.4 New Password Procedure (CAL Routine #1) 6.18
 - 6.8.5 Substitute Calibration Constants Procedure
 (CAL Routine #2)..... 6.19
 - 6.8.6 Display Test Procedure (CAL Routine #3)..... 6.19
 - 6.9 Remote calibration..... 6.19
 - 6.9.1 Remote Calibration Procedure..... 6.20
 - 6.9.2 Concluding a Remote Calibration..... 6.24
- APPENDIX ASCII codes A.1**

SPECIFICATIONS

Selectable Functions	AC/DC voltage and current. Resistance (2-terminal and 4-terminal). Frequency. Temperature (4-terminal). AUTO/manual ranging. PRINT, FILTER, BAUD (serial data rate), and CAL (calibration) auxiliary functions.
Display	Liquid Crystal Display (LCD) with a 0.5 inch (13 mm) character height.
Annunciators	Measurement functions: AC, DC, V, I, R, 4T, F, and T. Units of measure: M, k, m, V, A, Ω , Hz, °C, and °F. Low battery:  Uncalibrated: UNCAL. Remote operation: REM. Auto-ranging mode: AUTO. Auxiliary function carets: ▼.
Reading Rate	3 readings per second.
Interface	RS-232 serial interface for direct connection to serial printer, CRT terminal, or remote computer. Connector is a 9-pin, sub-miniature D connector. 500V isolation from input signals.
Warmup Time	15 minutes (nominal) to rated specifications.
Front Panel Connections	HI, LO, HI Sense, LO Sense, Current Input.
Maximum Input Voltage	HI to LO: 450V dc or ac rms, any function or range, except current. Any terminal to ground: 500V dc or ac rms.
Maximum Input, Current Ranges	2 Amperes ac rms or dc (front panel fuse).

Accuracy is expressed as \pm (% of reading + number of counts) at
18–28 °C unless otherwise specified. One count is equal to 0.0005 % of full
scale.

TECHNICAL DATA

DC VOLTAGE

Range	Resolution	Input Impedance	Accuracy		
			24 Hours (22-24°C)	90 Days (18-28°C)	1 Year (18-28°C)
20 mV*	0.1 μV	> 10 GΩ	0.0040%+20	0.0060%+30	0.0080%+30
200 mV	1 μV	> 10 GΩ	0.0025%+2	0.0040%+3	0.0060%+3
2 V	10 μV	> 10 GΩ	0.0015%+2	0.0025%+2	0.0030%+2
20 V	0.1 mV	10 MΩ	0.0015%+2	0.0025%+2	0.0035%+2
200 V	1 mV	10 MΩ	0.0015%+2	0.0025%+2	0.0035%+2
450 V	10 mV	10 MΩ	0.0020%+2	0.0030%+2	0.0045%+2

* Not within scope of AUTO range.

Common Mode Rejection Ratio	Greater than 140 dB at dc, 50, or 60 Hz (1 kΩ source imbalance).
Normal Mode Rejection Ratio	Greater than 60 dB at 50 or 60 Hz, peak ac input less than 1/10 full scale, dc + peak ac less than full scale.
Temperature Coefficient	±(0.0005% + 0.3 counts + 0.2μV)/°C (0-18°C , 28-50 °C).

AC VOLTAGE (true RMS)

Frequency	Accuracy *		
	200 mV Range	2 V, 20V, 200V Ranges	450V Range
20-50 Hz	1.10 % + 150	1.10 % + 200	1.10 % + 100
50-100 Hz	0.40 % + 150	0.35 % + 100	0.35 % + 50
100 Hz-10 kHz	0.30 % + 300	0.25 % + 100	0.25 % + 50
10-20 kHz	1.00 % + 700	0.35 % + 500	0.35 % + 200
20-30 kHz	—	1.00 % + 700	1.00 % + 500
Resolution	1μV	10μV, 0.1mV, 1mV	10mV

* With sine wave input, greater than 10% of full scale.

Input Impedance	1 MΩ shunted by less than 60 pF.
Maximum Crest Factor	Maximum crest factor is 5.
Common Mode Rejection Ratio	Greater than 140 dB at dc, greater than 80 dB at 50 or 60 Hz (1 kΩ source imbalance).

TECHNICAL DATA

RESISTANCE

Resistance accuracy is read with a 4-terminal connection. The 4-terminal connection can compensate for a resistance equal to 1% of the full scale range in each lead. For a 2-terminal connection, add a maximum offset of 100 mΩ.

Range	Resolution	Excitation Current	Accuracy 24 Hours (22-24°C)	90 Days (18-28°C)	1 Year (18-28°C)
200Ω	1 mΩ	1 mA	0.003%+3	0.006%+3	0.008%+4
2 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.003%+2	0.005%+3	0.007%+3
20 kΩ	0.1Ω	10 μA	0.002%+2	0.005%+2	0.007%+3
200 kΩ	1Ω	10 μA	0.002%+2	0.005%+2	0.008%+3
2 MΩ	10Ω	1 μA	0.012%+3	0.025%+3	0.027%+3
20 MΩ*	100Ω	0.1 μA	0.035%+3	0.055%+4	0.065%+4

* Two-terminal only.

Temperature Coefficient

Range	Temperature Coefficient (% of Reading + # Counts)/°C
200Ω	0.0010 + 0.3
2kΩ - 200kΩ	0.0008 + 0.3
2MΩ	0.0020 + 0.3
20MΩ	0.0150 + 0.3

DC CURRENT

A 0.1Ω shunt is used on all ranges.

Range	Resolution	Accuracy
200 mA	1 μA	0.05% + 50
2A, ≤ 1A	10 μA	0.05% + 5
> 1A	10 μA	0.1% + 5

TECHNICAL DATA

AC CURRENT (true RMS)

A 0.1Ω shunt is used on all ranges.

Frequency	Accuracy	
	200mA Range	2A Range
20 – 50Hz	0.7 + 250	0.7 + 200
50 – 1kHz	0.65 + 150	0.6 + 150
1 – 5kHz	0.50 + 100	0.5 + 150
Resolution	1 μA	10 μA

Accuracy from 5 kHz to 20 kHz is typically ± (0.80 % + 300 counts) for the 200 mA range and ± (0.70 % +300 counts) for the 2 A range.

Maximum crest factor ≤5.

FREQUENCY

Frequency Gate Timing

Range	Resolution	Gate
200 kHz	1 Hz	1 second
2 MHz	10 Hz	100 ms
20 MHz	100 Hz	100 ms
25 MHz	1000 Hz	100 ms

Accuracy ± (0.005% rdg. + 2 counts), all ranges (18–28°C).

Input Impedance 1 MΩ in parallel with 30 pF.

Sensitivity 200 mV

TEMPERATURE

Range	Resolution	Accuracy*
-200°C to +250°C	0.1°C	±0.3°C
-328°F to +482°F	0.1°F	±0.5°F

* Does not include RTD probe accuracy.

Temperature measurement is made with a 4-wire RTD. The DP 100 provides direct connection for a PT-100 type device. Temperature conversion uses the DIN 43760 curve (alpha = 0.00385).

Short Circuit Current 1mA

TECHNICAL DATA

GENERAL

Operating Temperature	0 to 50°C (32°F to 122°F)
Storage Temperature	-25°C to 70°C (-13°F to 158°F)
Humidity	Operates to 93% R. H., 0 to 40°C (non-condensing).
AC Power	88 to 132V or 176 to 264V (configured internally), 47 to 63 Hz, 4 watts max.
Battery Power	Internal Nickel Cadmium battery module, 10 hour minimum operating time; recharge in 12 to 16 hours.
Electromagnetic Immunity Standards	IEC 801, CISPR 11, VDE 0871 Class B. IEC Document 66E (Draft) Installation Category II, Pollution Degree I, ANSI/ISA-S82.01, VDE 0411/100 and CSA Bulletin 556B.
Size (W x H x D)	254 mm x 76 mm x 216 mm.
Weight	1.6 kg.
Ordering information	
Order designation	> Digital Multimeter UDL45 1037.1507.02
Accessories supplied	Test leads, Mains cable, Manual
Accessories	
150-A Clamp-on Current probe	UDL4-Z3 346.8113.02
1000-A Clamp on Current probe	UDL4-Z4 346.8165.02
High voltage probe	UZ-2 277.8314.02
Temperature measuring module	UZ-10 277.8014.02
Immersion Temperature probe	UZ-11 277.8095.02
Surface Temperature probe	UZ-12 277.8120.02
Wire-type Temperature probe	UZ-13 277.8150.02
Accessory Bag	ZZT-91 827.6365.00

1. INTRODUCTION

1.1 THE UDL45 DIGITAL MULTIMETER

The Rohde & Schwarz UDL45 is a 5 1/2-digit, battery- and line-operated, digital multimeter (DMM). Using state-of-the art technology, its highly-integrated circuitry provides superior accuracy and performance. In addition to the usual resistance, voltage, and current capabilities, the UDL45 performs temperature and frequency measurements, and provides menu-controlled print, filter, and data communications functions.

To achieve its excellent price/performance ratio, the UDL45 employs a proprietary analog-to-digital (A/D) converter. This A/D converter uses a new patent-pending technique called Successively Summed Integration (SSI™) to provide high accuracy and resolution with a minimum number of parts.

1.2 A FUNCTIONAL OVERVIEW

A simplified block diagram of the UDL45 is shown in Figure 1-1. Within the UDL45, all measurements and functions are performed under microprocessor control. Pressing the front panel pushbuttons causes the microprocessor to set up the appropriate circuit paths for a particular measurement. The input signal follows the established path and is converted to digital information. The microprocessor displays this information on the liquid crystal display (LCD) in a readable form. The RS-232 interface provides a means for external communications with the microprocessor.

The UDL45 has five input terminals: HI/LO for most signals, A for ac/dc current, and HI/LO SENSE for four-terminal resistance and temperature measurements. A fuse is in series with the current input (A) and a current shunt is connected between the fuse and the LO terminal. All five inputs are fed through a relay matrix under microprocessor control. The microprocessor switches the appropriate relays and sets up the correct signal path for the selected function. The microprocessor also positions the analog switches that further configure the signal path.

SSI™ is a registered trademark of Analogic Corporation

INTRODUCTION

Except for frequency measurements, all input signals pass through an amplifier stage and an analog-to-digital (A/D) converter. The amplifier adjusts the input signal level so that it is compatible with the input range of the converter. Ac voltage and current signals are amplified and processed through a true rms-to-dc converter before they get to the A/D converter. For frequency measurements the input signal is applied to counter which is read by the microprocessor.

The A/D conversion process uses a unique microprocessor-controlled charge-balancing technique called Successively Summed Integration (SSI™). This highly-accurate converter sends digital data, which are proportional to the input signal, to the microprocessor.

The eight-bit microprocessor is the controlling device for all UDL45 functions. This device has one kilobyte of memory to hold calibration information, 32 kilobytes for program storage, and 8 kilobytes of scratchpad memory.

This device uses input registers to read front panel pushbutton data and the counter output. Output registers are used to control the relay matrix, the analog switches, and the LCD.

The RS-232 interface communicates with the microprocessor via optical isolator circuits and level shifters. The opto-isolators allow the floating meter to operate with a ground-referenced communications facility.

The power supply section consists of a transformer and rectifier, battery charger, a battery pack, and a switching power supply. Using voltage selection jumpers the transformer can be configured for 100 Vac, 120 Vac or 220-240 Vac. A fuse limits the line current in case of a circuit failure. The battery pack consists of five rechargeable sub-C cells. These cells are charged whenever the charging circuit is connected to the ac line. The switching power supply feeds 5-volt, and ± 12 -volt power to the UDL45 circuits. An isolated 5-volt output is supplied to the RS-232 interface circuit. Other power supply circuits generate ± 5 -volt and 10-volt signals used as reference voltages by the A/D converter and the resistance current source, respectively.

SSI™ is a registered trademark of Analogic Corporation

2. PREPARING FOR OPERATION

2.1 INTRODUCTION

This section includes unpacking instructions, a discussion on power requirements, and a description of the instrument's front and rear panels.

2.2 UNPACKING INSTRUCTIONS

The shipping carton contains:

- UDL45 Multimeter
- Test Leads
- This Manual
- AC line Cord

To unpack the UDL45:

- (1) Place the shipping carton on a flat surface and open the top of the carton.
- (2) Remove the ac line cord and any other loose items from the shipping carton.
- (3) Grasp the foam packing material on both sides of the UDL45 and carefully pull the instrument, together with its packing material, out of the shipping carton.
- (4) SET ALL SHIPPING MATERIALS ASIDE. You will use them if you need to ship your UDL45 for service or repair.

2.3 INSPECTION

After unpacking your UDL45 Multimeter, inspect it carefully for any damage or missing items. If anything is missing or damaged, contact your place of purchase immediately.

NOTE

The battery pack may need charging before the UDL45 can operate on battery power. Perform initial operation using ac line power. See Section 2.5, POWER REQUIREMENTS.

PREPARING FOR OPERATION

2.4 USE OF THE HANDLE

You can position the handle to meet your particular application needs. Figure 2-1 shows the various handle positions.

To adjust the handle position:

- (1) Pull the ends of the handle out on each side of the unit and rotate the handle to the desired position.
- (2) Release the handle, then rotate it until it locks in place.

2.5 POWER REQUIREMENTS

The UDL45 can operate on ac line or internal battery power. To operate the unit right away, you can connect it to an ac line source using the ac line cord supplied with your unit. To use the UDL45 on battery power, you may need to charge the battery pack first.

2.5.1 USING THE AC LINE

CAUTION

The UDL45 can be configured for 100-volt, 120-volt or 220/240-volt operation. Make sure you know the ac line configuration of your unit before connecting it to an ac voltage source. If a 100-volt or 120-volt unit is connected to a 240-volt source, the internal power fuse will blow. The battery will not be charged if you use an ac line voltage that is lower than the voltage for which the unit is configured.

The UDL45 is configured for 220/240-volt operation as standard, an european style power cord is supplied. Refer to Section 6.6, Converting the AC Line Voltage Wiring.

2.5.2 USING THE INTERNAL BATTERY PACK

Before operating your UDL45 by battery power, you may need to charge the battery pack. To do this, simply plug the unit into an ac line source as described above. It takes between 12 and 16 hours to fully charge a discharged battery. You can use the UDL45 while the batteries are being charged without any loss in accuracy or damage to the unit. For prolonged battery life, normal charging should be conducted at an average temperature of 18°C to 28°C. Prolonged storage may temporarily reduce the capacity of the battery. Completely normal operation will be regained within one to three charge/discharge cycles.

PREPARING FOR OPERATION

2.6 FRONT PANEL CONTROLS AND INPUT TERMINALS

The UDL45 front panel (Figure 2-1) consists of operating controls, a liquid crystal display (LCD), input terminals, and a fuse to protect the current input circuit.

2.6.1 OPERATING CONTROLS

The UDL45 operating controls are located on either side of the display. The power switch (On/Standby) and FUNCTION selection pushbuttons are to the left of the display; the RANGE selection and PRINT/ENTER pushbuttons are to the right. These pushbuttons are arranged to provide simple, rapid changing of functions and ranges, as well as easy access to the auxiliary functions. The functions of these controls are described in Table 2-1. For more information, see Section 3, FRONT PANEL OPERATION.

2.6.2 LCD DISPLAY

The front panel LCD tells you the magnitude and units measured and the state of the UDL45 at any time. All functional elements and annunciators of the display are shown in Figure 2-2. The meaning or function of each annunciator is described in Table 2-2.

2.6.3 INPUT TERMINALS

The UDL45 input terminals (Figure 2-3) are located on the right side of the front panel. The maximum HI-to-LO input voltage for any function or range (except current) is 450 volts dc or ac rms. The maximum voltage that can be applied between any terminal and ground is 500 volts dc or ac rms. Table 2-3 tells you which terminals to use for various measurements. For more information, see Section 4.0, APPLICATIONS.

PREPARING FOR OPERATION

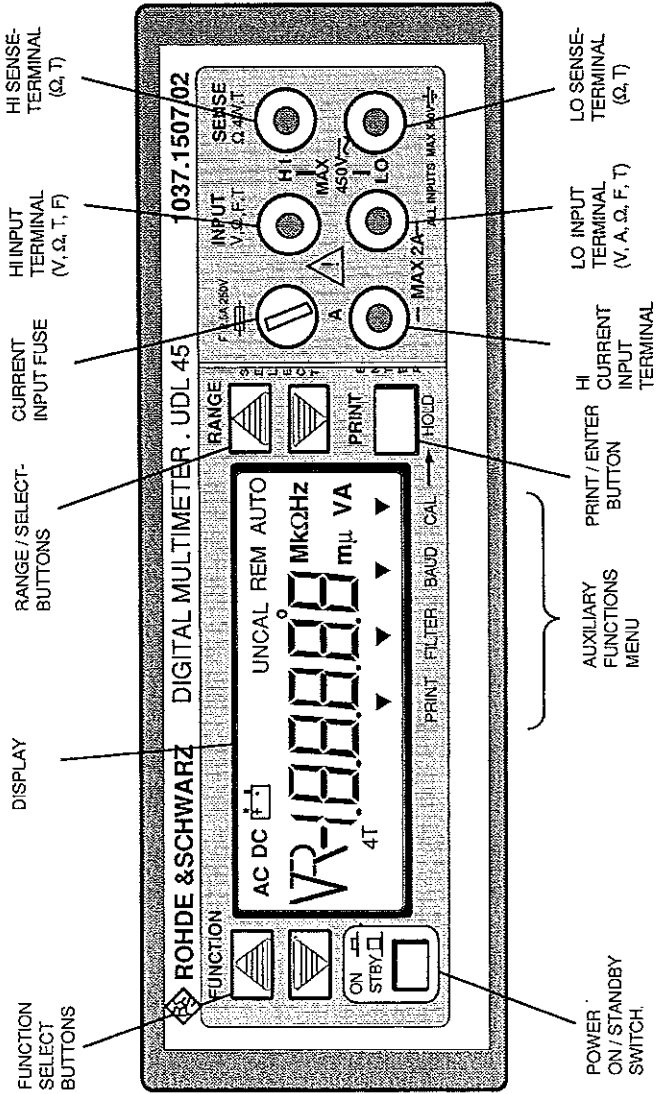


Figure 2-1. Front Panel Layout

PREPARING FOR OPERATION

Table 2-1. Front Panel Controls

Control	Function
On/Standby	On - Applies battery power to the UDL45. Standby - No battery power is used. However, if the unit is plugged into an ac source while in On or Standby, the internal battery charger will work.
FUNCTION	Selects the measurement functions. These up/down pushbuttons select measurement functions in either direction. In this manual these pushbuttons are referred to as the FUNCTION ▲ and FUNCTION ▼ pushbuttons.
RANGE/ SELECT	Selects a range for the present measurement function. These up/down pushbuttons also select auxiliary function parameters. In this manual these pushbuttons are referred to as the RANGE ▲ and RANGE ▼ pushbuttons.
PRINT/ ENTER	Sends a measurement to the printer via the RS-232 interface in the print-on-demand mode (PRINT function). Selects one of the four auxiliary functions. Enters selected auxiliary function parameters into memory.

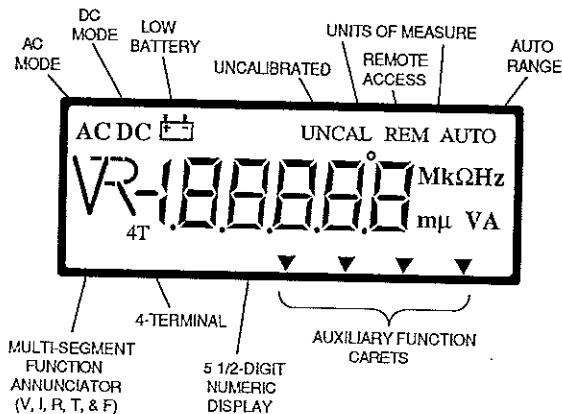




Figure 2-2 Display Annunciators

PREPARING FOR OPERATION

Table 2-2. Annunciator Indications

Annunciator	Indication
AC	AC voltage or current measurement mode.
DC	DC voltage or current measurement mode.
	Less than approximately 1/3 of total battery charge remaining.
UNCAL	Calibration constants have been corrupted.
REM	Flashing = RS-232 interface in use. Steady = Front panel locked out.
AUTO	Auto-ranging mode.
	Selected measurement function. The appropriate elements illuminate to form the letters V (voltage), I (current), R (resistance), T (temperature), and F (frequency).
MkΩHz m μ VA	Units of measure. The appropriate annunciators illuminate to display the units of measure for the active measurement.
4T	4-terminal resistance or temperature measurement function.
▼	Selected auxiliary function. The illuminated caret points to the selected auxiliary function.

WARNING

DO NOT exceed the maximum inputs specified on the UDL45 front panel. Doing so could be hazardous to you and could damage the UDL45. It will also void the UDL45 warranty.

PREPARING FOR OPERATION

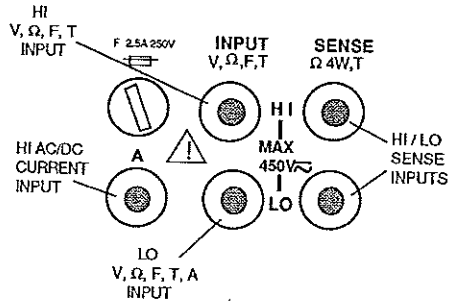


Figure 2-3. UDL45 Input Terminals

Table 2-3. Use of Input Terminals

To Measure:	Use Terminals:
Resistance, Voltage, or Frequency	HI / LO V, Ω, F, T
Current	A / LO V, Ω, F, T
4-Terminal Resistance or Temperature	HI / LO SENSE V, Ω, F, T

2.6.4 CURRENT INPUT FUSE

The maximum input current allowed is 2 amps dc or ac rms. Should you exceed this limit, the front panel has a current input fuse in series with the current input terminal (A) which will protect the UDL45. The input fuse is a 2.5-ampere, 250-volt, fast-blow fuse. See Section 6.4, REPLACING THE CURRENT INPUT FUSE.

2.7 REAR PANEL

The rear panel (Figure 2-5) consists of the ac line connector, the RS-232 interface connector, and a grounding terminal. Also, the model number, serial number, ac power input specifications, and RS-232 interface connections are printed on the rear panel. For more information, see Section 5, OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE.

PREPARING FOR OPERATION

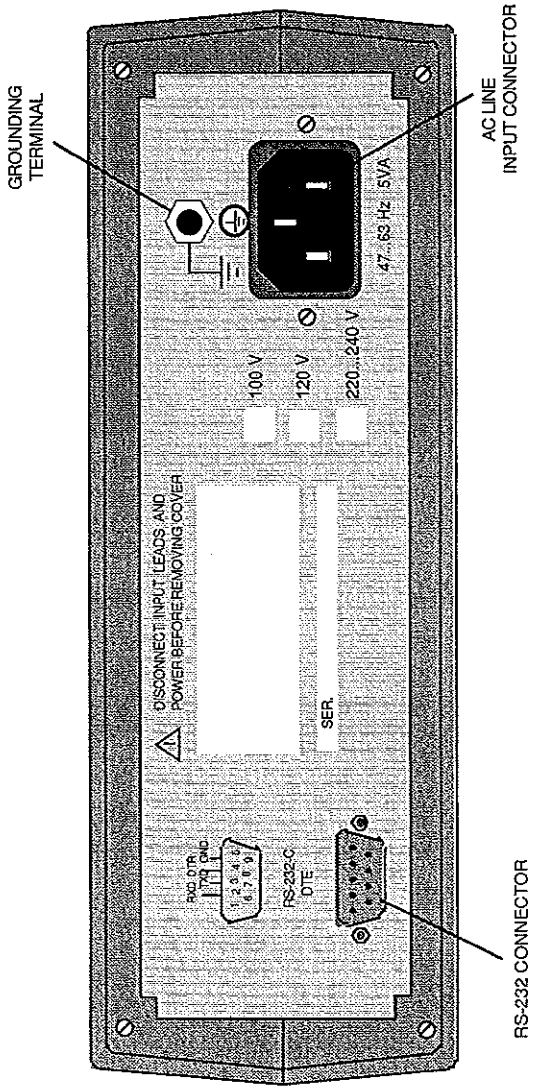


Figure 2-4. Rear Panel Layout

3. FRONT PANEL OPERATION

3.1 INTRODUCTION

This section tells you how to operate the UDL45 using the front panel controls. This information includes switching the unit on, selecting a measurement function and range, and using each of the four auxiliary functions (PRINT, FILTER, BAUD, and CAL). For more information about measurement applications, see Section 4, APPLICATIONS.

3.2 SWITCHING ON THE UDL45

Whenever you switch on the UDL45, it performs a self-test before the measurement functions are enabled. This test checks the instrument's circuitry, A/D converter, and reference. All liquid crystal display (LCD) elements are illuminated during this test. Any detected errors are indicated by an error code on the display (a number preceded by the letter E).

To switch on the UDL45 on, set the On/Standby switch to On. The instrument should cycle through these four events:

- (1) The UDL45 performs a self test during which the LCD displays all annunciators for about two seconds.

NOTE

If an error occurs, refer to Section 6.3, TROUBLE-SHOOTING, in Section 6, MAINTENANCE.

- (2) The LCD displays the instrument identification: **UDL45**
- (3) The LCD displays the the software revision code: **-X.X-**
- (4) The UDL45 activates the dc voltage measurement function and AUTO ranging.

FRONT PANEL OPERATION

3.3 SELECTING A MEASUREMENT FUNCTION

The UDL45 has eight measurement functions which are selected in a cyclical fashion using the FUNCTION ▲ or ▼ pushbuttons. See Figure 3-1.

From the start-up function (dc voltage), pressing the FUNCTION ▲ pushbutton steps you into each function in the clockwise direction around the loop. Pressing the FUNCTION ▼ pushbutton steps into each function in the counter-clockwise direction. As the UDL45 enters each function, the function is identified by a front panel annunciator.

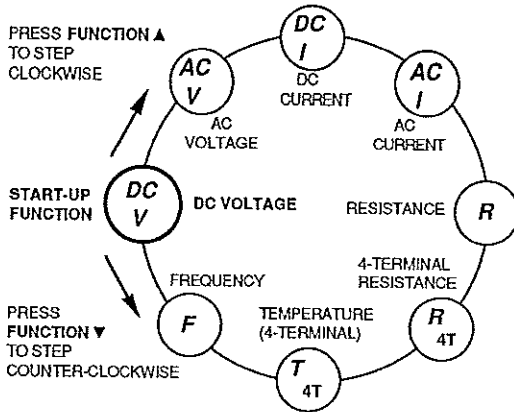


Figure 3-1. Measurement Function Selection

3.4 SELECTING A MEASUREMENT RANGE

A measurement range can be selected in either of two ways. You can let the UDL45 seek its own range in the AUTO ranging mode or you can manually select a range yourself. If the UDL45 receives an input which is higher than the selected range, the LCD will display OL (overload condition).

FRONT PANEL OPERATION

3.4.1 AUTO RANGING MODE

Whenever you switch the UDL45 on or select a new measurement function, the UDL45 automatically begins measuring in the AUTO ranging mode. Table 3-1 lists the available ranges of each function, from the highest range to the lowest. In the AUTO ranging mode, the UDL45 will automatically up-range when the input exceeds full scale and automatically down-range when the input drops to 9% of full scale. However, in the dc voltage measurement function, the UDL45 will only AUTO range down to the 200-mV range. The 20-mV dc range must be selected manually. Pressing either RANGE pushbutton while in the AUTO ranging mode changes the UDL45 to the manual ranging mode. Table 3-2 explains how the RANGE pushbuttons move you in and out of the AUTO ranging mode.

NOTE

Changing the measurement function returns the UDL45 to the AUTO ranging mode.

Table 3-1. Measurement Function Range Selection

DC V	AC V	AC/DC I	R/R(4T)	F	T
<i>AUTO Range</i>					
450 V	450 V	2 A	20 MΩ†	25 MHz	°F
200 V	200V	200 mA	2 MΩ	20 MHz	°C
20 V	20 V		200 kΩ	2 MHz	
2 V	2 V		20 kΩ	200 kHz	
200 mV	200 mV		2 kΩ		
20 mV*			200 Ω		
<i>AUTO Range</i>					

* Not within scope of AUTO range. † Two-terminal only.

Table 3-2. RANGE Pushbutton Functions

If Present Range Is	⇒	Press	
AUTO ranging		RANGE ▲	⇒ To lock into next higher range, if available. Otherwise locks into present range. See Table 3-1.
AUTO ranging		RANGE ▼	⇒ To lock into present range found by AUTO ranging.
Highest Range		RANGE ▲	⇒ To go into AUTO ranging.
Lowest Range		RANGE ▼	⇒ To go into AUTO ranging.

FRONT PANEL OPERATION

3.4.2 MANUAL RANGING MODE.

In the manual ranging mode, measurement ranges are selected using the RANGE/SELECT ▲ and ▼ pushbuttons located to the right of the front panel display. These pushbuttons allow you to select a higher (less sensitive) or lower (more sensitive) range as listed in Table 3-1. Pressing RANGE ▲ steps you through the ranges in the upward direction, while pressing RANGE ▼ steps you in the downward direction. The RANGE ▲ and RANGE ▼ pushbuttons allow you to return to the AUTO ranging mode as explained in Table 3-2.

3.5 SELECTING AN AUXILIARY FUNCTION

The four auxiliary functions (PRINT, FILTER, BAUD, CAL) prepare the UDL45 for periodic printing, digital filtering (sample averaging), serial data communications at various rates, and calibration. The auxiliary function menu is printed on the UDL45 front panel under the lower right half of the LCD.

The PRINT/ENTER pushbutton is used to enter the auxiliary function menu, examine the current status of each function, and make changes to function parameters. You select auxiliary functions from the menu by pressing the PRINT/ENTER pushbutton the correct number of times to illuminate the appropriate LCD caret located above the desired function (see Figure 3-2). After selecting a function, you can choose any of the function parameters listed in Table 3-3 using the RANGE/SELECT ▲ or ▼ pushbuttons. Pressing RANGE ▲ steps you through the list of parameters from bottom-to-top, while pressing RANGE ▼ steps you from top-to-bottom. The following instructions will help you select a function and enter the available parameters.

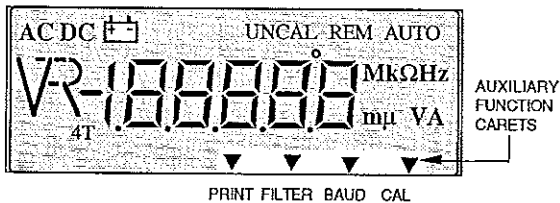


Figure 3-2. Auxiliary Function Menu

FRONT PANEL OPERATION

Table 3-3. Auxiliary Function Parameters

PRINT (seconds)	FILTER (# of samples)	BAUD (data rate)	CAL (calibration)
600	16	9600	See
60	8	1200	Section 6.8
30	4	300	for the CAL
10	2	9600E	auxiliary
5	OFF	1200E	function.
2		300E	
1			
Pd (Print on demand)			
OFF			

3.5.1 ENTERING THE AUXILIARY FUNCTION MENU

- (1) Press and HOLD the PRINT/ENTER pushbutton until the PRINT caret illuminates.

You have selected the PRINT auxiliary function. The currently selected PRINT parameter is displayed.

- (2) To select other auxiliary functions, press the PRINT/ENTER pushbutton the correct number of times to illuminate the appropriate caret.

Auxiliary functions are selected from left to right: PRINT, FILTER, BAUD, CAL. Pressing the FUNCTION ▲ pushbutton at any time returns the UDL45 to the measurement mode without changing any function parameters.

3.5.2 EXAMINING THE STATUS OF AUXILIARY FUNCTIONS

- (1) Press and HOLD the PRINT/ENTER pushbutton to enter the auxiliary function menu.
- (2) Use the PRINT/ENTER pushbutton to step through the auxiliary functions. As you select each auxiliary function, the unit displays one of the parameters listed in Table 3-3 for the PRINT, FILTER, and BAUD functions. The CAL function displays the calibration date.
- (3) To change any of the auxiliary function parameters, refer to the following Sections:

FRONT PANEL OPERATION

- 3.5.3 Using the PRINT Function
- 3.5.4 Using the FILTER Function
- 3.5.5 Using the BAUD Function
- 3.5.6 Using the CAL Function

After changing a parameter, pressing PRINT/ENTER stores the new parameter in permanent memory.

3.5.3 USING THE PRINT FUNCTION

PRINT is the first auxiliary function. This function enables you to print measurements on a printer via the RS-232 port. This feature allows you to program the UDL45 to "print on demand(Pd)", or to automatically print at a selected time interval. When selecting the PRINT function for the first time after switching the unit On, the display reads **OFF**, indicating that printing is disabled.

To use the PRINT function:

- (1) Press and HOLD the PRINT/ENTER pushbutton until the PRINT caret illuminates.
- (2) Press the RANGE/SELECT ▲ or ▼ pushbutton to display one of the available parameters (OFF, Pd, 1, 2, 5, 10, 30, 60, or 600 seconds).
- (3) Press the PRINT/ENTER pushbutton to store the displayed parameter in memory and return the UDL45 to the previous measurement function.

NOTE

Pressing the FUNCTION ▲ pushbutton instead of the PRINT/ENTER pushbutton returns the UDL45 to the measurement mode *without* changing the PRINT parameters.

- (4) Press PRINT/ENTER pushbutton *momentarily* to print on demand, or let the UDL45 print automatically according to the programmed interval. The PRINT caret flashes during printing.

If you press the PRINT/ENTER pushbutton and hold it for too long, you may end up selecting the auxiliary function menu. If this happens, press the FUNCTION ▲ pushbutton to return to the present measurement mode.

FRONT PANEL OPERATION

3.5.4 USING THE FILTER FUNCTION

FILTER is the second auxiliary function. This function averages a number of successive readings and then displays the results on the LCD. When the FILTER mode is off, each reading is displayed. When the stored parameter is 2, 4, 8, or 16, that number of readings is averaged and then displayed. The display update rate will decrease when higher values are entered.

NOTE

The FILTER function is turned OFF when the measurement mode is changed. The FILTER function is not available when using the frequency measurement mode. If filtering is selected, the FILTER caret will remain illuminated after returning to normal operation.

To program the FILTER function:

- (1) Press and HOLD the PRINT/ENTER pushbutton until the PRINT caret illuminates.
- (2) Press the PRINT/ENTER pushbutton once more to select FILTER. The FILTER caret will illuminate and the PRINT caret will go off.
- (3) Press the RANGE/SELECT ▲ or ▼ pushbuttons to display one of the available parameters (OFF, 2, 4, 8, or 16 samples).

NOTE

Pressing the FUNCTION ▲ pushbutton instead of the PRINT/ENTER pushbutton returns the UDL45 to the measurement mode without changing the FILTER parameters.

- (3) Press PRINT/ENTER to store the displayed parameter in memory and return UDL45 to the previous measurement mode.

3.5.5 USING THE BAUD FUNCTION

BAUD is the third auxiliary function. This auxiliary function allows you to set the RS-232 serial communications data rate (commonly known as baud rate) with or without echo. The data rate, which is stored in permanent memory, may be set to 300, 1200, or 9600 bits per second. The UDL45 communicates using 8 data bits, 2 stop bits, and no parity.

FRONT PANEL OPERATION

Character echoing is selected by entering the letter E after the data rate is entered. Echo is usually used when a terminal device is connected to the UDL45. With echo, any characters entering the UDL45 will be echoed back to the terminal. The non-echo mode is used primarily for communications between the UDL45 and a computer. The REM annunciator on the front panel display flashes whenever the UDL45 detects serial data input/output activity. The REM annunciator remains on when the front panel is disabled.

To program the BAUD function:

- (1) Press and HOLD the PRINT/ENTER pushbutton the PRINT caret is illuminated.
- (2) Press the PRINT/ENTER pushbutton twice to select the BAUD function.
- (3) Press the RANGE/SELECT ▲ or ▼ pushbuttons to display one of the available parameters (300E, 1200E, 9600E, 300, 1200, or 9600).

NOTE

Pressing the FUNCTION ▲ pushbutton instead of the PRINT/ENTER pushbutton returns the UDL45 to the measurement mode *without* changing the BAUD parameters.

- (3) Press the PRINT/ENTER pushbutton to store the displayed parameter into permanent memory and return the UDL45 to the previous measurement mode.

3.5.6 USING THE CAL FUNCTION

Calibration (CAL) is the final auxiliary function. When the CAL caret is illuminated, the UDL45 displays the calibration date. With this function, you can calibrate your UDL45 using the front panel controls or the RS-232 interface.

To use the CAL function, refer to Section 6.8, Calibration.

3.5.7 USING THE REL FUNCTION

The REL function provides a means of removing an offset from a measurement. It is available in all non-ac measurement modes provided a PRINT function has not been selected from the submenu.

To use the REL function, press the PRINT/ENTER key when the offset you wish to remove is displayed.

FRONT PANEL OPERATION

You can use REL to remove lead resistance from a two-wire ohms measurement or to perform delta measurements (*i.e.* delta Temperature or delta Frequency).

Note that the display indicates overload when either the measured analog signal exceeds the range limit or the numerical delta value exceeds the display capacity.

4. APPLICATIONS

4.1 INTRODUCTION

This section describes some measurement techniques and considerations to help you use the UDL45 more effectively. It also tells you about the sources of error that are part of the measurement process so that you know how to correct for them.

4.2 PERFORMING BASIC MEASUREMENTS

The following information explains how to perform basic measurements using the front panel pushbuttons. Table 4-1 tells you which terminals to use for each type of measurement. After selecting a measurement function and connecting the test leads, the display annunciators will indicate the measurement function and units of measure. This information assumes that you are familiar with basic UDL45 operation. If not, review Section 2, PREPARING FOR OPERATION, and Section 3, FRONT PANEL OPERATION.

WARNING

DO NOT exceed the maximum inputs specified on the UDL45 front panel. Doing so could be hazardous to you and could damage the UDL45. It will also void the UDL45 warranty.

Table 4-1. Use of Input Terminals

<u>Measurement</u>	<u>Terminals To Use</u>	
Resistance, Voltage, or Frequency	HI / LO	V, Ω , F, T
Current	A / LO	V, Ω , F, T
Four-Terminal Resistance or Temperature	HI / LO	V, Ω , F, T SENSE

4.2.1 MEASURING RESISTANCE, VOLTAGE, OR FREQUENCY

To measure resistance, voltage, or frequency:

- (1) Select the appropriate measurement function using the FUNCTION \blacktriangle or \blacktriangledown pushbuttons.
- (2) Connect the test leads to the appropriate input terminals (see Table 4-1) and the meter's AUTO range mode will select the appropriate range.
- (3) To select a fixed range, use the RANGE \blacktriangle or \blacktriangledown pushbuttons.

APPLICATIONS

For more information, see Section 4.3, MEASURING DC VOLTAGE, Section 4.6, MEASURING RESISTANCE, and Section 4.8, MEASURING FREQUENCY.

4.2.2 MEASURING CURRENT

To measure current:

- (1) Select the current measurement function using the FUNCTION ▲ or ▼ pushbuttons.
- (2) Connect the test leads to the current input terminal (A) and the LO V,Ω,F,T terminal. The meter's AUTO range mode will select the appropriate current range.
- (3) To select a fixed range, use the RANGE ▲ or ▼ pushbuttons.

For more information, see Section 4.4, MEASURING DC CURRENT, and Section 4.5, MEASURING AC VOLTAGE AND CURRENT.

4.2.3 MEASURING FOUR-TERMINAL RESISTANCE OR TEMPERATURE

To measure four-terminal resistance or temperature:

- (1) Select the appropriate measurement function using the FUNCTION ▲ or ▼ pushbuttons.
- (2) Connect the test leads to the appropriate input terminals. If measuring resistance, the meter's AUTO range mode will select the appropriate range. To select a fixed resistance range, use the RANGE ▲ or ▼ pushbuttons.
- (3) If measuring temperature, select °C or °F using the RANGE ▲ or ▼ pushbuttons.

For more information, see Section 4.6.2, Four-Terminal Resistance and Section 4.7, MEASURING TEMPERATURE.

4.3 MEASURING DC VOLTAGE

Making precise measurements requires understanding sources of error in the measuring circuit and the measurement environment.

4.3.1 SOURCES OF MEASUREMENT ERRORS

When measuring voltages at or below the 2-volt range, the input looks directly into the high input impedance of the input amplifier ($\approx 10 \text{ G}\Omega$) (see Figure 4-1). When the input is above 2 Volts, it looks into a $10 \text{ M}\Omega$ 100:1 input divider. The measurement error due to loading of the circuit by the multimeter can be calculated as

$$\% \text{ Error} = 100 \times R_S / (R_S + R_i)$$

where R_S is equal to the source impedance of the circuit being measured and R_i is equal to the input impedance of the multimeter.

For example, a circuit with a source impedance of $10 \text{ k}\Omega$ will introduce a measurement error of 0.1% on the 20-volt range and an error of only 0.0001% on the 2 Volt range. Another source of error in high impedance circuits is due to the input bias current of the input amplifier. The input amplifier has a very low input bias current (I_b), typically only a few picoamperes. With a source impedance of $1 \text{ M}\Omega$ and a bias current of three picoamperes, the error at the input will be only three microvolts. Note that if the input terminals are open-circuited on the three low ranges, the meter reads a fictitious voltage caused by the integration of I_b .

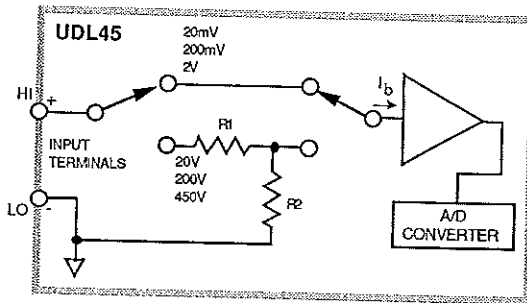


Figure 4-1. UDL45 DC Voltage Input Circuit

When using the 20-mV dc range, keep in mind that the 100-nanovolt resolution of this range represents the measurement of an extremely small voltage. High impedance measurements at this resolution are very sensitive to noise and thermocouple effects. For best results, we recommend using shielded input connections for these types of measurements. Keep the leads as short as possible and maintain all connections, if possible, at the same temperature. In addition, when operating the instrument on the 20-

APPLICATIONS

mV dc range via the RS-232 interface, we recommend that you do not read data from the UDL45 more often than once every three seconds.

4.3.2 COMMON MODE REJECTION

The UDL45 measures the potential difference (volts) between two points, neither of which is ground. In order to make this measurement, the UDL45's front end is isolated from the external environment "ground." The average of the HI and LO input terminal voltages with respect to earth ground is referred to as the common-mode voltage. The ability of the instrument to measure the difference between HI and LO and ignore the common-mode voltage to earth is known as common-mode rejection (CMR). Two examples of typical measurements requiring CMR are bridge measurements and voltage measurements across a component which is not referenced to earth ground. The source impedance of the common-mode voltage, together with the impedances of the HI and LO terminals to earth ground, creates an impedance divider for the common-mode voltage. Because of the impedance differences between the HI and LO terminals to earth ground, a different part of the common-mode voltage appears from HI to ground than from LO to ground. Thus, the common-mode voltage appears as a normal-mode signal (a signal from HI to LO).

For dc common-mode signals, the HI and LO impedances to ground are leakage paths on the circuit board. As these impedances are very high, the ratio of the common-mode signal to normal-mode signal is better than 140 dB. For ac signals, the impedances are capacitive. Although a larger part of the common-mode signal becomes normal-mode, this normal-mode signal is further rejected as described below.

The ac voltage mode CMR is lower than the dc voltage mode CMR because, in the ac voltage mode, any ac normal-mode signal is measured as input signal.

4.3.3 NORMAL MODE REJECTION

The voltage which appears between the HI and LO terminals is the normal mode signal. It is not unusual for line frequency noise or other interference to appear as a normal-mode signal. The UDL45 can reject this line frequency noise when measuring dc voltages. This ability is known as normal-mode rejection (NMR).

NMR is a characteristic of analog-to-digital converters which integrate the input signal over integer multiples of the power line frequency. The UDL45 integrates the input for an interval of 100 milliseconds. This time period integrates over an integral number of line cycles of both 50 Hz and 60 Hz.

In the dc voltage mode, the UDL45 can reject normal-mode line frequency noise by more than 60 dB, provided that the noise amplitude is less than 10% of full scale and the combined ac noise and dc signal does not exceed full scale. When the input signal has

APPLICATIONS

substantial normal-mode noise, it may be necessary to manually select a higher range to get a satisfactory reading.

4.4 MEASURING DC CURRENT

The UDL45 current measuring circuit converts current to voltage using a $0.1\ \Omega$ shunt resistor (see Figure 4-2).

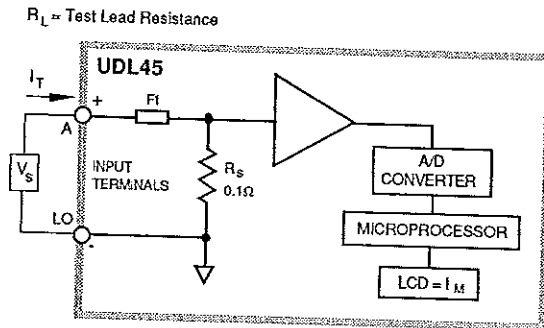


Figure 4-2. UDL45 DC Current Input Circuit

The voltage developed across this resistor is called the burden voltage. When the current source is soft or less than an ideal current source, the resistance of the test leads (R_L), the current input fuse (F1), the interconnections within the instrument, and the shunt resistor (R_S) changes the current that flows in the circuit. This results in a measurement error which is equal to the ratio of the voltage drop across this additional resistance to the open circuit voltage of the current source (V_S):

$$\% \text{ Error} = 100 \times I_M \times (2R_L + 0.2\ \Omega) / V_S$$

where I_M is the measured current as indicated by the multimeter, and R_L is the resistance of one test lead.

The $0.2\ \Omega$ added to $2R_L$ is the sum of the $0.1\ \Omega$ shunt resistor and $0.1\ \Omega$ for the resistance of the fuse and the internal wiring. This error can also be expressed as

$$\% \text{ Error} = 100 \times (I_T - I_M) / I_T$$

APPLICATIONS

where I_T is the true current. Using this expression, the true current can be calculated by the following equation.

$$I_T = I_M / (1 - (\% \text{ Error} / 100)) = (V_S \times I_M) / (V_S - I_M(2R_L + 0.1 \Omega))$$

As an example, if V_S was measured as 18 V, R_L was measured as 0.1Ω , and the measured current was 960 mA, then the actual current would be calculated as shown.

$$I_T = (18 \text{ V} \times 960 \text{ mA}) / (18 \text{ V} - (960 \text{ mA} \times 0.4 \Omega)) = 981 \text{ mA}$$

If this correction is not done, the error would be

$$\% \text{ Error} = 100 \times (981 - 960) / 981 = 2.14 \%$$

4.5 MEASURING AC VOLTAGE AND CURRENT

When the multimeter is in the ac voltage function, the switch is in the up position, and the ac component of the input signal looks into the $1 \text{ M}\Omega$ input impedance (see Figure 4-3).

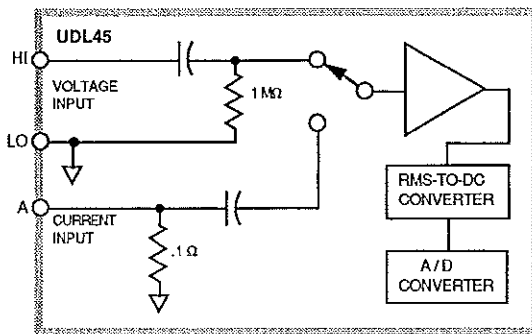


Figure 4-3. UDL45 AC Input Circuit





In the ac current mode, the switch is in the down position, and the current is converted to a voltage through the 0.1Ω current shunt. The signal is then scaled to the input range of the RMS-TO-DC CONVERTER.

APPLICATIONS

The UDL45 uses a true RMS-TO-DC CONVERTER. With this type of converter the dc output voltage has the equivalent heating power of the ac input waveform. The true rms converter provides an accurate measurement of many different ac waveforms. An average-responding converter provides an accurate measurement only for pure sine waves.

A characteristic of an ac waveform is its crest factor. The crest factor of a waveform is defined as the ratio of the peak signal amplitude to its rms value. Table 4-2 compares the response of the true rms converter to the average-responding converter for some typical waveforms. Note that the true rms converter has significantly better accuracy for non-sinusoidal waveforms.

Table 4-2. Input Waveform Response

Waveform	RMS	Sine Calibrated Avg. Responding	Crest Factor	Error Due to Average Responding Technique vs True RMS
Sinewave 	.707 V _{pk}	.707 V _{pk}	$\sqrt{2}$	0
Triangular or Sawtooth 	.58 V _{pk}	.56 V _{pk}	$\sqrt{3}$	-3.4%
Squarewave 	V _{pk}	1.11 V _{pk}	1	+11%
Pulse Train 	$V_{pk} \sqrt{1/T}$ RMS .25 .5 V _{pk} .0625 .25 V _{pk} .0156 .125 V _{pk}	1.11 V _{pk} (1/T) .278 V _{pk} .07 V _{pk} .017 V _{pk}	$\frac{1}{\sqrt{1/T}}$ 2 4 8	-44% -72% -86%

The UDL45 specifications provide the accuracy for sine wave inputs. For non-sinusoidal waveforms, an additional error term is added. See Figure 4-4. Note that a sine wave (crest factor 1.414) experiences no crest factor error, while any other signal of crest factor 1.414 experiences an error, in addition to the specifications, of up to 0.2%.

APPLICATIONS

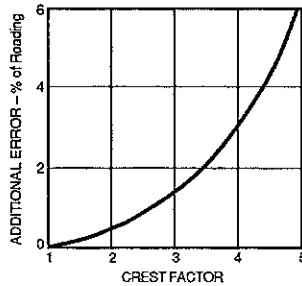


Figure 4-4. Additional Error Due to Non-Sinusoidal ac Waveform

4.6 MEASURING RESISTANCE

The UDL45's resistance measuring circuit (see Figure 4-5) consists of a precise, stable current source (I_s) and the normal dc-voltage measuring channel. Resistance is determined by dividing the measured voltage across the unknown by the value of the current source (Ohm's Law).

For two-terminal resistance measurements, the output of the current source and the input to the voltage measurement channel are connected in parallel at the HI and LO terminals.

For four-terminal resistance measurements, the two circuits are not connected together within the instrument. Instead, the current source is connected to the HI and LO terminals, and the voltage measurement channel is connected to the HI and LO SENSE terminals. Note that the 20-Megohm range is only available in the two-terminal mode. Errors due to lead resistance are negligible on this range.

The value of the current source and the full-scale voltage generated across the load resistor are functions of the selected resistance range. Table 4-3 lists these parameters for the various ranges.

Table 4-3. Resistance Range Parameters

Range	Excitation Current	Full-Scale Voltage
200 Ω	1 mA	200mV
2 k Ω	1 mA	2V
20 k Ω	10 μ A	200mV
200 k Ω	10 μ A	2V
2 M Ω	1 μ A	2V
20 M Ω	0.1 μ A	2V

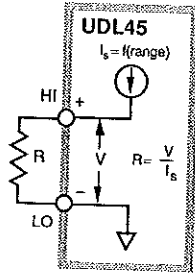


Figure 4-5. UDL45 Resistance Measuring Circuit

Note that the *open circuit voltage* across the HI and LO input terminals can be as high as 10 Vdc. Use caution when testing components that might be damaged or degraded by the application of this voltage.

High resistance measurements are affected by leakage current paths that occur both within the instrument and in the test environment. For example, a leakage resistance of 10 Gigohms introduces a 0.1% error into a 10-Megohm measurement. Leakage effects are aggravated by high humidity. The accuracy of high resistance measurements is reduced at a relative humidity in excess of about 70%.

4.6.1 TWO-TERMINAL MEASUREMENTS

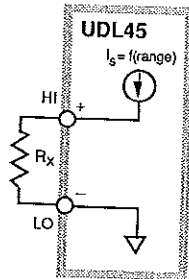


Figure 4-6. UDL45 Two-Terminal Resistance Measuring Circuit

Two-terminal resistance measurements (see Figure 4-6) are made by simply connecting the unknown resistance to the HI and LO input terminals. The two-terminal mode is most useful for measuring large resistances and for qualitative measurements.

APPLICATIONS

The measured resistance value includes the resistance of the test leads as well as about 0.1Ω of interconnecting resistance within the UDL45. This means that, for example, if the test leads have a resistance of 0.5Ω , lead resistance introduces an error of about 0.6% into a 100Ω measurement. Therefore, the four-terminal connection (see Section 4.6.2) should be used for all critical low-resistance measurements.

The two-terminal resistance mode is suitable for qualitative tests of semiconductor junctions and electrolytic capacitors.

4.6.2 FOUR-TERMINAL MEASUREMENTS

The four-terminal resistance function (see Figure 4-7) is most useful for making precise measurements of small resistances. It eliminates the error due test lead resistance by separating the excitation connections from the measurement connections.

The unknown is connected to *two* pair of test leads, one for the HI and LO INPUT terminals (excitation) and one for the HI and LO SENSE terminals (measurement). If the unknown resistance is R_x and the resistance of each test lead is R_L , the conventional measurement technique yields a reading of $R_x + 2R_L$. This is because the source current creates a voltage of $I_s(R_x + 2R_L)$ at the input to the voltage measurement channel. With the four-terminal connection, the input to the voltage measurement channel is only $I_s R_x$, which yields the proper resistance measurement. There is no voltage drop across the resistance of the sense leads because the current through these leads is negligible due to the meter's high input impedance.

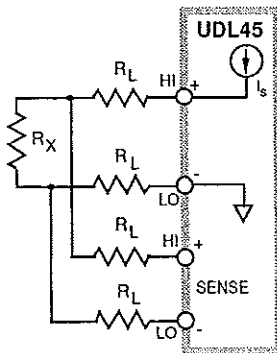


Figure 4-7. UDL45 Four-Terminal Resistance Measuring Circuit

APPLICATIONS

In the four-terminal mode, the UDL45 compensates for lead resistances up to 1% of the full scale range without degrading its specifications. In fact, much larger lead resistances can be accommodated without introducing major errors into the measurement.

4.7 MEASURING TEMPERATURE

The UDL45 measures temperature with the same input circuitry it uses to measure 4-terminal resistance. The UDL45 measures the resistance of an RTD sensor and converts the result for display as a temperature. The RANGE pushbuttons are used to select °C or °F.

A 2-, 3-, or 4-lead RTD may be connected to the UDL45. Figure 4-8 shows how to connect each of these devices to the multimeter. Note that in each case, the UDL45 treats the sensor as a 4-lead device.

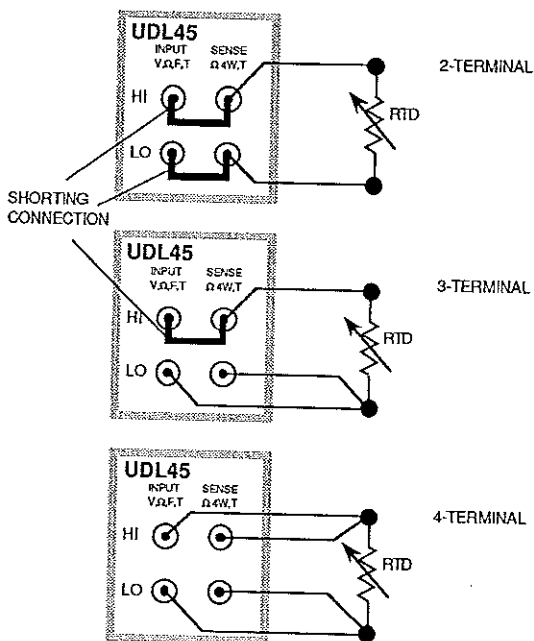


Figure 4-8. RTD-to-UDL45 Connections (2-, 3-, and 4-Terminal)

APPLICATIONS

The UDL45 is calibrated for a PT 100 type RTD sensor. This type of device has a resistance of $100\ \Omega$ at 0°C and a temperature coefficient of resistance equal to $0.00385\ \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ (DIN 43760). Thus at 1°C , the sensor resistance is $100.385\ \Omega$.

To achieve the UDL45's specified conversion accuracy, it is necessary to use a 4-lead RTD sensor. As explained above in the discussion of 4-terminal resistance measurements, the 4-terminal connection eliminates errors due to lead and contact resistances inherent in the 2-terminal method. A 3-lead RTD will halve the error contributed by a 2-lead device.

In the 4-terminal resistance mode, the UDL45 compensates for a lead resistance up to 1% of the full scale range without any degradation in its specifications. Using a 4-lead RTD, it is possible to make accurate measurements with considerably more lead resistance. For example, with $130\ \Omega$ of lead resistance (roughly equivalent to 3250 feet of 26-gauge wire), additional errors in temperature of only about 0.1°C can be expected.

4.8 MEASURING FREQUENCY

The UDL45 frequency counter is highly sensitive and has a very broad bandwidth. This means that good measurement techniques are required for successful results. Consider the following ideas:

Use an oscilloscope probe. This limits circuit loading and assures that high frequency signals reach the multimeter. If the signal amplitude permits, 10X probes are preferred for high-frequency measurements due to their higher input impedance and lower input capacitance. (Note that the 30-picofarad input capacitance of the UDL45 presents an impedance of only $213\ \Omega$ to a 25 MHz signal.) 1X probes are preferred for low-frequency measurements to minimize noise pickup. They can also be used for general-purpose measurements.

If possible, connect the "low" side of the circuit being measured to ground.

If you are not using a scope probe, twist the test leads or keep them adjacent to one another while taking measurements.

Keep away from known sources of noise.

If possible, look at square waves rather than smoothed signals.

Although the frequency input circuit has some hysteresis to reject noise, you should filter the input when looking at noisy, low frequency signals. An RC low-pass filter with a corner frequency above that which you are measuring can be built onto a four terminal isolation banana plug. See Figure 4-9.

APPLICATIONS

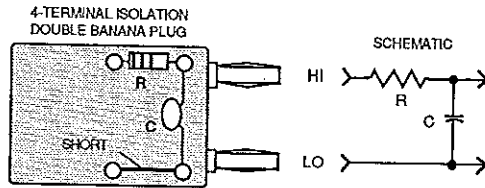


Figure 4-9. RC Low-Pass Filter

4.9 FILTERING

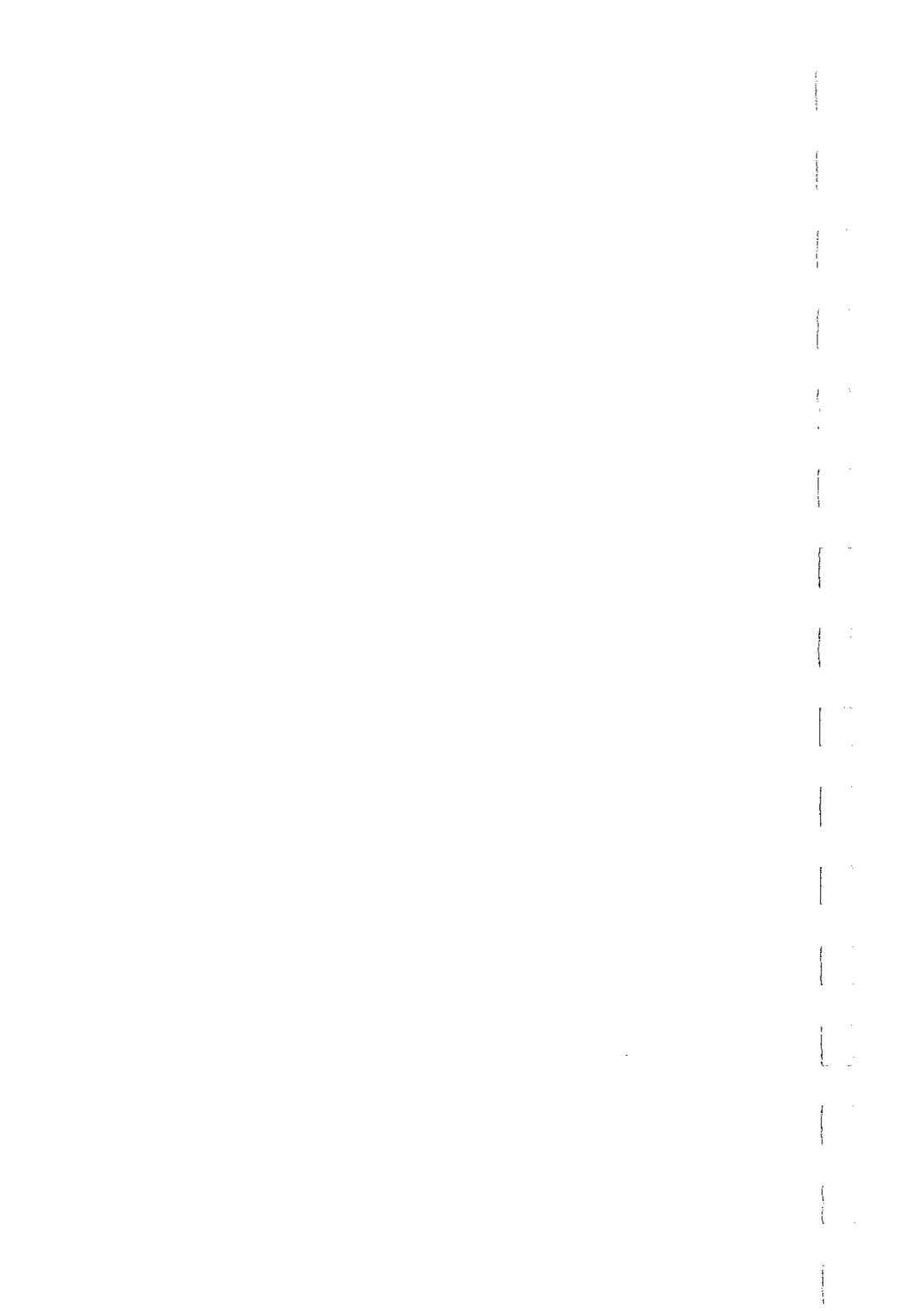
The UDL45 FILTER auxiliary function enables you to average a number of readings and display the result as a single measurement. This feature is useful when noise reduction is required in order to take more accurate measurements.

The filter may be set to average 2, 4, 8, or 16 readings. For each filter setting, the specified number of readings is accumulated into a buffer, averaged, and then displayed. The display remains constant while the buffer is cleared and a new set of values is accumulated. With the filter on, the display update rate is:

$$\text{Display Update Rate} = (\# \text{ readings}) \times 1/3 \text{ second/reading}$$

For example, with a filter value of 4 readings, the display update rate will be 1.33 seconds.

Choosing the optimal filter value is a trade off between noise rejection and the display update rate. Filtering will reduce noise by the square root of the number of samples averaged. A filter setting of four will reduce the noise amplitude by a factor of two. Measurements of slow moving signals in noisy environments can benefit from large filter values.



OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

5. OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

5.1 INTRODUCTION

This section tells you how to use the UDL45 RS-232 interface with a host computer, CRT terminal, or printer. It also describes the UDL45 command set. To calibrate the UDL45 using the RS-232 interface, see Section 6.9, REMOTE CALIBRATION.

The information presented here assumes that you are familiar with basic data communications theory and operation of the RS-232 interface.

5.2 USING THE RS-232 PORT

The RS-232 port enables you to use your UDL45 as a fully programmable instrument in an automated measuring system. The RS-232 port also allows you use the unit with a serial printer or CRT terminal in command-response or output-only modes. The RS-232 port communicates with ASCII-coded serial data formatted with 8 data bits, 2 stop bits, and no parity. The UDL45 accepts both upper and lower case characters.

5.2.1 THE RS-232 CONNECTOR

The RS-232 port uses a male, 9-pin sub-miniature D connector (DE-9P) located on the rear panel. A diagram of the RS-232 connector pin assignments (see Figure 5-1) is printed on the rear panel to the right of the connector. Note that the UDL45, like most computer ports, printers, and terminals, is defined as Data Terminal Equipment (DTE). This means that for most applications, DTE-to-DTE (null modem) cables are required.

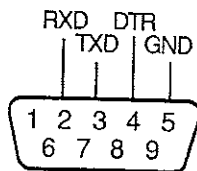


Figure 5-1. UDL45 RS-232 Connector Pins

OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

5.2.2 INTERFACING WITH A HOST COMPUTER

The signal connections between a UDL45 RS-232 port and an Apple Macintosh^{*} or an IBM PC/AT^{*} or compatible personal computer are shown in figures 5-2 and 5-3, respectively.

* Apple Macintosh is a registered trademark of Apple Computer Inc.

IBM PC/AT is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

To use a UDL45 with a host computer:

- (1) Connect the UDL45 to the host computer according to figures 5-2, 5-3, or other applicable information.
- (2) Set the computer's serial port to 8 data bits, no parity, and 2 stop bits. If this setting cannot be made, communications with the UDL45 will not be possible.
- (3) Using the BAUD auxiliary function, set the UDL45 data rate to match the data rate of the host computer. See Section 3.5.5.
- (4) Using the commands as described in Section 5.3, verify communications with the UDL45.
- (5) If when trying to communicate with the UDL45 the REM annunciator flashes consistently and cannot be cleared, perform the following steps:
 - a. Switch the UDL45 to Standby.
 - b. Check the RS-232 cable for correct wiring. The RXD and TXD signal lines might need to be interchanged.
 - c. Reconnect the RS-232 cable.
 - d. Switch the UDL45 to On and try again.

NOTE For additional information, see the user's manual for your computer. Connector pins not specified in figures 5-2 and 5-3 are not connected.

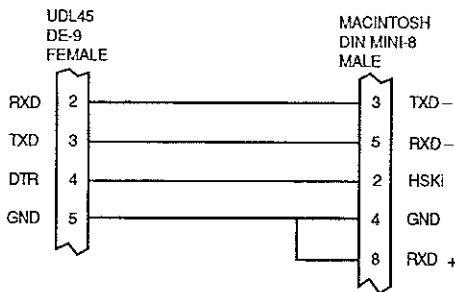


Figure 5-2. UDL45-to-Macintosh RS-232 Cable

OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

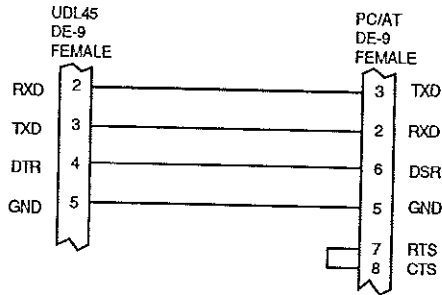


Figure 5-3. UDL45-to-PC/AT RS-232 Cable

5.2.3 Interfacing With a CRT Terminal

To use a UDL45 with a CRT terminal:

- (1) Using Figure 5-1 and the wiring information for your terminal, connect the UDL45 RS-232 port to the terminal's serial data port.
- (2) Set the terminal's serial port to 8 data bits, no parity, and 2 stop bits. If this setting cannot be made, communications with the UDL45 will not be possible.
- (3) Using the BAUD auxiliary function, set the UDL45 data rate to match the data rate of the terminal. See Section 3.5.5.
- (4) Using the commands as described in Section 5.3, verify communications with the UDL45.
- (5) If when trying to communicate with the UDL45 the REM annunciator flashes consistently and cannot be cleared, perform the following steps:
 - a. Switch the UDL45 to Standby.
 - b. Check the RS-232 cable for correct wiring. The RXD and TXD signal lines might need to be interchanged.
 - c. Reconnect the RS-232 cable.
 - d. Switch the UDL45 to On and try again.

5.2.4 INTERFACING WITH A PRINTER

Typical character rates are well within the capabilities of most modern printers. For this reason, the UDL45 does not support the X-ON/X-OFF protocol.

OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

To use a UDL45 with a serial printer:

- (1) Using Figure 5-1 and the wiring information for your printer, connect the UDL45 RS-232 port to the printer's serial data port.
- (2) Set the printer's serial port to 8 data bits, no parity, and 2 stop bits. If this setting cannot be made, communications with the UDL45 will not be possible.
- (3) Using the BAUD auxiliary function, set the UDL45 data rate to match the data rate of the printer. See Section 3.5.5.
- (4) Using the PRINT auxiliary function, enter the parameter for the desired print interval. See Section 3.5.3.

5.3 USING THE UDL45 COMMANDS

UDL45 commands transmitted by a host computer or entered on a terminal keyboard are serially transmitted to the UDL45 via the RS-232 connection.

The UDL45 command set consists of two types of commands: function commands and query commands.

The CAL auxiliary function commands are not listed here. See Section 6, MAINTENANCE.

When using the UDL45 command set, follow these guidelines:

- (1) Know the meaning of the command line prompts:
 - => A valid command was successfully executed. The UDL45 is ready for the next command.
 - ?> An invalid command was received by the UDL45. Check the command format.
 - !> A valid command was received by the UDL45, but it cannot be executed (*e.g.*, a nonexistent range was specified).
 - *> A communications error was detected. Enter the command again.
- (2) More than one command is allowed per line except for the measurement function commands: VDC, VAC, ADC, AAC, OHMS, OHMS4, RTD, and FREQ. Commands that follow these commands are ignored.
- (3) Terminate each command string with a carriage return <CR> or a line feed <LF> or a <CR><LF> pair.
- (4) Within a string of commands, terminate each command, except the last, with a semicolon.
- (5) Enter a space between commands and their arguments.
- (6) Response to a successful function command is:
 - ==> <CR> <LF>
- (7) Response to a successful query command is:
 - data <CR> <LF>
 - ==> <CR> <LF>

OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

5.3.1 FUNCTION COMMANDS

The function commands are listed in Table 5-1. Function commands activate a measurement function or perform some other specific operation. Enter the commands on your keyboard just as they are listed in the mnemonic column, followed by a carriage return (CR). The normal command line prompt (=>) is returned after a successful command entry.

The RANGE, FORMAT, and FILTER commands include an argument, <n>, which selects a particular measurement range, output format, or filter setting.

For the RANGE command, <n> selects a valid range for the selected measurement function. Table 5-2 lists <n> as a function of measurement range.

For the FORMAT command, <n> selects the output format for the RANGE? and VAL? query commands. Table 5-3 lists <n> as a function of format.

For the FILTER command, <n> determines the number of measurements the UDL45 averages for each reading. Table 5-4 lists <n> as a function of the number of measurements averaged.

Table 5-1. Function Commands

Mnemonic	Function
VDC	Selects dc voltage measurement.
VAC	Selects ac voltage measurement.
ADC	Selects dc current measurement.
AAC	Selects ac current measurement.
OHMS	Selects resistance measurement.
OHMS 4	Selects 4-terminal resistance measurement.
RTD	Selects RTD temperature measurement.
FREQ	Selects frequency measurement.
RANGE <n>	Selects range <n> (see Table 5-2).
AUTO	Selects the AUTO range mode.
FIXED	Selects the FIXED range mode.
FORMAT <n>	Selects output format <n> for the VAL? and RANGE? commands (see Table 5-3).
FILTER <n>	Selects the number of samples averaged, as indicated by <n> in Table 5-4.
RWLS	Locks out front panel operation (the REM annunciator is on).
LOCS	Enables front panel operation (the REM annunciator is off).

OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

Table 5-2. Measurement Range Argument Chart

<n>	DC V	AC V	AC/DC I	R/R(4T)	T	F
0	20mV*	200mV	200mA	200Ω	°C	200kHz
1	200mV	2V	2A	2KΩ	°F	2MHz
2	2V	20V		20kΩ		20MHz
3	20V	200V		200kΩ		25MHz
4	200V	450V		2MΩ		
5	450V			20MΩ†		

* Not within scope of AUTO Range.

† Two-terminal only.

Table 5-3. FORMAT Argument Chart

<n>	Output Format	Example
1	Scientific notation	-1.23456e + 0
2	Same as 1 with label	-1.23456e + 0 VDC
3	As displayed on LCD	-1.23456
4	Same as 3 with label	-1.23456 VDC

Table 5-4. FILTER Argument Chart

<n>	# Averaged
0	1 (OFF)
1	2
2	4
3	8
4	16

5.3.2 QUERY COMMANDS

The query commands are listed in Table 5-5. Query commands request some data from the UDL45 and always end with a question mark (?). After a successful query command entry, the response is returned on the next line and a normal prompt is returned on the following line.

For example, entering a CALDUE? would look like this:

CALDUE?

10/10/91

=>

OPERATING WITH THE RS-232 INTERFACE

The format of the response to the RANGE? and VAL? commands is determined by the last FORMAT command.

For the RANGE? command there are two output formats. When the UDL45 format is 1, 2, or 3, RANGE? returns the numeric measurement range as listed in Table 5-2. When the format is 4, RANGE? returns the actual literal expression of the range.

For the VAL? command, the response is the value displayed on the front panel expressed according to the present format (see Table 5-3). When reading voltage on the 20mV dc range, we recommend that you send the VAL? command no less than every three seconds. This gives the measurement time to settle and yields the most accurate results from your UDL45.

Table 5-5. Query Commands

Mnemonic	Output
FUNC? or FUNC1?	The mnemonic of the active measurement function: VDC, VAC, ADC, AAC, OHMS, OHMS4, RTD_F, RTD_C, or FREQ.
RANGE? or RANGE1?	The numeric measurement range (see Table 5-2), when FORMAT<n> = 1-3. The actual measurement range (e.g., 200.000 VDC), when FORMAT<n> = 4.
AUTO?	0 for FIXED range. 1 for AUTO range.
VAL? or VAL1?	Displayed measurement expressed as specified by the last FORMAT command.
FORMAT?	The format specified by the last FORMAT command (see Table 5-3).
FILTER?	The filter argument followed by the number of measurements averaged [n(# samples)] as specified by the last FILTER command (see Table 5-4).
CALDUE?	Calibration date mm/dd/yy where: mm = 00-12, dd = 00-31, and yy = 00-99.
*IDN?	Model number and software revision code: "Rohde & Schwarz UDL45 Ver. X.X".

6. MAINTENANCE

6.1 INTRODUCTION

This section provides maintenance information for the UDL45. It includes cleaning instructions, troubleshooting information and procedures for replacing fuses and the battery pack, selecting the ac line power configuration, and calibrating the unit. Service and technical support information is provided at the end of this section.

6.2 CLEANING

To clean your UDL45:

- Use *only* a clean, soft, damp (not wet) cloth.
- *Do not* use aerosol sprays, solvents, or abrasives not to damage the meter's finish.
- Be especially gentle when cleaning the display window to avoid scratching it.

6.3 TROUBLESHOOTING

If you experience trouble while operating your UDL45, follow the recommended action listed in Table 6-1. If you still cannot solve the problem, contact your nearest Rohde & Schwarz representative.

Table 6-1. Troubleshooting List

Problem	Recommended Action	Section
No ac line operation.	Check the ac input fuse.	6.6
No battery operation, or low battery annunciator is flashing.	Recharge the battery	2.5.2
Display = OL.	Select the next higher range.	3.4
Display = E1 - E5.	Obtain service.	
No current measurements.	Check current input fuse.	6.4
UNCAL annunciator is on.	(1) Cycle power switch to Standby and back to On. (2) Perform calibration procedure.	6.8.2, 6.9
Cannot access the CAL function.	Check your password or enter a new one.	6.8.3

MAINTENANCE

6.4 REPLACING THE CURRENT INPUT FUSE

To replace the current input fuse (see Figure 6-1):

- (1) Set On/Standby switch to Standby.
- (2) Insert a screwdriver into the front panel fuse cap slot.
- (3) Push in gently with the screwdriver and turn the fuse cap 1/4 turn counter-clockwise to unlock it.
- (4) Remove the fuse cap and fuse from the front panel. Remove the blown fuse from the fuse cap and discard it.
- (5) Insert a new fuse into the fuse cap. Replace with a IEC type F (fast blow) 2.5A, 250V, 5mm X 20mm fuse.
- (6) Insert the fuse and fuse cap into the front panel. You may have to rotate the fuse cap slightly so that the fuse slides into the fuse holder all the way.
- (7) Using the screwdriver, push the fuse cap in gently and turn it 1/4 turn clockwise to lock it in place.

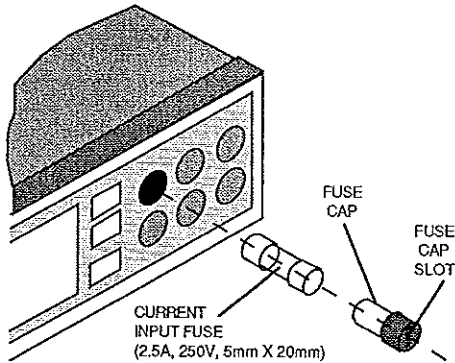


Figure 6-1. Current Input Fuse Replacement

6.5 CHANGING THE AC LINE VOLTAGE CONFIGURATION

Configuring the UDL45 for 100, 120 or 220-240 Vac input voltage requires removing the top cover to access the voltage selection jumpers and ac input fuse on the internal circuit board.

WARNING

Before opening the UDL45 case, disconnect the ac line cord and remove the connections to the input terminals. Failing to do this could expose you to hazardous voltages.

- (1) Disconnect the ac line cord from the rear of the unit and remove any leads connected to the input terminals.

CAUTION

The battery pack, which is attached to the top cover, is connected to the circuit board with a cable. Be careful not to strain this cable when you remove the cover. Part of the circuit board is covered with a foil shield. This shield is not intended to be user-replaceable. Do not remove or damage the shield while the case is open. The UDL45 is battery operated. Therefore, voltages are present inside the case even though the ac power cord is disconnected.

- (2) Remove the top cover:
 - a. Remove the two top cover Phillips-head screws, with lock washers and flat washers, from the rear panel (Figure 6-2).
 - b. Lift the cover from the rear and remove it from the unit.
 - c. Carefully turn the top cover upside down and place it beside the unit.
- (3) Locate the ac line voltage selection jumpers. See Figure 6-3.
- (4) Using Table 6-2, position the voltage selection jumpers for the applicable ac line voltage. If you change the line voltage configuration, be sure to replace the ac line fuse with one having the appropriate rating as shown in Table 6-2. To change the fuse, see Section 6.6 REPLACING THE AC INPUT POWER FUSE.
- (5) Replace the top cover:
 - a. Hold the top cover above the unit and lower the two top cover front corners onto the sides of the bottom half of the case. The sides of the top and bottom halves of the case fit together in a tongue and groove arrangement.
 - b. While holding the rear of the cover up slightly, slide the cover toward the front of the unit so that the front lip of the cover fits under the top edge of the front panel bezel.

MAINTENANCE

- c. Lower the rear of the cover onto the bottom half of the case.
- d. On the rear panel, install the two top-cover screws, lock washers and flat washers (see Figure 6-2).

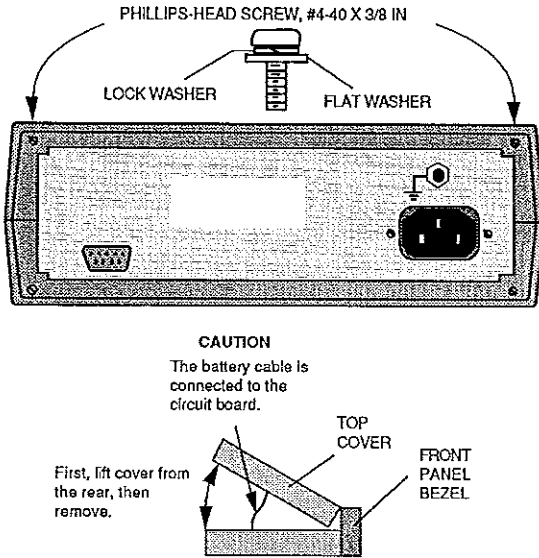


Figure 6-2. UDL45 Top Cover Removal

Table 6-2. AC Line Selection Jumpers and Fuses

Input Voltage	Jumper Positions			AC Fuse
	JP 1	JP 2	JP 4	
100 VAC	2 - 3	2 - 3	1 - 2	100mA 250V
120 Vac	2 - 3	2 - 3	2 - 3	100mA 250V
220/240 VAC	1 - 2	1 - 2	2 - 3	F 50mA 250V

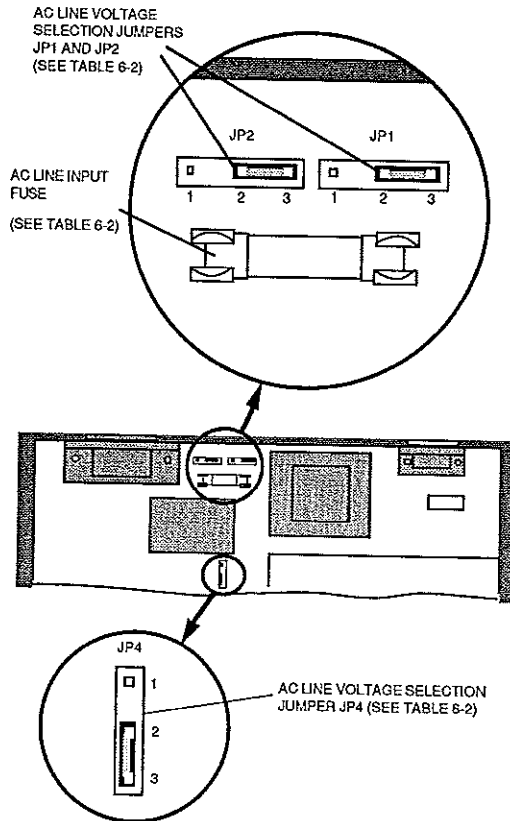


Figure 6-3. AC Line Voltage Selection Jumpers and Fuse

6.6 REPLACING THE AC LINE FUSE

WARNING

before opening the UDL45 case, disconnect the ac line cord and remove the connections to the input terminals. Failing to do this could expose you to hazardous voltages.

MAINTENANCE

- (1) Disconnect the ac line cord from the rear of the unit.
- (2) Remove any leads connected to the input terminals.
- (3) Remove the top cover. See Section 6.5, step (2).
- (4) Locate the ac line fuse (See Figure 6-3).
- (5) Place a small screwdriver blade under one end of the fuse and pry it out of the fuse holder. Finish removing the fuse with your hand. Discard the fuse if it is blown.
- (6) Insert a new fuse into the fuse holder. Place the fuse on top of the fuse holder. Press down on each end of the fuse to snap it into place.
- (7) Replace the top cover. See Section 6.5, step (5).

6.7 REPLACING THE BATTERY PACK

Under normal conditions you can expect the UDL45's battery pack to last for three to five years or 500 complete charge/discharge cycles. The battery pack consists of five 1500mAh, sub-C, nickel-cadmium cells. Replacement battery packs are available from Rohde & Schwarz.

NOTE

Although the replacement battery pack was fully charged at the factory, it may have lost its charge while in inventory or transit. Always attempt to recharge a new battery pack before assuming it is defective.

WARNING

Before opening the UDL45 case, disconnect the ac line cord and remove the connections to the input terminals. Failing to do this could expose you to hazardous voltages.

- (1) Remove the top cover. See Section 6.5, step (2).
- (2) Disconnect the battery cable from the internal circuit board (behind the On/Standby switch). Hold in the release tab and pull the connector upward (see Figure 6-4). Pull on the connector body, not the wires.
- (3) Cut the battery holder cable ties and slide the battery pack out of the holder (see Figure 6-5).
- (5) Slide the new battery pack into the holder and secure it with the two new cable ties supplied with the replacement battery pack.

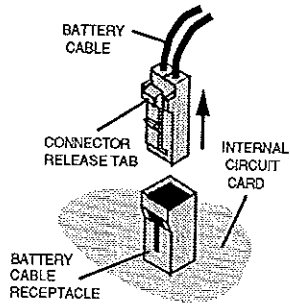


Figure 6-4. Disconnecting the Battery Cable

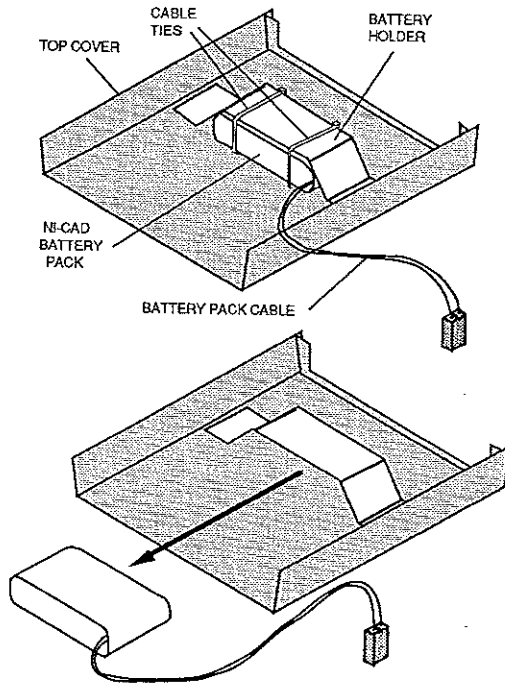


Figure 6-5. Battery Pack Replacement

MAINTENANCE

CAUTION

The battery cable connector is polarized to fit in its receptacle only one way. If the connector refuses to fit in its receptacle, do not attempt to force it. Check for correct orientation.

- (6) Connect the battery cable to the circuit board.
- (7) Reinstall the top cover. See Section 6.5, step (5).
- (8) Verify operation of the UDL45.

6.8 CALIBRATION

The calibration (CAL) auxiliary function is the last selection of the auxiliary function menu. The CAL function provides four individual routines which are identified in Table 6-3.

The primary use of the CAL function is the Normal Calibration routine. This routine allows you to perform a "closed-case" electronic calibration of the UDL45. To calibrate the UDL45 using the RS-232 interface, see Section 6.9, REMOTE CALIBRATION.

The following Sections describe the electronic calibration process and how to activate each of the CAL function routines.

Table 6-3. CAL Routines

Number	Name	Purpose	Section
0	Normal Calibration	Electronic calibration of the UDL45.	6.8.3
1	New Password	Entering a new password.	6.8.4
2	Substitute Calibration Constants	Replacing the actual calibration constants with a substitute set of known values.	6.8.5
3	Display Test	Checking all display annunciators.	6.8.6

6.8.1 THE ELECTRONIC CALIBRATION PROCESS

The electronic calibration feature of the UDL45 allows you to perform a complete or partial calibration. Before calibrating your UDL45, it is helpful to understand how the calibration constants are electronically stored and retrieved within the multimeter. See Figure 6-6.

At power-on, stored calibration constants are transferred from PERMANENT MEMORY to WORKING MEMORY. The instrument's microprocessor reads these constants from

MAINTENANCE

WORKING MEMORY during normal UDL45 operation and uses them to scale the measurements.

During calibration, the UDL45 automatically prompts you to apply calibration-standard input signals to the UDL45 input terminals in a fixed sequence (Ⓞ). When you calibrate each range of each measurement function, the UDL45 calculates a new calibration constant and stores it in the WORKING MEMORY.

At the end of the fixed sequence, the UDL45 provides the opportunity to enter the next CAL date. Pressing ENTER at this point stores the calibration date and the new calibration constants in PERMANENT MEMORY (Ⓢ). From this point on, the UDL45 uses the updated calibration constants every time it performs a measurement.

6.8.2 ACTIVATING THE CAL FUNCTION

You must enter a three-digit password before you can activate the CAL routines. All UDL45s are shipped with the password set to 001. You may use this password or enter your own using CAL routine #1. See Section 6.8.4, New Password Procedure (CAL Routine #1).

To activate the CAL function:

- (1) Press and HOLD the PRINT/ENTER pushbutton until the PRINT caret is illuminated.
- (2) Press the PRINT/ENTER pushbutton three more times to illuminate the CAL caret and display the CAL date.
- (3) Press the FUNCTION ▼ pushbutton. The display shows the password and function digits (see Figure 6-7). Note that the left-most digit is flashing.

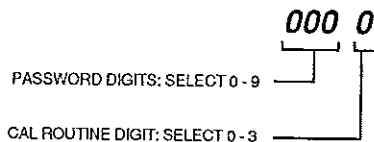


Figure 6-7. CAL Password and Routine Digits

NOTE

Pressing the FUNCTION ▲ pushbutton at any time aborts the CAL function and leaves the calibration constants unchanged. The UDL45 returns to the normal operating mode.

- (4) Enter a three-digit password and CAL routine number. Start with the left-most digit, the flashing one, which is selected upon activating the CAL function.

MAINTENANCE

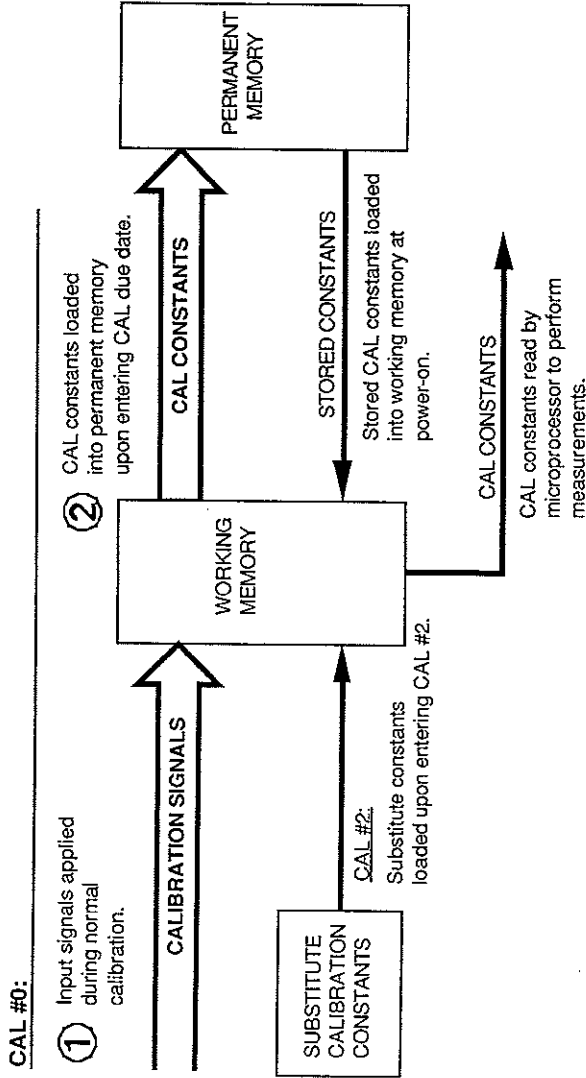


Figure 6-6. Calibration Constants - Storage and Retrieval

- (5) Press RANGE ▲ or RANGE ▼ to increment /decrement the selected digit.
- (6) Press FUNCTION ▼ to select the next digit to the right.
Digits are selected in a circular fashion; pressing FUNCTION ▼ repeatedly selects each digit in rotation.
- (7) After entering a password and routine number, press ENTER to activate the CAL routine. See Sections 6.8.3 through 6.8.6 for the use of each routine.

6.8.3 NORMAL CALIBRATION PROCEDURE (CAL ROUTINE #0)

The following procedure tells you how to calibrate the UDL45 using the front panel. To calibrate the UDL45 remotely via the RS-232 Interface, see Section 6.9, REMOTE CALIBRATION.

Table 6-4 lists the fixed sequence of prompted input signals which ends with the CAL date display. This table indicates the measurement function and range that is calibrated using each input signal. Using the following calibration procedures, you can perform a complete or partial calibration. To perform a partial calibration, go to the CAL procedure step(s) indicated in the table for the measurement function you want to calibrate. To perform a complete calibration begin with step (1), dc Volts.

The FUNCTION ▼ pushbutton is used to step through the fixed sequence of input signal prompts. Remember, if you choose to perform a partial calibration, you will need to press FUNCTION ▼ as many times as necessary to step by all the prompts you do not want to use. After each partial or complete calibration, you should verify that the calibration procedure was performed correctly.

When attempting to calibrate a measurement function and range, if the difference between the calibration input signal and the UDL45 prompted signal is too large, the UDL45 ignores the input and displays **FAIL**. When this occurs you can do one of three things:

- Press ENTER to repeat the calibration step,
- Press FUNCTION ▼ to skip the step, or
- Press FUNCTION ▲ to abort the entire calibration procedure.

If you are sure that the applied signal is correct, the UDL45 may be defective. Return it for service.

MAINTENANCE

Table 6-4. Normal Calibration Sequence

Step	Input(s)	Function	Section	Figure
1	450V	DC Volts	6.8.3 (1)	6-8
2	180V			
3*	18V & - 18V			
4	1.8V			
5*	180mV & - 180mV			
6*	18mV & - 18mV			
7	400V @ 100 Hz	AC Volts	6.8.3 (2)	6-9
8	180V @ 100 Hz			
9	18V @ 100 Hz			
10*	1.8V, 0.8V & 0.18V @ 100 Hz			
11**	180mV & 18mV @ 100 Hz			
12	1 MHz @ 1V rms	Frequency	6.8.3 (3)	
13	10M Ω	Resistance	6.8.3 (4)	
14	1M Ω			
15	100k Ω	4-Terminal Resistance	6.8.3 (5)	6-10
16	10k Ω			
17	1k Ω			
18	100 Ω			
19	180mA	DC Current	6.8.3 (6)	
20	180mA @ 100 Hz	AC Current	6.8.3 (7)	
21	1.8A	DC Current	6.8.3 (8)	
22	1.8A @ 100 Hz	AC Current	6.8.3 (9)	
23	Store CAL Date & CAL	constants.	6.8.3 (10)	

* Multiple inputs are listed at this step. After calibrating the first input, you are prompted for the subsequent inputs.

** The 180-mV input is requested only once. If step 10 is skipped, the 180-mV input is requested in step 11.

A quality calibrator such as a Datron 4708 Autocal Multifunction Standard or equivalent is recommended. If you use the Datron 4708, it must have options 10, 20, 30 and 80 installed. The calibration procedures assume that you are familiar with the proper operation of the equipment you are using.

NOTE

The calibrator's DC offset must be adjusted to zero for accurate calibration. Allow a *one-hour warm-up* period before calibrating the UDL45.

To calibrate the UDL45 from the front panel:

- (1) Calibrate dc volts.
 - a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.

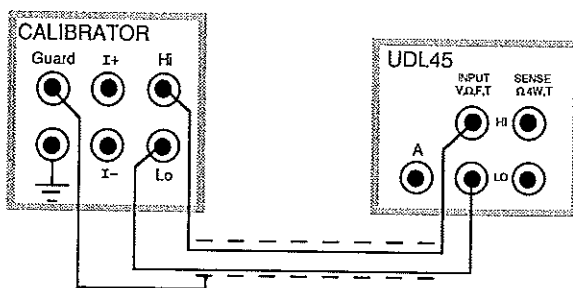


Figure 6-8. Calibrator-to-UDL45 Connections for AC/DC Volts, Resistance (2T), and Frequency

- c. Adjust the calibrator output to the value displayed on the UDL45 front panel.
 - d. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - e. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - f. Repeat steps c, d and e for the subsequent DC voltage input signals (Table 6-4, steps 2 through 6).
 - g. To continue the calibration procedure, go to step (2)d. To conclude the calibration procedure at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.
- (2) Calibrate ac volts.
 - a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the first ac voltage prompt is displayed (Table 6-4, step 7).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - d. Set the frequency of the calibrator output to 100 Hz.

MAINTENANCE

- e. Adjust the calibrator output to the value displayed on the UDL45 front panel.
 - f. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - g. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - h. Repeat steps e, f, and g for the subsequent ac voltage input signals (Table 6-4, steps 8 through 11).
 - i. To continue the calibration procedure, go to step (3)c. To conclude the calibration procedure at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.
- (3) Calibrate frequency.
- a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the frequency prompt is displayed (Table 6-4, step 12).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - d. Adjust the calibrator output to 1.000 MHz, 1 Vac rms.
 - e. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - f. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. To continue the calibration procedure, go to step (3)c. To conclude the calibration procedure at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.
- (4) Calibrate resistance.
- a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the first resistance prompt is displayed (Table 6-4, step 13).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - d. Adjust the calibrator output to the value displayed on the UDL45 front panel.
 - e. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - f. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. Repeat steps d,e and f for the subsequent resistance input signal (Table 6-4, step 14).
 - h. To continue the calibration procedure, go to step (5)c. To conclude the calibration procedure at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.

MAINTENANCE

- (5) Calibrate 4-terminal resistance
 - a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the first four-terminal resistance prompt is displayed (Table 6-4, step 15).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-9.
 - d. Adjust the calibrator output to the value displayed on the UDL45 front panel.
 - e. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - f. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. Repeat steps *d,e* and *f* for the subsequent four-terminal resistance input signals (Table 6-4, steps 16 through 18).
 - h. To continue the calibration procedure, go to step (6)c. To conclude the calibration procedure at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.

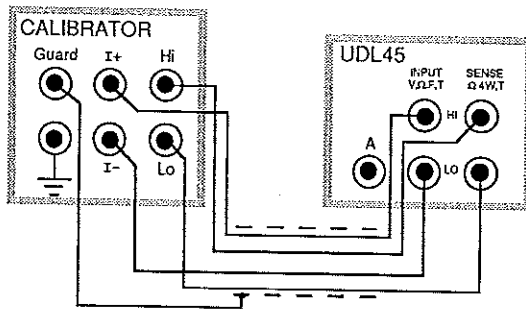


Figure 6-9. Calibrator-to-UDL45 Connections for 4-Terminal Resistance

- (6) Calibrate 200-mA dc current range.
 - a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the 180-mA dc current prompt is displayed (Table 6-4, step 19).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - d. Adjust the calibrator output to 180 mA dc current.

MAINTENANCE

- e. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - f. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. To continue the calibration procedure, go to step (7)d. To conclude the calibration at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.
- (7) Calibrate 200-mA ac current range.
- a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the 180 mA ac current prompt is displayed (Table 6-4, step 20).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - d. Set the frequency of the calibrator output to 100 Hz.
 - e. Adjust the calibrator output to 180 mA ac current.
 - f. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - g. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. To continue the calibration procedure, go to step (8)d. To conclude the calibration procedure at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.

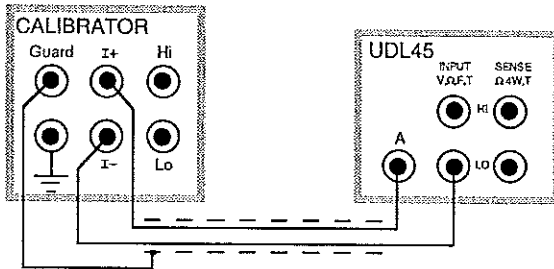


Figure 6-10. Calibrator-to-UDL45 Connections for AC/DC Current

- (8) Calibrate 2-A dc current range.
- a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.

MAINTENANCE

- b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the 1.8-A dc current prompt is displayed (Table 6-4, step 21).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - d. Adjust the calibrator output to 1.8 A dc current.
 - e. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - f. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. To continue the calibration procedure, go to step (9)d. To conclude the calibration at this point, press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23) and go to step (10)c.
- (9) Calibrate 2-A ac current range.
- a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the 1.8 A ac current prompt is displayed (Table 6-4, step 22).
 - c. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - d. Set the frequency of the calibrator output to 100 Hz.
 - e. Adjust the calibrator output to 1.8 A ac current.
 - f. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - g. Press ENTER to update the calibration constant and invoke the next input signal prompt, or press FUNCTION ▼ to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next input signal prompt.
 - g. To continue the calibration procedure, go to step (10)c.
- (10) Entering a CAL Date.
- a. Activate CAL routine #0. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
 - b. Press FUNCTION ▼ repeatedly until the CAL date is displayed (Table 6-4, step 23). See Figure 6-11.

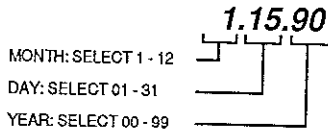


Figure 6-11. Calibration Date Format

MAINTENANCE

NOTE

Storage of the calibration date is provided only for convenience and has no effect on measurements made by the UDL45.

- c. You now have the opportunity to change the CAL date. If you do not wish to change the date, go directly to step d. If you wish to change the date, press FUNCTION ▼ to select the month, day, or year. Press RANGE ▲ or RANGE ▼ to increment or decrement the number for the month, day, or year.
 - d. Press ENTER to store the new calibration constants if you just performed a calibration and the calibration date in permanent memory.
 - e. This completes the calibration process. The UDL45 returns to the dc voltage measurement mode of operation in AUTO range.
- (9) Verify the UDL45 Calibration. After calibrating your UDL45 it is good practice to check its performance. Using the calibrator again, generate each signal from Table 6-4 and measure it with the UDL45. Check the accuracy of each measurement. This will confirm that the calibration procedure was performed correctly.

6.8.4 NEW PASSWORD PROCEDURE (CAL ROUTINE #1)

This procedure tells you how to change the password used to access the CAL routines.

NOTE

Pressing FUNCTION ▲ at any time aborts the calibration procedure. The UDL45 returns to the dc voltage measurement function in AUTO range.

- (1) Activate CAL routine #1 using your current password. See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
- (2) The display reads: **001**

NOTE

Your UDL45 was shipped with the password set to 001. The number 000 is not a valid password.

- (3) Press FUNCTION ▼ to select each digit. Press RANGE ▲ or RANGE ▼ to set the digits to the desired numbers.
- (4) Press ENTER to replace the old password in memory with the new password. The UDL45 returns to the dc voltage measurement mode of operation in AUTO range.

6.8.5 SUBSTITUTE CALIBRATION CONSTANTS PROCEDURE (CAL ROUTINE #2)

This procedure tells you how to replace the UDL45 calibration constants with a substitute set of constants. See Figure 6-7.

The CAL #2 routine is useful if you doubt that the last calibration procedure was performed correctly. This may be due to a defective calibration source or improper input connections.

Using the substitute constants may allow you to use the unit for limited service until a proper calibration can be performed. The

UDL45 should not be used in this mode for precision measurements.

NOTE

Pressing FUNCTION ▲ at any time aborts the calibration procedure. The UDL45 returns to the dc voltage measurement function in AUTO ranging.

- (1) Activate CAL routine #2 using your current password.
See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
- (2) Check that the UNCAL annunciator illuminates to indicate that the UDL45 is operating in an uncalibrated condition. The UDL45 returns to the dc voltage measurement function in AUTO range.
- (3) Cycle the power to restore calibration constants from permanent memory.

6.8.6 DISPLAY TEST PROCEDURE (CAL ROUTINE #3)

This procedure enables you to illuminate all display annunciators. This function is NOT available when using the frequency measurement function.

- (1) Activate CAL routine #3 using your current password.
See Section 6.8.2, Activating the CAL Function.
- (2) Observe that all display annunciators are illuminated (see Figure 2-3). Pressing any key aborts this function and returns the UDL45 to its previous measurement mode.

6.9 REMOTE CALIBRATION

The UDL45 calibration commands listed in Table 6-5 allow you to calibrate the instrument remotely via the RS-232 interface. To use these commands, read the guidelines in Section 5.3, USING THE UDL45 COMMANDS.

To connect a terminal or host computer for use with this procedure, see Section 5.2, USING THE RS-232 PORT.

MAINTENANCE

Table 6-5. UDL45 Calibration Commands

Command	Argument	Function
\$CAL	<nnn> (password)	Activates the normal calibration routine (nnn = 001 to 999).
\$GO		Updates the calibration constant stored in working memory.
\$SKIP		Leaves the calibration constant unchanged for the indicated range and skips to the next input signal.
\$CANCEL		Aborts the calibration process.
\$CALSET	<mm/dd/yy>	Updates the CAL date mm/dd/yy, where mm = month 1 to 12, dd = day 01 to 31, and yy = year 00 to 99. Stores the CAL date and new calibration constants in permanent memory.
\$CALDUMP		Sends current calibration constants over the RS-232 port.

6.9.1 REMOTE CALIBRATION PROCEDURE

The following procedure tells you how to calibrate the UDL45 using the UDL45 calibration commands. This procedure uses the same sequence of calibration input signals listed in Table 6-4. See Section 6.8.3, Normal Calibration Procedure, for a description of this table.

After each calibration, you should verify that the calibration procedure was performed correctly. See Section 6.8.3, step (9) to verify the UDL45 calibration.

When attempting to calibrate a measurement function and range, if the difference between the calibration input signal and the UDL45 prompted signal is too large, the UDL45 ignores the input and displays **FAIL**. When this occurs you can do one of three things:

- Send \$GO to repeat the calibration step,
- Send \$SKIP to skip the step, or
- Send \$CANCEL to abort the entire calibration procedure.

If you are sure that the applied signal is correct, the UDL45 may be defective. Return it for service.

It is recommended that you use a quality calibrator such as a *Datron 4708 Autocal Multifunction Standard* or equivalent. If you use the *Datron 4708*, it must have options 10, 20, 30, and 80 installed. The calibration procedures assume that you are familiar with the proper operation of the equipment you are using.

NOTE

The calibrator's DC offset must be adjusted to zero for accurate calibration. Allow a *one-hour warm-up* period before calibrating the UDL45.

MAINTENANCE

To calibrate the UDL45 using the RS-232 interface:

- (1) Send \$CAL <nnn> to activate the remote calibration routine, where nnn is a three-digit password from 001 to 999.

The UDL45 responds with a message indicating the signal to be applied to the input terminals followed by three periods and the standard prompt. The first message is:

APPLY +0450.00 VDC ...=>

NOTE

Sending \$CANCEL at any time aborts the calibration process leaving all calibration constants unchanged. The UDL45 returns to the dc voltage measurement function in AUTO range.

- (2) Calibrate dc volts:
 - a. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - b. Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - c. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - d. Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
 - e. Repeat steps b, c and d for the subsequent dc voltage input signals (Table 6-4, steps 2 through 6). When the UDL45 returns the message,

APPLY +0400.00 VAC ...=>,

Go to step (3).

- (3) Calibrate ac volts:
 - a. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - b. Set the frequency of the calibrator output to 100 Hz.
 - c. Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - d. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - e. Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.

NOTE

If the 2V range is calibrated, the 180 mV input is not requested in step 11. If you skip the 2 V calibration step, the next prompt is 180 mV at step 11.

MAINTENANCE

- f. Repeat steps *c*, *d* and *e* for the subsequent ac voltage input signals (Table 6-4, steps 8 through 11). When the UDL45 returns the message,

APPLY 1.000 MHZ ...=>,

Go to step (4).

- (4) Calibrate frequency:
- Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - Adjust the calibrator output to 1 MHz, 1 V ac rms.
 - Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
 - When the UDL45 returns the message,

APPLY +10.0000 M OHM ...=>,

Go to step (5).

- (5) Calibrate resistance:
- Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-8.
 - Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
 - Repeat steps *b*, *c* and *d* for the 2 Megohm input signal (Table 6-4, step 14). When the UDL45 returns the message,

APPLY +100.000 K OHM 4 ...=>,

Go to step (6).

- (6) Calibrate 4-terminal resistance:
- Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-9.
 - Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.

MAINTENANCE

- e. Repeat steps *b*, *c* and *d* for the subsequent four-terminal resistance input signals (Table 6-4, steps 16 through 18). When the UDL45 returns the message,

APPLY +180.000 MADC ...=>,

Go to step (7).

- (7) Calibrate 200mA dc current:
- Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
 - When the UDL45 returns the message,

APPLY +180.000 M AAC ...=>,

Go to step (8).

- (8) Calibrate 200mA ac current:
- Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - Set the frequency of the calibrator output to 100 Hz.
 - Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
 - Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
 - When the UDL45 returns the message,

APPLY +1.80000 ADC ...=>,

Go to step (9).

- (9) Calibrate 2 A dc current:
- Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
 - Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
 - Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.

MAINTENANCE

- d. Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
- e. When the UDL45 returns the message,

APPLY +1.80000 AAC ...=>,

Go to step (10).

(10) Calibrate 2 A ac current:

- a. Connect the calibrator to the UDL45 using a shielded cable as shown in Figure 6-10.
- b. Set the frequency of the calibrator output to 100 Hz.
- c. Adjust the calibrator output to the value indicated in the message.
- d. Wait a few seconds for the the input signal to stabilize.
- e. Send \$GO to update the calibration constant and invoke the next message, or send \$SKIP to leave the old calibration constant unchanged and invoke the next message.
- f. The UDL45 exits the calibration routine and returns to the normal mode of operation. Go to Section 6.9.2, Concluding a Remote Calibration

6.9.2 CONCLUDING A REMOTE CALIBRATION

The calibration process is complete when the updated constants are stored in permanent memory (see Section 6.8.1, The Electronic Calibration Process). The \$CALSET command allows you to do this remotely. This command also provides the opportunity to change the CAL date.

NOTE

Calibration date storage is provided only for convenience. It has no effect on UDL45 measurements.

To conclude the remote calibration process, do one of the following:

- (1) To conclude a remote calibration *without* changing the CAL date, send \$CALSET.
- (2) To conclude a remote calibration and update the CAL date, send \$CALSET <mm/dd/yy>, where mm = month 1 to 12, dd = day 01 to 31, and yy = year 00 to 99.
- (3) Verify the calibration. After calibrating, it is good practice to check the instrument's performance. Using the calibrator again, generate each signal from Table 6-4 and measure it with the UDL45. Check the accuracy of each measurement. This will confirm that the calibration procedure was performed correctly.

ASCII CODES

APPENDIX ASCII CODES

ASCII Char	Decimal	ASCII Char	Decimal	ASCII Char	Decimal
NUL	0	+	43	V	86
SCH	1	,	44	W	87
STX	2	-	45	X	88
ETX	3	.	46	Y	89
EOT	4	/	47	Z	90
ENQ	5	0	48	[	91
ACK	6	1	49	\	92
BELL	7	2	50	]	93
BS	8	3	51	^	94
HT	9	4	52	_	95
LF	10	5	53	`	96
VT	11	6	54	a	97
FF	12	7	55	b	98
OR	13	8	56	c	99
SO	14	9	57	d	100
SI	15	:	58	e	101
DLE	16	;	59	f	102
DC1	17	<	60	g	103
DC2	18	=	61	h	104
DC3	19	>	62	i	105
DC4	20	?	63	j	106
NAK	21	@	64	k	107
SYN	22	A	65	l	108
ETB	23	B	66	m	109
CAN	24	C	67	n	110
EM	25	D	68	o	111
SUB	26	E	69	p	112
ESC	27	F	70	q	113
FS	28	G	71	r	114
GS	29	H	72	s	115
RS	30	I	73	t	116
US	31	J	74	u	117
SPACE	32	K	75	v	118
!	33	L	76	w	119
"	34	M	77	x	120
#	35	N	78	y	121
\$	36	O	79	z	122
%	37	P	80	{	123
&	38	Q	81	|	124
'	39	R	82	}	125
(	40	S	83	~	126
)	41	T	84	RUBOUT	127
*	42	U	85		



ROHDE & SCHWARZ

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
W-8000 München 80 · Mühltorfstraße 15 · Postfach 80 14 69
 Tel. (089) 41 29-0 · Int. + (49 89) 41 29-0
 Telefax (089) 41 29-21 64 · Int. + (49 89) 41 29-21 64.
 Telex 5 23 703 (rs d) · Teletex 897 487 = RSD

ROHDE & SCHWARZ WERK KÖLN
 Graf-Zeppelin-Straße 18 · Postfach 89 02 60
W-5000 Köln 90
 Tel. (0 22 03) 49 0
 Telefax (0 22 03) 49 303
 Telex 8 974 525 (rsk d)

ROHDE & SCHWARZ WERK TEISNACH
 Kakanieder Straße 27
W-8376 Teisnach
 Tel. (0 99 23) 2 60
 Telefax (0 99 23) 2 82 18

ROHDE & SCHWARZ MESSGERÄTEBAU GMBH
 Riedschachstraße 58 · Postfach 16 52
W-8940 Memmingen/Allgäu
 Tel. (0 83 31) 108-0
 Telefax (0 83 31) 108-254
 Telex 54 512 (mbsng d)
 Teletex 897 487 = RSD

ROHDE & SCHWARZ ENGINEERING AND SALES GMBH
 Tassiloplatz 7 · Postfach 80 14 29
W-8000 München 90
 Tel. (0 89) 48 00 04-0
 Telefax (0 89) 48 00 04-44
 Telex 5 218 403 (rs d)

Zweigniederlassungen

Zweigniederlassung Dresden
 Fetscherstraße 72
O-8019 Dresden

Zweigniederlassung Berlin
 Ernst-Reuter-Platz 10
W-1000 Berlin 10

Zweigniederlassung Hamburg
 Steinhöper Allee 47 · Postfach 602240
W-2000 Hamburg 80

Zweigniederlassung Köln
 Graf-Zeppelin-Straße 18 · Postfach 90 01 49
W-5000 Köln 90

Zweigniederlassung Büro Bonn
 Josef-Wirmer-Straße 1-3 · Postfach 14 02 64
W-5300 Bonn 1 (Harzberg)

Zweigniederlassung Frankfurt
 Semestraße 20
W-6078 Neu-Isenburg

Zweigniederlassung Telekommunikation
 Siemensstraße 20
W-6078 Neu-Isenburg

Zweigniederlassung Karlsruhe
 Röpcke-Straße 84 · Postfach 52 29
W-7500 Karlsruhe 1

Zweigniederlassung München
 Berg am Laim-Straße 47 · Postfach 80 14 49
W-8000 München 80

Zweigniederlassung Nürnberg
 Münchener Straße 342
W-8500 Nürnberg 50

Subsidiaries in Germany

Tel. (0037-51) 45 68-239
 Telex 24 68 (pcc dd)

Tel. (0 30) 34 00 02-0
 Telefax (0 30) 341 30 17
 Telex 181 635 (rsb d)

Tel. (0 40) 63 29 00-0
 Telefax (0 40) 630 78 70
 Telex 2 173 743 (rsb d)

Tel. (0 22 03) 8 07-0
 Telefax (0 22 03) 8 07 50
 Telex 8 874 444 (rsvc d)

Tel. (02 28) 25 91 95
 Telefax (02 28) 23 50 87
 Telex 8 869 569 (rsvbb d)

Tel. (0 91 02) 20 07-0
 Telefax (0 91 02) 20 07 52
 Telex 4 185 641 (rsf d)

Tel. (0 91 02) 20 07-0
 Telefax (0 91 02) 20 07 12
 Telex 4 185 641 (rsf d)

Tel. (07 21) 3 49 51
 Telefax (07 21) 37 95 61
 Telex 7 626 730 (rsvk d)

Tel. (0 89) 41 66 95-0
 Telefax (0 89) 40 47 64
 Telex 2 134 900 (rsd-m d)

Tel. (09 11) 8 67 47
 Telefax (09 11) 8 69 31
 Telex 6 26 535 (rsv n d)

R&S International

Telephone
 Telefax
 Telex

Argentina INTERTEL S.A.
 Uruguay 239 - 7, Piso
 Oficinas G y H
 1015 Buenos Aires
 (1) 403839
 (1) 498780
 17800 (rsr ar)

Australia ROHDE & SCHWARZ (AUSTRALIA) Pty. Ltd.
 63 Parramatta Road
 Silverwater, N.S.W. 2141
 (2) 7480155
 (2) 7481836
 26372 (rand sa)

Austria ROHDE & SCHWARZ ÖSTERREICH Ges.m.b.H.
 Sonnenberggasse 20
 A-1100 Wien
 (1) 6026141
 (1) 6026141-14
 133933 (rspe a)

Bangladesh Business International Ltd.
 146/A, New Bailey Rd., P.O.B. 727
 Dhaka-2
 (2) 406633
 (2) 833650
 675632 (tbl b)

Belgium ROHDE & SCHWARZ BELGIUM N.V.
 Excelsiorlaan 31 Bus 1
 B-1930 Zaventem
 (2) 7293690
 (2) 7250396
 25306 (rs bel)

Brunei Logistic Eng. & Maint. Serv. Ltd.
 Unit 112, 1st Fl., P.O.B. 293
 Bangunan Gedung Kumbang Pasang
 Mea 2, Jalan Gedung
 Bandar Seri Begawan
 (2) 21175
 (2) 221175
 2308 (loms bu)

Bulgaria see Austria

Brazil ROHDE & SCHWARZ Precisão
 Eletrônica Ltda.
 Rua Orlando Passino Gomes, 42
 1. Andar.
 04575 São Paulo - SP
 (11) 5427377
 (11) 5315793
 (11) 541710 (rsb)

Canada ROHDE & SCHWARZ CANADA INC.
 555 March Rd.
 Kanata, Ontario K2K 2M5
 (613) 5926000
 (613) 5928009

Chile Importadora Janssen y Cia. Ltda.
 Agustinas 2356
 P.O.B. 13570, Correo 21
 Santiago de Chile
 (2) 6993021
 (2) 6728149
 340489 (pccc ch)

R&S International

Telephone
 Telefax
 Telex

China ROHDE & SCHWARZ Representative
 Office Beijing
 Friendship-Hotel
 Building No. 4, Room 40429
 3, Bai Shi Chao Lu
 Beijing, 100086
 (1) 8493868
 (1) 8317885
 222676 (rsbp cn)

Colombia Hansatica Ca. Ltda.
 Calle 15 No. 68 D-78, Ap. Aérea 14467
 Bogotá D.E.1
 (1) 2923211, 2922153
 (1) 2926814
 44790 (hans co)

Czechoslovakia ROHDE & SCHWARZ Österreich-Repräsentant:
 ZENT
 Dřívová 26
 CS-15000 Praha 6
 (2) 551091/551094
 (2) 551108
 12831 (rsnb c)

ROHDE & SCHWARZ Österreich-Service:
 siehe oben / see above ZENT

Denmark ROHDE & SCHWARZ DANMARK A/S
 Høvedsøvej 27 - 29
 DK-2620 Albertslund
 (43) 436699
 (43) 437744

Finland Orbis Oy
 Vanha Kaupunki 9
 SF-01610 Vantaa
 (80) 5684056
 (80) 631604
 123134 (orbis sf)

France ROHDE & SCHWARZ FRANCE
 46, rue de la Coubra, S3c 190
F-94569 Fungis Cédex
 Agences Régionales:
 Tertia 2
F-13763 Aix-les-Milles Cédex
 89, boulevard du Parc de l'Artillerie
F-69007 Lyon
 13, rue Claude Chappo
 Technos 2000
F-51070 Metz
 (1) 46872906
 (1) 76870653
 265789 (rsuec f)

Tel.: 42244337
 Fax: 42243770

Tel.: 78585779
 Fax: 78695047
 Tlx: 375106

Tel.: 87203304
 Fax: 87203307

R&S International

Telephone
Telefax
Telex

France	Agences Régionales: rue du Bignon Z.I. Sud-Est Immeuble Sigma 1 F-35195 Chantepie Voie 5 B.P. 501, Technoparc 3 F-31224 Labège Cédex	Tél.: 99519700 Fax: 99418131 Tél.: 61391069 Fax: 61399910
Greece	Mercury Ltd. 8, Sekeri St. GR-10674 Athens	(1) 3833834 (1) 3645885 214887 (marc gr)
Hongkong	Schmidt & Co. (H. K.) Ltd. 18 Fl., Great Eagle Centre 23 Harbour Rd., G.P.O. 237 Wanchai, Hongkong	(5) 8300222 (5) 8382652 76762 (schmo hk)
Hungary	ROHDE & SCHWARZ ÖSTERREICH Budapest Iroda Uasszó ut. 39. B. 1 H-1114 Budapest ROHDE & SCHWARZ Service Oszlolyezkop KSZ Fehérvári ut. 121 H-1119 Budapest	(1) 1667690 (1) 1667690 (1) 1664923 (1) 1664923
India	ROHDE & SCHWARZ LIAISON OFFICE INDIA A-382 Defence Colony New Delhi 110024	(11) 615265 / 692238 (11) 4826324
Indonesia	P. T. DIAN GRAHA ELEKTRIKA Jalan Kebon Sirih 4 Jakarta 10 110	(21) 351051 (21) 354257 46222 (sekt id)
Ireland	see United Kingdom	
Italy	Reja Telecomunicazioni S.P.A. Via Area Kusciari, 33 I-20152 Milano Via Tiburtina, 1182 I-00156 Roma	(2) 4154414 / 42143 (2) 48302569 353 462 (t tel i) (6) 4110011 (6) 4110414 621545 (tejrom i)
Japan	TOYO Corporation 26-9, Yushima 3-chome, Bunkyo-ku Tokyo 113	(3) 5663-6600 (3) 5668-8900
Kenya	GES Engsatels (K) Ltd. P. O. B. 46658 Nairobi	(2) 740939 / 740687 (2) 740965
Korea	Hana Technica Corp. 4 Fl. Youngdong Bldg. # 63-16 Northyun-Dong Kangnam-Ku, Seoul	(2) 5144546-8 (2) 5144549
Luxembourg	see Belgium	
Malaysia	DAGANG TEKNIK SDN. BHD. 39, Jalan SS 20/11 Damansara Utama 47400 Petaling Jaya	(3) 7199297 (3) 7176558 37832 (dank ma)
Malta	Technofine Ltd. B'Kara Road San Gwian	(356) 374300 / 374329 (356) 374353 631 (teho ma)
Mexico	ELECTROINGENIERIA DE PRECISION S.A. Usumil 520, Col. Vertiz Narvarta 03600 Mexico DF	(5) 8597677 (5) 8753381 1764433 (epsa me)
Netherlands	ROHDE & SCHWARZ NEDERLAND B.V. Parktoean 1 NL-3438 ND Nieuwegein Postbus 1315 NL-3430 BH Nieuwegein	(3402) 40900 (3402) 48122 70339 (rsnd nl)
New Zealand	Communication Instruments Ltd. 47 Keneppu Drive Porirua P. O. B. 51140 Tawa Wellington	(4) 379199 (4) 379195
Norway	Morgansterne & Co. A/S P. O. 15 - Bogarud N-0621 Oslo - 6	(2) 289490 (2) 289494 71719 (moro n)
Pakistan	TELEC. Electronics & Machinery Ltd. 415, Mahboob Chambers Abdullah Hatoon Rd. P. O. B. 7430 Saddar-Karachi 0301	(21) 8883968 (21) 5603908 2690 (seco pk)

R&S International

Telephone
Telefax
Telex

Poland	ROHDE & SCHWARZ Österreich-Repräsentant: THM Export S.A. ul. Szaki 2, pieto 28 PL-00-950 Warszawa ROHDE & SCHWARZ Österreich-Service: RSM Service Autoryzowany Serwis Firmy Rohde & Schwarz ul. Tamogosciaka 11/13 PL-50-950 Wrocław	(2) 6306887 (2) 6335544 814640 (axim p) (71) 673893 (2) 8106769 712357 (n p)
Philippines	MARCOM INDUSTRIAL EQUIPMENT, INC. MCC P.O. Box 1110 Eurovina I Condominium 142 Legaspi St. Corner Herrera Legaspi Village Makati, Metro Manila	(2) 8170507 (2) 8106769 459 30 (marco pm)
Portugal	Matos Tavares-Electrónica, Lda. Avenida 3029 P-1301 Lisboa Codex	(11) 3016261 (11) 3016260 12220 (matav li)
Romania	VEGA Colentina Chaussee 30 R-70000 Bucuresti	
Singapore	INFOTEL Technologies Ltd. 605A MacPherson Rd. # 05-02 Cinnac Industrial Complex Singapore 1335	2876822 2876577 38360 (inf tel sg)
South Africa	S. A. Electro-Medical (Pty) Ltd. 115 Serstean Road Shirtondale P. O. B. 1784 Pretoria 0001	(12) 8041620 (12) 8042009 320756 (seem sa)
Spain	REMA Leo Haag S.A. Narciso de Burgos, 12 E-28036 Madrid	(1) 3839017 (1) 7662773 42838 (rema e)
Sri Lanka	LANKA AVIONICS 658/1/1, Negombo Road Marumage's Ragama	(1) 590624 (1) 443363 21494 (global ce)
Sweden	ROHDE & SCHWARZ SVERIGE AB Vrindensvägen 159 B S-12062 Farsta	(8) 940395 (8) 941978 054-15693 (rohde s)
Switzerland	Roschi Telecommunication AG Papierenstrasse 145, Post. CH-3083 Ittigen	(31) 589011 (31) 588101 911769 (robs ch)
new from 28.03.92 on:	Telephone (31) 9221522, Telefax (31) 9218101	
Taiwan	Function Enterprise Co. Ltd. P. O. B. 36 - 430 P. O. No. 1 Fu Hsing North Rd. Taipei	(2) 7219930 (2) 7311522 25172 (function tw)
Turkey	Electronic Service & Engineering Nispetiye Caddesi No. 90/2 Karaköy-Istanbul ROHDE & SCHWARZ Liaison Office Kumkapli Sokak 35/1 06510 Gaziosmanpasa-Ankara	(1) 1441546 (1) 1497037 24399 (rese tr) (4) 1405183 (4) 1405333
United Kingdom	ROHDE & SCHWARZ UK Ltd. Arcels Business Park GB-Fleet, Hampshire GU 13 6UZ	(252) 811377 (252) 811447 659880 (rsuk co)
U.S.A.	ROHDE & SCHWARZ, INC. 4425 Nevada Drive Lanham MD 20706	(301) 459-8300 (301) 459-2810 510-2290414 (RSA)
Yugoslavia	ROHDE & SCHWARZ Repräsentanz Lapovska ul. 8 YU-51000 Ljubljana	(051) 256271 (051) 263882 39701 (roja yu)

For other areas
not listed contact:

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
International Marketing Division SZ
Postfach 80 14 69
W-8000 München 80
Telefax Int. + (49 89) 41 29 31 15
Telex 52 970 320 (rs d)

Printed in the Fed. Rep. of Germany

0991 (Ro la)



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16