

Digitalmultimeter
DMM 6000

Benutzerhandbuch

Änderungen / Changes:

PREMA Semiconductor GmbH

Robert-Bosch-Str. 6
D – 55129 Mainz

Postfach / P.O. Box 10 04 12
D – 55135 Mainz

Tel +49- (0)6131- 5062- 0
Fax +49- (0)6131- 5062- 2200

Internet www.prema.com
E-Mail Semic@PREMA.com

PREMA Semiconductor Inc.

830 Macon Ave., Suite B
Canon City, CO 81212
USA

Tel +1- 719- 275- 1601
Fax +1- 719- 275- 1621

Internet www.prema.com
E-Mail Sales@PREMA-US.com

Änderungen sind unterstrichen. Bitte passen Sie Ihre Unterlagen an.
Changed data are underlined. Please update your files accordingly.

Stand / dated: November 2000

INHALTSVERZEICHNIS
=====

Seite

1-1	Einführung	
1-1	Allgemeine Beschreibung	
1-2	Meßprinzip	
2-1	Technische Daten	
3-1	Inbetriebnahme	
4-1	Tastatur und Bereichseinstellung	
5-1	Anzeige	
6-1	Offsetkorrektur	
7-1	Fehlermeldungen und Selbsttest	
8-1	Bedienungshinweise Vdc	
8-2	Bedienungshinweise kOhm	
8-3	Bedienungshinweise Vac	
8-4	Bedienungshinweise mAdc und mAac	
8-5	Bedienungshinweise °C, °F, K	
8-6	Bedienungshinweise Meßstellenumschalter	
9-1	Programmanwahl und Integrationszeiteinstellung	
10-1	Externe Triggerung	
11-1	IEEE 488-Bus-Schnittstelle	
12-1	Kalibrierung	
13-1	Aufbau eines selbständigen Systems zur automatischen Erfassung von Meßwerten	
14-1	Zubehör	
15-1	Stromlaufpläne	

1.1 Allgemeine Beschreibung

Das PREMA 6000 DMM/Scanner ist ein vollständig ausgerüstetes 6 1/2-stelliges Digitalmultimeter mit einem ausgezeichneten Preis-/Leistungs-Verhältnis. Es besitzt alle Merkmale von Geräten der gehobenen Preisklasse, wie 1 GOhm Eingangswiderstand bis ± 2 V und 100 nV Auflösung bei Gleichspannungsmessungen, echter Effektivwert bei Wechselspannungs- und Strommessung und Widerstandsmessung mit 1 mOhm Auflösung in 2- oder 4-Draht-Anordnung. Eine zusätzliche Offsetkorrektureinrichtung erlaubt bei Gleichspannungsmessungen die Kompensation von Thermospannungen bei kurzgeschlossenen Meßleitungen, und bei 2-Draht-Widerstandsmessungen die Korrektur von Zuleitungswiderständen. Das PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren zur Analog-Digital-Umsetzung bietet die Gewähr für hervorragende Linearität und Langzeitgenauigkeit bei kontinuierlicher Integration des Meßsignals zur Störausmittelung ohne verfälschende Pausen. Das Digitalmultimeter ist mit Programmen ausgerüstet, die Startbetrieb, und Integration über fest wählbare Zeiten zwischen 100 ms und 10 s erlauben. Außerdem können Meßwerte in logarithmischem Maßstab (dB, dBm) und als Prozentabweichung (%) oder mit Offset korrigiert angezeigt werden.

Das Multimeter kann mit einem 10-kanaligen, vierpoligen Multiplexer (Option) ausgerüstet werden. Die maximale Schaltspannung beträgt 125 V, der maximale Schaltstrom 2 A, und die Thermospannungen an den Kontakten sind kleiner als 1 μ V.

Ein serienmäßiges IEEE 488 Bus Interface erlaubt die Fernsteuerung und Überwachung aller Funktionen des Multimeters einschließlich der digitalen Kalibrierung. Eine hervorragende galvanische Trennung zwischen Meßbuchsen und Interface-Stecker erlaubt auch im Systembetrieb einwandfreie 100 nV Auflösung bei Gleichspannungsmessungen.

Eine einfache digitale Kalibrierung verringert den Abgleichaufwand des Multimeters. Ein einziger Sollwert, der in einem weiten Bereich liegen darf und über Tastatur oder IEEE 488 Bus eingegeben werden kann, reicht zur Kalibrierung eines Meßbereiches aus. Jeder Meßbereich jeder Funktion läßt sich unabhängig nachkalibrieren. Ein verdeckter mechanischer Schalter auf der Rückwand des Multimeters schützt vor unbeabsichtigter Zerstörung der Korrekturfaktoren.

Durch den konsequenten Einsatz der mikroelektronischen Integration konnte die Anzahl der elektronischen Bauelemente drastisch verringert werden, sodaß der Service erleichtert und die Zuverlässigkeit wesentlich erhöht wurde.

1.2. Meßprinzip

Das P R E M A - Mehrfach-Rampen-Verfahren zur Analog-Digital-Umsetzung (DBP., Auslegeschrift Nr. 2114 141) wird im Modell 6000 angewandt. Es bietet die Grundlage für ein zuverlässiges Digitalvoltmeter mit hervorragender Linearität und Langzeitgenauigkeit bei kontinuierlicher Integration des Meßsignals zur Störungsausmittelung ohne verfälschende Pausen.

Ein mit dem Kondensator C als Integrator beschalteter Verstärker (Abb. 1) integriert einen, der zu messenden Spannung proportionalen, Strom I_e kontinuierlich auf. Dieses Verfahren hat eine hohe Linearität, weil die Eingangsspannung nicht weggeschaltet werden muß, sonst verursachen nämlich die Kapazitäten der heute üblicherweise als Schalter verwendeten Transistoren durch den unterschiedlichen Schaltstoß einen Fehler, der sich mit der Eingangsspannung ändert. Der Kondensator wird (Abb. 2) in periodischen Abständen durch einen Strom I_{ref} aus einer Vergleichsspannungsquelle entgegengesetzter Polarität U_{ref} entladen (Entladungszeiten t_1 bis t_n). Vor dem Beginn einer Abintegration bestimmt der Komparator das Vorzeichen der Eingangsspannung und legt damit die Polung der Vergleichsspannung fest. Bei beiden Polaritäten wird dieselbe Vergleichsspannung und derselbe Abintegrationswiderstand verwendet, so daß die Anzeige beim Umpolen, der Eingangsspannung nahezu gleich ist. Das Ende einer Abintegration wird durch die Koinzidenz von Komparatorausschlag und einer Pulsflanke des Taktoszillators festgelegt. Da die Gesamtladungsänderung des Kondensators während einer Meßzeit gleich Null ist, folgt

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_e dt = - \frac{R_e}{R_0 T} U_{ref} \sum t_i$$

das heißt: Die Summe der Entladezeiten t_i ist mit dem Mittelwert der Eingangsspannung proportional und wird als Meßergebnis zur Anzeige gebracht.

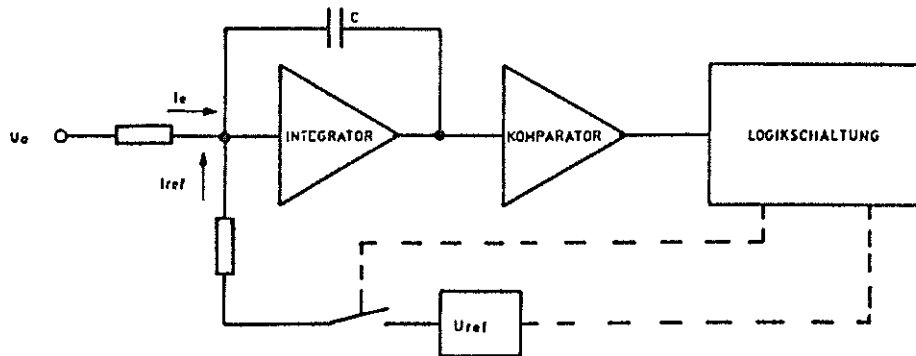


Abb. 1 Vereinfachtes Prinzipschaltbild

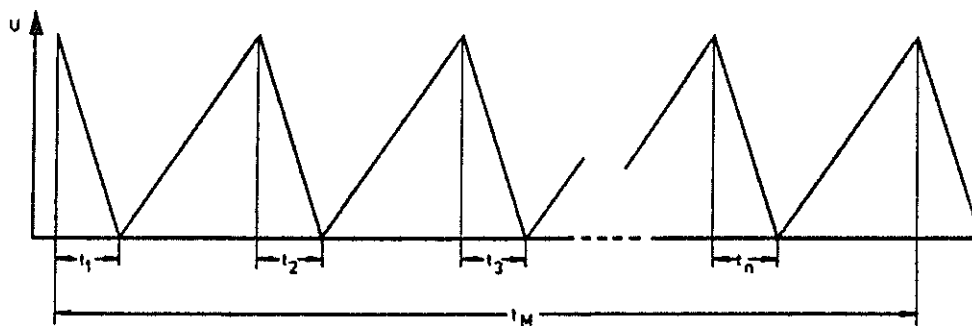


Abb. 2 Integratorausgangsspannung

Bei dieser Art der Spannungs-Zeit-Wandlung wird das Ergebnis weder durch den Verlustfaktor des Kondensators noch durch Driften der Kapazität C verfälscht. Es ist ferner unabhängig von der Frequenz des zur Zeitmessung benutzten Taktoszillators, da die Bestimmung von T und aller t_i mit der gleichen Frequenz erfolgt. An den Komparator werden bei dem PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren nur geringe Anforderungen an Driftverhalten und Schnelligkeit gestellt, so daß trotz der vorzüglichen DVM-Eigenschaften eine preisgünstige Gerätekonzeption möglich ist.

TECHNISCHE DATEN

Umgebungstemperatur bei der Kalibrierung 23°C.

Gleichspannung V=

BEREICHE	+/-0,2V; +/-2V; +/-20V; +/-200V; +/-1000V**	
MESSZEITEN (sec.)	0,1	1+10
MAX. ANZEIGEUMFANG	199999	1999999 (außer 1000V)
1000 V-Bereich	100000	1000000
bei eingebautem		
Scanner 6000/01	12500	125000
AUFLÖSUNG	1 uV	100nV
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder fernge- steuert	
GENAUIGKEIT +/-(% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige (%m.Az))*		
	24h, 23°C+/-1°C	
	%Az	%m.Az
0,2V-Bereich	0,002	0,0007
2V-Bereich	0,002	0,0005
20V-Bereich	0,002	0,0005
200V-Bereich	0,002	0,0005
1000V-Bereich	0,002	0,0005
	1Jahr, 23°C+/-5°C	
	%Az	%m.Az
0,2V-Bereich	0,006	0,0007
2V-Bereich	0,005	0,0005
20V-Bereich	0,005	0,0006
200V-Bereich	0,005	0,0006
1000V-Bereich	0,005	0,0005

*) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur

Bei Angabe dieser Werte wird vorausgesetzt, daß der meßzeitabhängige Anzeigeumfang groß genug eingestellt ist, um die entsprechende Genauigkeit darstellen zu können. Zum Fehler in % der maximalen Anzeige (%m.Az.) ist der natürliche Rundungsfehler von +/- 1 Digit hinzuzurechnen. Außerdem wird vorausgesetzt, daß die "Guard"-Buchse mit der "V/Ohm-LO"-Buchse verbunden ist.

**) Max. 125V, wenn mit Scanner (Option 6000/01) ausgerüstet.

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN

(10°C-18°C und 28°C-40°C)	+/- (%Az.+ %m.Az)/°C	
0,2V-Bereich	0,0006	0,00015
2 V-Bereich	0,0003	0,0001
20 V-Bereich	0,0003	0,0001
200 V-Bereich	0,0003	0,0001
1000 V-Bereich	0,0003	0,0001

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN

(0°C-50°C) Werte bei (10°C-40°C) x 2

NULLPUNKT

Offsetspannung (nach einer Stunde Aufwärmzeit)

Temperaturkoeffizient besser als 0,3 uV/°C

Langzeitstabilität besser als 5 uV über 90 Tage

EINGANGSWIDERSTAND

+/- 0,2V, +/-2V,

Bereich 1 GOhm

+/- 20V, +/-200V, +/-1000V-

Bereich 10 MOhm

STÖRUNGSUNTERDRÜCKUNG

Serientaktunterdrückung

50 Hz Netz besser als 60 dB

Gleichtaktunterdrückung (Schirm niederohmig mit der schwarzen
("V,Ohm-Lo") Buchse verbunden, mit 1
kOhm in der "Lo"-Zuleitung)

Gleichspannung 140 dB

50 Hz Netz 140 dB

MESSPAUSEN 125 ms nach Bereichs- oder Funk-
tionswechsel

MESSVERFAHREN vollintegrierendes PREMA-Mehr-
fach-Rampen-Verfahren (DBP.Nr.
2114141, US-Pat. Nr. 3765012)

POLARITÄTSWECHSEL automatisch

ÜBERLASTGRENZEN (bei V=)

zwischen "V/Ohm-HI" und Ge-
häuse (Schutzleiter) +/- 1414 V-Spitze-Spitze bei
max. 60 Hz oder +/- 1000 V
Gleichspannung

zwischen "V/Ohm-HI" und
"V/Ohm-LO"-Eingang +/-0,2V,
+/-2V-Bereich für 60 sec.. +/- 1000V*
dauernd +/- 700V*

+/-20V, +/-200V, +/-1000V-
Bereich, dauernd +/- 1000V*

bei eingebautem Scanner

6000/01 in allen Bereichen

dauernd +/- 125V Spitze mit der
Begrenzung 2 000 000 x V x Hz

Bei der Funktion Gleichspannung sind die "V/Ohm-LO"-Buchse und
die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom
zwischen diesen Buchsen darf maximal +/- 0.1 A (Schmelzsiche-
rung 0,1 A) betragen.

zwischen "V/Ohm/LO"-Eingang
und Guard 50V Gleichspannung oder
Spitzenspannung

zwischen Guard und Gehäuse . 200V Gleichspannung oder
Spitzenspannung

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Anzeige

*) Max. 125V, wenn mit Scanner (Option 6000/01) ausgerüstet.

WIDERSTAND Ohm/kOhm

MESSVERFAHREN	2-polig, 4-polig	
BEREICHE	200 Ohm, 2 kOhm, 20 kOhm, 200 kOhm, 2 MOhm, 10 MOhm	
MESSZEITEN	0,1	1+10
MAX. ANZEIGEUMFANG	199 999	1 999 999, im 10 MOhm-Bereich 1 200 000
AUFLÖSUNG	1 mOhm	1 mOhm
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder fern- gesteuert	
GENAUIGKEIT +/- (%der Anzeige (%Az.) + % der maximalen Anzeige (%m.Az.))*)		
	24h, 23°C+/-1°C	
	% Az	% m.Az
200 Ohm-Bereich	0,002	0,001
2 kOhm-Bereich	0,002	0,0005
20 kOhm-Bereich	0,002	0,0005
200 kOhm-Bereich	0,002	0,0005
2 MOhm-Bereich	0,005	0,001
10 MOhm-Bereich	0,01	0,003
	1 Jahr, 23°C+/- 5°C	
	% Az	% m.Az
200 Ohm-Bereich	0,005	0,002
2 kOhm-Bereich	0,005	0,0005
20 kOhm-Bereich	0,005	0,0005
200 kOhm-Bereich	0,005	0,0005
2 MOhm-Bereich	0,015	0,002
10 MOhm-Bereich	0,05	0,006

*) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur

Zum Fehler in % der maximalen Anzeige (% m.Az.) ist der natürliche Rundungsfehler von +/- 1 Digit hinzuzurechnen.

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN (10°C-18°C und 28°C-40°C)		
	+/- (%Az.+ % m.Az)/°C	
200 Ohm-Bereich	0,002	0,0005
2 kOhm, 20 kOhm, 200 kOhm- Bereich	0,0015	0,0005
2 MOhm-Bereich	0,002	0,0005
10 MOhm-Bereich	0,01	0,0005

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN (0°C-50°C)	Werte bei (10°C-40°C) x 2
---------------------------------------	---------------------------

STROM DURCH MESSWIDERSTAND	
200 Ohm, 2 kOhm-Bereich	0,7 mA
20 kOhm-Bereich	70 uA
200 kOhm-Bereich	7 uA
2 MOhm, 10 MOhm-Bereich	0,7 uA

SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN	ca. -14 V max.
-----------------------------	----------------

MESSPAUSEN	125 ms nach Bereichs- oder Funktionswechsel
------------------	--

ÜBERLASTGRENZE	+/- 300V Spitze
----------------------	-----------------

ÜBERLAUFANZEIGE	ERROR 1 in der Anzeige
-----------------------	------------------------

*) Max.125V, wenn mit Scanner (Option 6000/01) ausgerüstet.

WECHSELSPANNUNG Vac

WANDLUNGSART echter Effektivwert mit Gleichspannungskopplung gemessen

BEREICHE 0,2V; 2V; 20V; 200V; 1000V;
 MAX. ANZEIGEUMFANG 199 999, im 1000V-Bereich 100 000*
 MESSZEITEN 0,1s, 1s, 10s

BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder fern-gesteuert

GENAUIGKEIT (1 Jahr, 23°C +/- 5°C) +/- (% der Anzeige (%Az.)
 +% der maximalen Anzeige (% m.Az))

Bereich	DC+20Hz	45Hz	1kHz	10kHz	20kHz	100kHz
0,2 V	/ 0,5+0,07	/ 0,15+0,07	/ 0,3+0,07	/		
2 V	/ 0,5+0,07	/ 0,15+0,07	/ 0,2+0,07	/	1+0,4	3+0,4
20 V	/ 0,5+0,07	/ 0,15+0,07	/ 0,2+0,07	/	1+0,4	3+0,4
200 V	/ 0,5+0,07	/ 0,15+0,07	/ 0,2+0,07	/	5+0,4	8+0,4
700 V	/ 0,5+0,07	/ 0,15+0,07	/ 0,3+0,07	/		

Bei der Angabe dieser Daten wird ein Sinus-Signal größer 5% der maximalen Anzeige und ein Bezug des "V/Ohm-LO"-Eingangs auf Netzerde vorausgesetzt.

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(10°C-18°C und 28°C - 40°C)

0 - 20 kHz +/- (0,01% der Anzeige + 0,004%
 der max. Anzeige)/°C
 20 - 100 kHz +/- (0,04% der Anzeige + 0,005%
 der max. Anzeige)/°C

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(0°C-50°C) Werte bei (10°C-40°C) x 2

CREST-FAKTOR 7 : 1

Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 1,5 x Meßbereichs-nennwert oder 1000V.

*) Der 1000 Vac-Bereich entfällt bei Ausrüstung mit Scanner.

EINGANGSWIDERSTAND 10 MOhm/kleiner 60pF

MESSPAUSEN 625 ms nach Bereichs- oder Funktionswechsel

ÜBERLASTGRENZEN

zwischen "V/Ohm-HI" und Gehäuse (Schutzleiter)

..... +/- 1000V-Spitze bei max. 60 Hz
oder max. +/- 1000V Gleichspannung

Eingang V +/- 1000V-Spitze mit der Begrenzung 10 000 000 x V x Hz

bei eingebautem Scanner

6000/01 in allen Bereichen

dauernd +/- 125V-Spitze mit der Begrenzung 1 000 000 x V x Hz

Bei der Funktion Wechselspannung

sind die "V/Ohm-LO"-Buchse

und die "A-LO"-Buchse intern verbunden.

Der maximale Strom zwischen diesen Buchsen darf +/-

0,1 A (Schmelzsicherung

(0,1 A) betragen

Schirm zu Gehäuse +/- 200V-Spitze

Schirm zu "V/Ohm-LO"-

Eingang +/- 50V-Spitze

EINSCHWINGZEIT 0,5 s auf 0,1%

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Anzeige

GLEICHSTROM mA=

BEREICHE +/- 2 mA; +/- 2A

MAX. ANZEIGEUMFANG 199 999

MESSZEITEN 0,1s, 1s, 10s

AUFLÖSUNG 10 nA, 10 uA

BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder fern-
gesteuert

GENAUIGKEIT (bis 1A) +/- (% der Anzeige (%Az.) + % der maxi-
malen Anzeige (% m.Az)*) 1 Jahr, 23°C +/- 5°C

2mA und 2A-Bereich 0,01 + 0,005

*) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(10°C-18°C und 28°C-40°C)

2mA und 2A-Bereich (bis 1A). +/- (0,002% der Anzeige + 0,001%
der max. Anzeige)/°C

(0°C-50°C) Werte bei (10°C-40°C) x 2

BÜRDENSPANNUNG

2mA-Bereich kleiner 20mV

2A-Bereich kleiner 0,6V

2A-Bereich mit

Option 6000/01

installiert kleiner 1V

MESSPAUSEN 125 ms nach Bereichs- oder Funk-
tionswechsel

ÜBERLASTGRENZEN max. 250V-Spitze (Schmelzsiche-
rung 3A)
Bei der Funktion Gleichstrom sind
die "V/Ohm-LO"-Buchse und die "A-
LO"-Buchse intern verbunden. Der
maximale Strom zwischen diesen bei-
den Buchsen darf +/- 100mA (Schmelz-
sicherung 100mA) betragen.

ÜBERLAUFANZEIGE Error 1 in der Anzeige

WECHSELSTROM mAac

BEREICHE 2mA; 2A
 MAX. ANZEIGEUMFANG 199 999
 MESSZEITEN 0,1s, 1s, 10s
 AUFLÖSUNG 10nA; 10 uA
 BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder fern-
 gesteuert

GENAUIGKEIT \pm % der Anzeige (%Az.) + % der maximalen Anzeige
 (% m.Az)*) 1 Jahr, 23°C \pm 5°C

Bereich	DC+20Hz	10kHz	100 kHz
2mA, 2A	/----0,2+0,07---/----5+0,4---/		

*) Sinus-Signal größer als 5% der maximalen Anzeige und schwarze Eingangsbuchse auf Netzerde bezogen.

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(10°C-18°C und 28°C und 40°C)

0	-	20 kHz	.....	\pm (0,01% der Anzeige + 0,004 % der max. Anzeige)/°C
20	-	100 kHz	.....	\pm (0,04% der Anzeige + 0,005 % der max. Anzeige)/°C

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(0°C-50°C) Werte bei (10°C-40°) x 2

CREST-FAKTOR 7 : 1

Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 1 x Meßbereichsnennwert oder 2,828 A.

BÜRDENSPANNUNG

2mA-Bereich	.....	kleiner 20mV.
2A-Bereich	.....	kleiner 0,6V
2A-Bereich mit Option 6000/01 installiert	.....	kleiner 1V

MESSPAUSEN 625 ms nach Bereichs- oder Funktionswechsel

ÜBERLASTGRENZEN max. 250V-Spitze (Schmelzsicherung 3A)

Bei der Funktion Wechselstrom sind die "V/Ohm-LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen beiden Buchsen darf \pm 100mA (Schmelzsicherung 100mA) betragen.

EINSCHWINGZEIT 0,5 s auf 0,1%

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Anzeige

TEMPERATURE °C, °F, K

MESSVERFAHREN 4-polig, PT 100-Messung mit
Linearisierung

ANZEIGEBEREICH	Anzeigeumfang	Auflösung
Celsius	- 200°C bis + 850°C	0,01°C
Fahrenheit	- 328°F bis + 1562°F	0,01°F
Kelvin	+ 73 K bis + 1123 K	0,01 K

MESSTROM 1 mA

SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN . ca. 5V

MESSZEITEN (sec) 1, 10

MESSPAUSEN 100 msec nach Bereichs- oder
Funktionsumschaltung

FEHLERGRENZEN +/- 0,05°C über den gesamten
Bereich bei 23°C +/- 5°C für
1 Jahr (ohne Fühlertoleranz)

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN

10°C-18°C, 28°C-40°C	0,001°C/°C
0°C-10°C, 40°C-50°C	0,002°C/°C

FÜHLERABGLEICH bei beliebiger, genau bekannter
Temperatur im gesamten Bereich
wahlweise °C, ° F oder Kelvin

LINEARISIERUNG nach Norm DIN IEC 751

TRIGGEREINGANG

TRIGGERUNG positive Flanke
min. Impulshöhe + 2V
max. Impulshöhe + 15V
Überlastgrenze +/- 25V
Steckverbindung 3,5 mm Klinkenstecker
max. Spannung zwischen Buchse
und Netzerde 50V

Die Buchse ist galvanisch vom Gehäuse getrennt. Der Masseanschluß der Buchse (äußere, sichtbare Hülse) ist mit IEEE-Masse verbunden.

SCANNER/UMSCHALTER 6000/01 (Option)

SCHALTUNGSART	4-fach 1 aus 10
KANÄLE	10
KONTAKTE JE KANAL	4
SCHALTERART	monostabiler mechanischer Schalter
THEROMSPANNUNG	kleiner 1 uV nach 1,5 h Aufwärmzeit
SCHUTZSCHIRM	vorhanden
MAX. SPANNUNG ZWISCHEN 2 KONTAKTEN EINES KANALS	125V-Spitze mit der Begren- zung 1 000 000 x V x Hz
MAX. MESSPANNUNG	125V-Spitze (auch über den V/Ohm-Eingang) mit der Begren- zung 1 000 000 x V x Hz
MAX SCHALTSTROM	2A
ZEIT ZWISCHEN 2 SCHALT- VORGÄNGEN	kleiner 100 ms
VERZÖGERUNG DES MESS- BEGRIFFS NACH KANAL- UMSCHALTUNG	125 ms bei Gleichspannungs-, strom und Widerstandsmessung 625 ms bei Wechselspannungs- und strommessung
MAX. DAUERSCHALTFREQUENZ	2 Hz
MAX. DURCHGANGSWIDERSTAND (PRO LEITUNG)	0,3 Ohm
LEBENSDAUER	2 x 100 000 000 Schaltspiele (01, A, 10V=)
ISOLATIONSWIDERSTAND ZWISCHEN 2 KONTAKTEN	3 GOhm bei rel. Luftfeuchtig- keit unter 60%
ISOLATIONSWIDERSTAND GEGEN GEHÄUSE	3 GOhm bei rel. Luftfeuchtig- keit unter 60%
KAPAZITÄT ZWISCHEN DEN KON- TAKTEN	kleiner 100 pF

IEEE 488-SCHNITTSTELLE

BETRIEBSARTEN	Talker/Listener oder Talk only
ENTKOPPLUNG VOM EINGANG	galvanisch von der Eingangs- stufe getrennt
AUSGANGSINFORMATION	numerische Daten von Meßergeb- nis, Funktion, Bereich, Meß- zeit, Tastencode
EINGANGSINFORMATION	Funktion, Bereich, Meßzeit, Startbefehl, Anzeigetext und Kalibriersollwert
ADRESSE	wählbar von 0 bis 30, TALK ONLY einstellbar über die Tastatur
AUSRÜSTUNG	SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, DT1, SR1
TASTATUR	abschaltbar über REN, zuschaltbar über GTL
END-ZEICHEN	9 verschiedene Kombinationen wählbar
KOMPATIBILITÄT	IEEE-Standard-488 (1978) und IEC 625 Teil 1 und 2
BUS-STECKVERBINDER	24-polig entsprechend IEEE 488

ALLGEMEINES

AUFWÄRMZEIT 20 min bis zur 1-Jahres-Genauigkeit
1,5 h bis zur vollen Genauigkeit

LUFTFEUCHTIGKEIT

bis 25°C bis zu 75% rel.
über 25°C bis zu 65% rel.

STROMVERSORGUNG

Spannung 220V (110V/120V oder 240V optional)
Leistung ca. 17 VA
Frequenz 50/60 Hz

GEWICHT ca. 3,4 kg

GEHÄUSE Aluminium-Flachgehäuse

ABMESSUNGEN

Tischgehäuse

Höhe ohne Füße ca. 67,5 mm
Höhe mit Füßen ca. 84 mm
Breite ca. 255 mm
Tiefe ca. 276 mm

BASIS-GERÄTEEINSTELLUNGEN nach dem Einschalten

MESSFUNKTION	Gleichspannung Vdc
MESSBEREICH	1000V-Bereich
INTEGRATIONSZEIT	1 sec
AUTOMATIK	abgeschaltet
BETRIEBSART	Meßbetrieb, kontinuierlich
PROGRAMM	kein Programm eingestellt
ANZEIGE	Meßwert, 5 1/2-stellig
KANALANWAHL (Option Scanner)	alle Kanäle abgeschaltet, Frontbuchsen angeschaltet

IEEE-Bus

STRINGFORMAT	Langstring, Meßwert- und Zu- standsinformation
SERVICE-REQUEST-FUNKTION	abgeschaltet, kein SRQ
DISPLAY-BETRIEB	abgeschaltet
FERNSTEUERUNG	abgeschaltet, manuelle Bedie- nung
IEEE-ADRESSE UND SCHLUSS- ZEICHEN	Einstellung Adresse 07, Schluß- zeichen 8 oder letzte ge- sicherte Einstellung
TRIGGEREINGANG	abgeschaltet

3. Inbetriebnahme

Jedes P R E M A Meßgerät wurde vor dem Versand ausführlich und sorgfältig auf Einhaltung aller angegebenen Daten geprüft. Das Gerät sollte sich deshalb beim Empfang in elektrisch einwandfreiem Zustand befinden. Um sich hiervon zu überzeugen, sollte das Gerät sofort bei Entgegennahme auf Transportschäden untersucht werden. Im Falle von Beanstandungen ist zusammen mit dem Überbringer eine Schadensbestandsaufnahme abzufassen.

Netzanschluß

Dieses P R E M A Meßgerät ist für den Anschluß an das Wechselspannungsnetz 220V, 50Hz eingerichtet. Spannungsänderungen von $\pm 10\%$ und Frequenzschwankungen von $\pm 4\%$ sind zulässig. Die Leistungsaufnahme beträgt ca. 17 VA. Für den Netzanschluß befindet sich auf der Rückseite ein Kaltgerätesteckeranschluß nach DIN mit Schutzkontakt. Das Gerät ist mit einer Feinsicherung 0,1A träge abgesichert. Mit dem auf der Rückseite im Kaltgeräteanschluß integrierten Wippschalter wird das Meßgerät zweipolig vom Netz getrennt.

Das Gerät kann auch an Wechselspannungsnetzen mit 110V, 120V oder 240V und mit 60 Hz betrieben werden. Zum Umstellen auf eine andere Betriebsspannung befindet sich im Sicherungshalter der Netzbuchse eine Codierscheibe, die je nach Einbaulage auf die Spannungen 110V, 120V, 220V oder 240V eingestellt werden kann. Beim Betrieb an Wechselspannungsnetzen mit 110V, 120V ist die Netzsicherung gegen einen Typ 0,2A träge auszuwechseln.

Erdungen

Zur Sicherheit des Anwenders wird das Gerätegehäuse durch Verbinden des Netzanschlußkabels mit einer geeigneten Schutzkontaktsteckdose geerdet. Das Gehäuse ist von der Abschirmung und von den beiden Eingängen galvanisch getrennt.

4. Tastatur und Bereichseinstellung

Die 9-er Tastatur ist zweifach belegt. Alle schwarz beschrifteten Funktionen werden durch einmaliges Betätigen der entsprechenden Taste aufgerufen. Alle blau beschrifteten Funktionen werden aufgerufen, indem zuerst die "2nd"-Taste und dann die entsprechende Funktionstaste betätigt wird. Die Leuchtdiode in der "2nd"-Taste leuchtet immer gleichzeitig, wenn eine blau beschriftete Funktion gewählt wurde, mit der Leuchtdiode in der entsprechenden Funktionstaste auf.

Die Funktion Gleichspannung "V=", Wechselspannung "Vac", Gleichstrom "mA=", Wechselstrom "mAac" und Widerstand "Ohm" werden durch Betätigen der zugehörigen Tasten aufgerufen. Mit der Taste "TEMP" kann bei Vierdraht-Widerstandsmessung mit PT100-Elementen direkt auf die Anzeige des Temperaturwertes in °C, °F oder Kelvin umgeschaltet werden. Jeder Tastendruck auf diese Taste wechselt die gerade angezeigte Temperatureinheit.

Die Bereichswahl kann automatisch geschehen, wenn die "Auto"-Taste betätigt wurde, oder manuell durch die Bereichs-Tasten (Auf- und Abwärtstasten). Sobald eine dieser beiden Tasten betätigt wird, ist die Bereichsautomatik abgeschaltet und es wird der Bereich auf Tastendruck um eine Stufe hinauf- oder heruntergeschaltet.

Die schnelle automatische Bereichswahl trifft innerhalb des ersten Drittels der eingestellten Meßzeit eine Vorentscheidung ob der richtige Bereich eingestellt ist. Wird bei der Vorentscheidung (schnelle Automatik) der eingestellte Bereich beibehalten, so erfolgen nach Ablauf der gesamten Meßzeit zwei weitere Prüfungen:

1. Wird der eingestellte Bereichsumfang erreicht oder überschritten so wird der nächsthöhere Bereich angewählt.
2. Wird weniger als 8% des eingestellten Bereichsumfanges erreicht, so wird der nächst tiefere Bereich angewählt. Im neuen Bereich beginnt die nächste Messung dann 100 ms nach dem Umschalten.

Erfolgt die Bereichswahl über die IEEE 488-Bus-Schnittstelle), dann wird die Funktion der Bereichstasten auf der Frontplatte unterbrochen. Die Steuerung ist galvanisch vom Eingang getrennt.

Bei jedem Tastendruck und jedem Bereichswechsel, bei eingeschalteter Bereichsautomatik, wird eine Kurzmessung mit verminderter Genauigkeit ausgelöst. Die Kurzmessung dauert 100ms und löst keinen Bedienungsruf bei angewählten SRQ im IEEE-Bus-Betrieb aus.

5. Anzeige

Über die Anzeige des Digitalmultimeters werden die Meßergebnisse mit Dezimalpunkt, das negative Vorzeichen und "Error"-Meldungen ausgegeben, sowie bestimmte Betriebsarten des Multimeters angezeigt.

Leuchtdioden in den jeweiligen Drucktasten zeigen die Funktion und die Betriebsart an.

Je nach Betriebszustand des Digitalmultimeters zeigt die Anzeige den Meßwert, das Rechenergebnis eines Programmes oder Informationen über Geräteeinstellung oder Betriebsart.

Mögliche Anzeigen sind:

"+ 19.3457"	Meßwert 5 1/2-stellig
"+ 112.3572"	Meßwert 6 1/2-stellig oder Rechenergebnis
"+ 212.05°C"	Temperatur in °Celsius
"+ 75.26°F"	Temperatur in °Fahrenheit
"+ 100.04 K"	Temperatur in Kelvin
"null "	Nullpunktkorrektur wird ausgeführt
"CAL "	Der Kalibrierschalter auf der Geräterückseite ist entsichert oder Kalibrierung findet statt.
"IEEE.07.8"	Geräteadresse und Schlußzeichen-Code zum Betrieb am IEEE-Bus
"Chn = 6"	Einstellung des Meßkanales beim 10-Kanal-Meßstellenumschalter
"P 3"	Anwahl eines Rechenprogrammes
"trig on"	Trigger ein/ausgeschaltet ("oF")
"1-5 SEC"	Integrationszeiten und 5 1/2, 6 1/2-Stellenanwahl
"HALLO "	Anzeige im Displaybetrieb
"ERR 1 "	Überlaufanzeige

6. Offsetkorrektur

Die Verschiebung des Nullpunktes stellt eine Fehlermöglichkeit dar. Sie ist im Normalfall jedoch leicht an der von Null verschiedenen Anzeige bei kurzgeschlossenem Eingang zu erkennen. Mit der "Zero"-Taste kann eine Nullpunktkorrektur vorgenommen werden. Hierzu wird am "VOhm"-Eingang ein Kurzschluß hergestellt und danach die "Zero"-Taste betätigt. Das Gerät führt eine Nullpunktmessung durch, deren Dauer durch die eingestellte Integrationszeit bestimmt ist. Bei 6 1/2 stelliger Anzeige dauert die Nullpunktmessung in den Funktionen "Vdc", "mAdc" 20 Sekunden, wobei in der Anzeige "null" und die verbleibende Zeit bis zum Ende der Messung in Sekunden erscheint. Bei 5 1/2 stelliger Anzeige dauert die Messung 2 Sekunden und es erscheint lediglich die Textmeldung "null". Die Tastatur ist während der Korrekturmessung gegen weitere Bedienung gesperrt. Bei den Funktionen "Ohm", "Vac" und "mAac" weicht der Ablauf der Korrekturmessung etwas von dem oben geschilderten Verfahren ab. Bei diesen Funktionen wird der Nullpunkt aufgrund ständiger Messwertbeobachtung sofort korrigiert. Vor Aufruf der Nullpunktmessung die Bereichsautomatik eingeschaltet, werden hintereinander alle Bereiche einer Funktion auf Null korrigiert. Jetzt dauert die Nullpunktmessung für einen 6 1/2stelligen Anzeigenumfang je 10 Sekunden und bei 5 1/2 Stellen je Bereich 1 Sekunde. Bei 10 Sekunden Messdauer erscheint in der Anzeige "Null" und die verbleibende Restzeit. Bei 1s Messzeit erscheint nur die Textmeldung "Null". Bei den Strombereichen werden die Nullpunkte mit offenen Buchsen (kein Kurzschluß, aktive Stromsenkenschaltung!) korrigiert. Nach der Offsetkorrektur in einer Temperaturfunktion erscheint nach Abschluß der Nullmessung die Anzeigemeldung "done".

Innerhalb des Multimeters wird für die Offsetkorrektur kein Kurzschluß hergestellt, um auch Fehler außerhalb des Multimeters korrigieren zu können. Dies ist besonders wichtig für die 2-Draht-Widerstandsmessung, denn durch die Offsetkorrektur ist es möglich den Fehler, der durch Meßleitungswiderstände hervorgerufen wird, zu eliminieren.

Es lassen sich Abweichungen bis 1% des Anzeigenumfangs korrigieren. Überschreitet die Abweichung diese Grenze, erscheint in der Anzeige und auf dem IEEE 488-Bus die Meldung "Error 4" und der alte Korrekturwert bleibt erhalten. Abweichungen größer als ca. 1% können über den gesamten Meßbereich mit dem Mathematikprogramm zur Offsetkorrektur ("P1") berücksichtigt werden.

7. Fehlermeldungen und Selbsttest

7.1. Fehlermeldungen

Das Digitalmultimeter erkennt durch Bedienung hervorgerufene Fehler. Sie werden im Hauptanzeigefeld und über den IEEE 488-Bus mit der Kennzeichnung "Error" und einer Code-Nummer ausgegeben.

Die Code-Nummern haben folgende Bedeutung:

- 1 - Überlauf Messen: Der erlaubte Zahlenbereich ist überschritten.
- 2 - Überlauf Rechnen: Der erlaubte Zahlenbereich für Rechenergebnisse ist überschritten.
- 4 - Fehler bei Offsetmessung: Der an den Eingangsbuchsen anliegende Offset ist zu groß.
- 5 - Fehler beim Kalibrieren:
 1. Sollwert kleiner 5% oder größer 100% des Anzeigumfangs.
 2. Calibrationsschalter auf der Geräterückseite steht auf "MEAS".
- 6 - Fehler im IEEE 488-Bus-Interface: In einer Gerätemachricht hat das Multimeter mehr als 30 Zeichen empfangen.
- 8 - Fehler bei Selbsttest 2: Ermittelte und Kontrollprüfsumme stimmen nicht überein (Lithiumbatterie leer).
- 9 - Fehler bei Selbsttest 3: Fehler in den Programm-ROMS.

7.2. Selbsttest

Das Digitalmultimeter führt nach Einschalten der Netzversorgung einen Selbsttest durch. Der Ablauf der einzelnen Testroutinen wird in der Hauptanzeige durch die Anzeige "Contr." gemeldet. Tritt während dieses Selbsttests ein Fehler auf, wird dieser durch eine Fehlermeldung angezeigt und das Multimeter führt die restlichen Selbsttests nicht mehr aus. Erst durch Betätigen irgendeiner Taste wird das Multimeter veranlaßt, mit seinem Prüfprogramm fortzufahren. Während des Selbsttests darf keine Spannung größer als 300V an den Eingangsbuchsen des Multimeters liegen.

Contr. 1 initialisiert das Multimeter und überprüft den Analogteil auf Funktion.

Contr. 2 bildet eine Checksumme der im gepufferten RAM abgelegten Calibrationsfaktoren und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.

Contr. 3 bildet eine Checksumme der Programm-ROMS und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.

8.1. Bedienungshinweise V=

Meßspannungszuführung

Die Zuführung der Meßspannung erfolgt auf der Frontplatten-seite über die beiden Buchsen "V/Ohm", wobei eine positive Spannung an der roten Buchse relativ zur schwarzen Buchse eine positive Anzeige bewirkt. Es ist darauf zu achten, daß die maximal zulässigen Werte von 50 V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen dem "LO" Eingang und Guard (siehe Abschnitt Abschirmung) und 200 V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen Guard und Gehäuse nicht überschritten werden. Bei potentialmäßig nicht vom Netz getrennten Hochspannungsgeräten muß dies bei der Polaritätswahl bedacht werden.

Eingangswiderstand V=

Um die hohe Linearität des Meßverfahrens auszunutzen, ist der Eingangswiderstand für Spannungsmessungen zum Teil extrem hochohmig. So erlaubt das Gerät noch relativ genaue Messungen bei 100 kOhm Innenwiderstand des Meßobjektes bis zu ± 2 V. Im 20 V-, 200 V- und 1.000 V-Bereich verursachen 100 Ohm Innenwiderstand bei 100.000 Auflösung schon den entsprechenden Fehler von 1 Ziffernschritt. Eingangswiderstand, Anzeigeumfang und Auflösung sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Bereich	maximaler Anzeige- umfang	Eingangs- widerstand	maximale Auflösung
0,2 V	.1999999 V	1 GOhm	100 nV
2 V	1.999999 V	1 GOhm	1 uV
20 V	19.99999 V	10 MOhm	10 uV
200 V	199.9999 V	10 MOhm	100 uV
1 000 V	1000.000 V	10 MOhm	1 mV

Überlastschutz

Alle Bereiche sind in hohem Maße gegen Zerstörung durch Spannungsüberschreitung geschützt. Die Überlast beträgt hierbei im:

$\pm 0,2$ V, ± 2 V Bereich für 60 sec. ± 1.000 V*
 oder dauernd ± 700 V*
 ± 20 V, ± 200 V, ± 1000 V Bereich dauernd ± 1.000 V*

* Bei Ausrüstung mit Scanner (Option 6000/01) max. 125V

Es ist jedoch zu beachten, daß durch starke Überlastung der unteren Bereiche eine Erwärmung der Schutzwiderstände und Dioden unvermeidbar ist, und anschließend Thermospannungen bis zur Herstellung des internen Temperatenausgleichs eine Nullpunktverschiebung bewirken können.

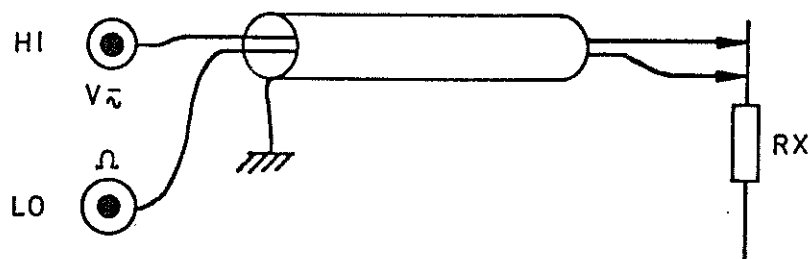
Gleichtaktunterdrückung

Als Gleichtaktunterdrückung bezeichnet man die Fähigkeit eines Meßgerätes, nur das gewünschte Differenzsignal zwischen "HI"- und "LO"-Eingang anzuzeigen, eine für beide Klemmen gleiche Spannung gegen Erde dagegen möglichst zu unterdrücken. In einem idealen System entstünde kein Fehler, doch in der Praxis wandeln Streukapazitäten, Isolationswiderstände und ohmsche Unsymmetrien einen Teil der Gleichtaktspannung in eine Serienspannung um. Die Gleichtaktunterdrückung beträgt mehr als 140 dB bei einer Unsymmetrie von 1 kOhm in den Zuleitungen.

Abschirmung

Werden bei der Messung keine von Gleichtaktspannungen herrührenden Schwierigkeiten erwartet, so sollte der Guard-Eingang (blaue Buchse) mit dem LO-Eingang (schwarze Buchse) verbunden werden.

Mit Hilfe des Guard-Eingangs läßt sich in kritischen Fällen eine hohe Gleichspannungs- und Gleichtaktunterdrückung erzielen. Gleichtaktspannungen sind Spannungen, die zwischen dem tiefen Punkt der zu messenden Spannungen und Netzerde sowie zwischen Netzerde der Spannungsquelle und der des Meßgerätes liegen. Gleichtaktspannungen haben die Tendenz, Ströme gleicher Richtung in beide Eingangsbuchsen fließen zu lassen. Um eine optimale Abschirmung zu erreichen, ist der Guard-Eingang mit dem LO-Eingang derart zu verbinden, daß die Abschirmströme nicht durch solche Widerstände der Spannungsquelle und Spannungszuleitungen fließen, die die Meßspannung beeinflussen können.



8.2. Bedienungshinweise Ohm/kOhm

Eine Widerstandsmessung wird beim Digitalmultimeter auf folgende Art und Weise ausgeführt: In den zu messenden Widerstand (Rx) wird ein Strom (I) eingeprägt, der gleichzeitig auch über einen bekannten internen Bereichswiderstand fließt. Der Spannungsabfall über Rx wird über die Eingangsbuchsen von V= gemessen und das Verhältnis zum Spannungsabfall am internen Bereichswiderstand gebildet. In die Widerstandsmessung geht also kein Altern oder Driften einer Referenzspannungsquelle ein.

Zwei-Leiter-Messungen

Das Digitalmultimeter führt Widerstandsmessungen in 2 Leiter-Anordnung aus. Um auch kleine Widerstände mit hoher Genauigkeit zu messen, ist eine sorgfältige Kompensation der Meßkabelwiderstände und der Thermospannungen mit Hilfe der Offsetkorrektureinrichtung notwendig. Hierzu werden die beiden Meßkabel mit ihren Prüfklemmen entsprechend Abb. 8.1 auf einer Seite des Prüflings angeschlossen und eine Offsetkorrektur durch die Taste "Zero" ausgelöst. Hierbei werden jetzt alle möglichen Fehlerquellen, wie Zuleitungswiderstand, Übergangswiderstand und Thermospannungen an den Übergängen verschiedener Metalle eliminiert. Es sollten bei großen Widerständen (ab 100 kOhm) abgeschirmte Meßleitungen verwendet werden, wobei die Abschirmung mit Erde verbunden ist, um störende Einstreuungen durch Fremdspannungen (Netzbrumm) zu verhindern.

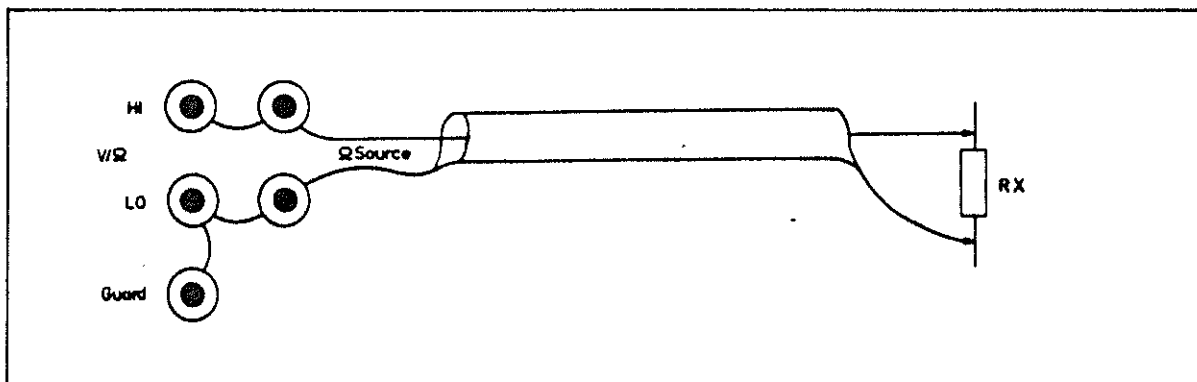


Bild 8.2.1. Zwei-Leiter-Meßanordnung

Die Meßanordnung (s. Bild 8.2.1.) ergibt akzeptable Meßergebnisse; dies jedoch nur in einem Widerstandsbereich, der nach oben und unten eingeschränkt ist: Bei hohen Widerstandswerten treten Leckstromprobleme auf, die aus der Parallelschaltung von Rx und dem Kabelisolationswiderstand herrühren. Bei niedrigen Widerstandswerten, insbesondere im 100 Ohm-Bereich, macht sich der Zuleitungswiderstand bemerkbar. Für diese Bereiche ist eine Vier-Leiter-Messung zu empfehlen.

Vier-Leiter-Messungen

Die Meßanordnung für eine Vier-Leiter-Messung ist in Bild 8.2.2. dargestellt. Der entsprechende Innenleiter ist jeweils mit dem "HI"-Anschluß des "V-kOhm"-Eingangs bzw. dem "OHM-Source"-Ausgang verbunden, während die Abschirmung zu dem jeweiligen "LO"-Anschluß führt.

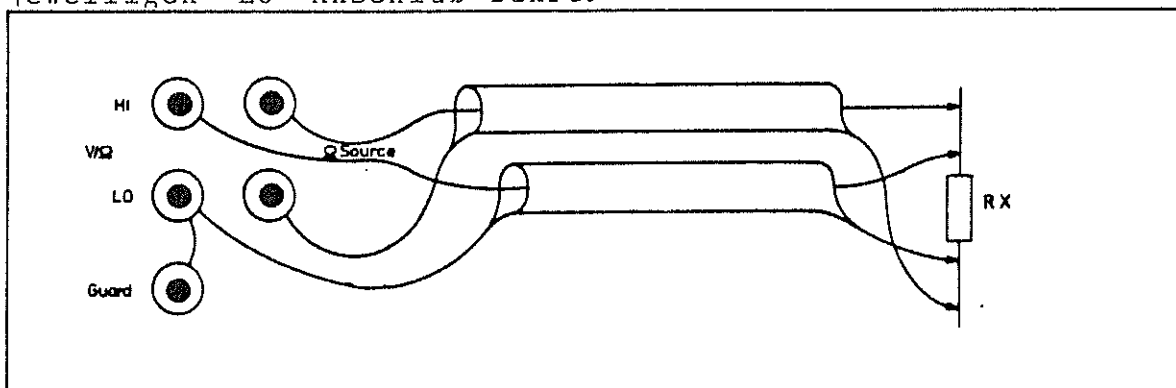


Bild 8.2.2. Überliche Vier-Leiter-Meßanordnung

Bei der Meßanordnung nach Bild 8.2.2. ist der Einfluß des Zuleitungswiderstandes beseitigt. Für hochohmige Messungen sind jedoch Kabel mit Teflonisolierung zu verwenden. Bei Vier-Leiter-Messungen dürfen in den Zuleitungen von den "Ohm-Source"-Ausgängen bis etwa 0,5V pro Leitung abfallen. Ein Überlauf wegen einem zu großen Rx wird durch "ERROR 1" in der Hauptanzeige dargestellt.

Allgemeine Bemerkungen:

Die Ströme durch den zu messenden Widerstand betragen im

200 Ohm-Bereich	1 mA
2 kOhm-Bereich	1 mA
20 kOhm-Bereich	100 uA
200 kOhm-Bereich	10 uA
2 MOhm-Bereich	1 uA
20 MOhm-Bereich	0,1 uA

Die Polarität des durch Rx führenden Stromes ist so festgelegt, daß das mit der oberen Buchse des "Ohm-Source"-Ausgangs verbundene Ende von Rx ein negatives Potential gegenüber dem anderen Ende von Rx besitzt. Es ist stets darauf zu achten (s. auch Bild 8.2.1. bis 8.2.2.), daß das Widerstandsende von Rx, das mit der oberen (HI) Buchse des "Ohm-Source"-Ausgangs verbunden ist, auch mit der oberen (HI) Buchse des "V/kOhm"-Eingangs verbunden wird. Entsprechendes gilt für die unteren Buchsen.

8.3. Bedienungshinweise Vac

Das Digitalmultimeter mißt den echten Effektivwert der angelegten Spannung, wobei die Eingangsbuchsen gleichspannungsmäßig gekoppelt sind.

Eine für Wechselspannungsmessungen zu empfehlende Meßanordnung besteht aus einem Zwei-Leiter-Kabel mit Abschirmung, von dem die Abschirmung mit dem "Guard"-Eingang verbunden wird (Bild 8.3.1.). Bei allen Messungen sollte der "Guard"- und der "V/Ohm-LO"-Eingang mit dem Meßpunkt verbunden werden, der dem Erdpotential am nächsten liegt.

Etwas weniger Abschirmung erreicht man bei Verwendung eines einfachen Koax-Kabels und Anbringung einer Verbindung zwischen dem "Guard"- und dem "V/Ohm-LO"-Eingang. Diese häufig verwendete Meßanordnung genügt für die meisten Messungen außer bei stark verrauschter Umgebung oder bei sehr kleinen Spannungen.

Im 200 V- und 1.000 V-Bereich ist bei höheren Frequenzen (200 V-Bereich über 100 kHz, 1.000 V-Bereich über 10 kHz) zu beachten, daß die angelegte Wechselspannung nicht das Effektivwertprodukt 10.000.000 V x Hz übersteigt.

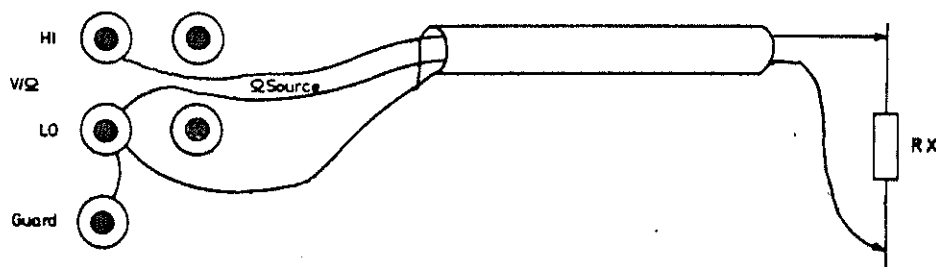


Bild. 6.3.1. Wechselspannungsmessung mit abgeschirmtem Zwei-Leiter-Kabel

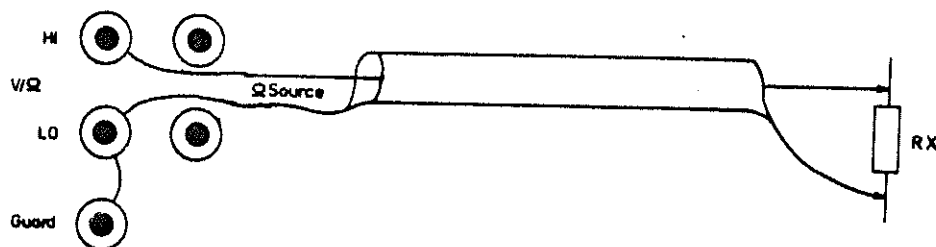


Bild 6.3.2. Wechselspannungsmessung mit Koaxialkabel

8.4. Bedienungshinweise mA= und mAac

Das Digitalmultimeter bietet die Möglichkeit Gleich- und Wechselströme zu messen. Verwendet wird der "Aac, dc"-Eingang des Multimeters. Es muß beim Anschluß der Meßkabel beachtet werden, daß die beiden schwarzen "LO"-Buchsen der beiden Eingänge "V/Ohm" und "A" intern im Gerät verbunden sind. Es ist also nicht möglich, gleichzeitig zwei Meßkabel zur Strommessung und zwei Kabel zur Spannungsmessung anzuschließen, wenn sich zwischen den Meßstellen eine Potentialdifferenz befindet. Die interne Verbindung zwischen der "V/Ohm"- und "A"- "LO"-Buchse ist durch eine Schmelzsicherung 0,1A (träge) gegen Stromüberlastung geschützt. Auch in den Strombereichen ist eine Offsetkorrektur durch Tastendruck möglich. Es ist hierbei aber zu beachten, daß, im Gegensatz zu allen anderen Funktionen, der Offset bei offenen Eingangsbuchsen korrigiert wird (siehe auch Kapitel "Offsetkorrektur").

Im 2 A-Bereich wird ein 0,1 Ohm-Shunt verwendet, im 2 mA-Bereich dagegen eine Strom-Kompensationsschaltung, die Bürden-spannungen kleiner 10mV erlaubt.

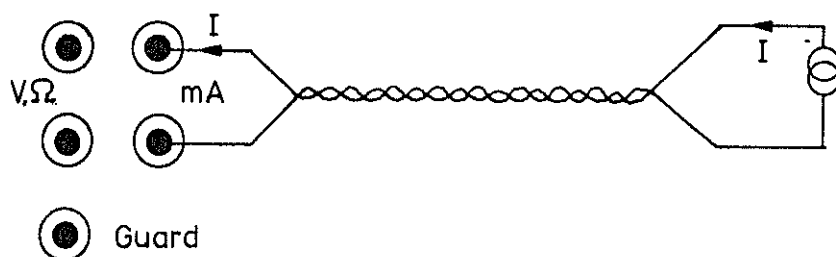


Bild 8.4.1. Strommessung mit Zweileiter-Kabel

Auch für die Strombereiche ist die Bereichsautomatik einschaltbar. Die Strombereiche sind mit Leistungsdioden und einer zusätzlichen Schmelzsicherung 3A (flink) geschützt.

* ACHTUNG *

Vor dem Wechseln der Schmelzsicherungen sind der Netzstecker und alle Meßkabelstecker zu ziehen, die zentrale Gehäuseschraube am Boden des Gerätes zu lösen und die Oberschale des Gehäuses vorsichtig abzuheben. Dabei muß darauf geachtet werden, daß die Front- und Rückwand des Gerätes in der unteren Gehäuseschale verbleibt, also beim Abheben nicht mit herausgezogen werden. Die beiden Gehäuseschalen sind mit einer Erdungsleitung verbunden, die nicht gelöst werden soll. Die Schmelzsicherung 3A (flink) befindet sich nahe der Eingangsbuchsen des Gerätes und die Schmelzsicherung 0,1A (träge) befindet sich nahe bei dem großen blauen 0,10hm Shunt rechts vorne im Meßgerät (siehe Lageplan des Vorverstärkers im Anhang).

8.5. Bedienungshinweise Temperaturmessung °C, °F oder Kelvin

Die Temperaturmessung erfolgt mittels eines PT-100-Elementes, das vierpolig an die Eingänge "V/kOhm-HI-LO" und "Ohm-Source-HI-LO" angeschlossen wird. Beim Anschluß ist auf die richtige Polung "HI-HI" und "LO-LO" von Meßleitung und Stromquelle zu achten.

Die Temperaturmessung wird auf eine Vier-Leiter-Widerstandsmessung mit einem Speisestrom von ca. 1 mA zurückgeführt. Der gewonnene Widerstands-Meßwert wird nach Linearisierung (nach IEC 751) in den entsprechenden Anzeigewert °Celsius, ° Fahrenheit oder Kelvin umgerechnet. Für den Anschluß der Meßleitungen und die Abschirmung gelten die unter 8.2. Bild 8.2.2. genannten Hinweise zur Vier-Leiter-Widerstandsmessung.

Offsetkorrektur und Fühlerabgleich

Entsprechend den anderen Meßfunktionen kann auch für die Temperaturmessung eine Offsetkorrektur durchgeführt werden. Wegen der nachfolgenden Umrechnung und Linearisierung ist der Ablauf der Offsetkorrektur leicht unterschiedlich zu den Methoden bei anderen Funktionen: An den Eingängen "V/kOhm" - "HI-LO" und "Ohm-Source" - "HI-LO" (Bild 8.5.1.) wird ein Kurzschluß hergestellt. Das Multimeter meldet daraufhin Überlauf, "ERROR 1". Die Offsetkorrektur wird ausgelöst ("ZERO") und nach erfolgreicher Korrektur steht "donE" in der Anzeige: Die Offsetkorrektur ist ausgeführt.

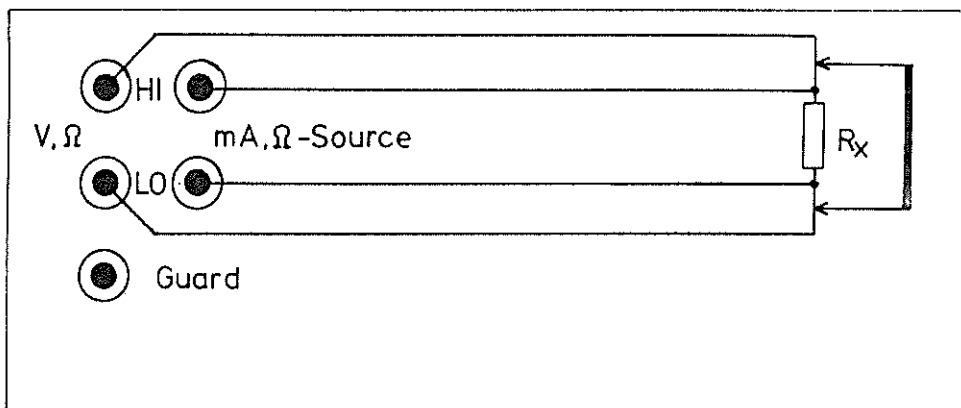


Bild 8.5.1. Beschaltung zur Offsetkorrektur

Nach Durchführung der Offsetkorrektur kann der Fühlerabgleich bei einer genau bekannten Temperatur oder mit Hilfe eines genau bekannten Referenzwiderstandes durchgeführt werden (Bild 8.5.2.). Der Abgleich geschieht durch Kalibrierung auf diesen genau bekannten Wert (siehe "Kalibrierung").

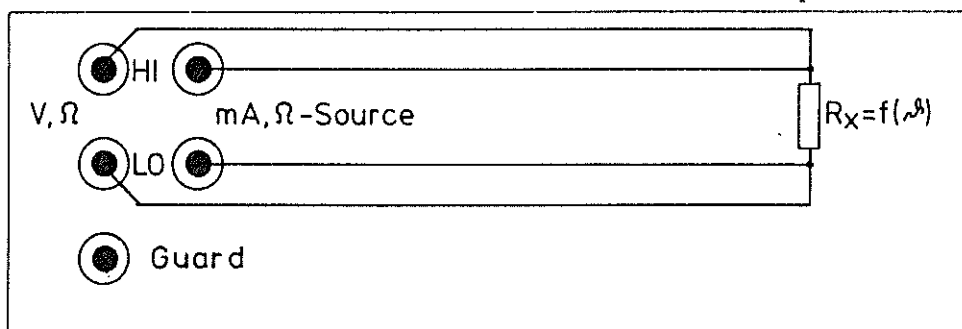


Bild 8.5.2. Fühlerabgleich bei beliebiger Temperatur

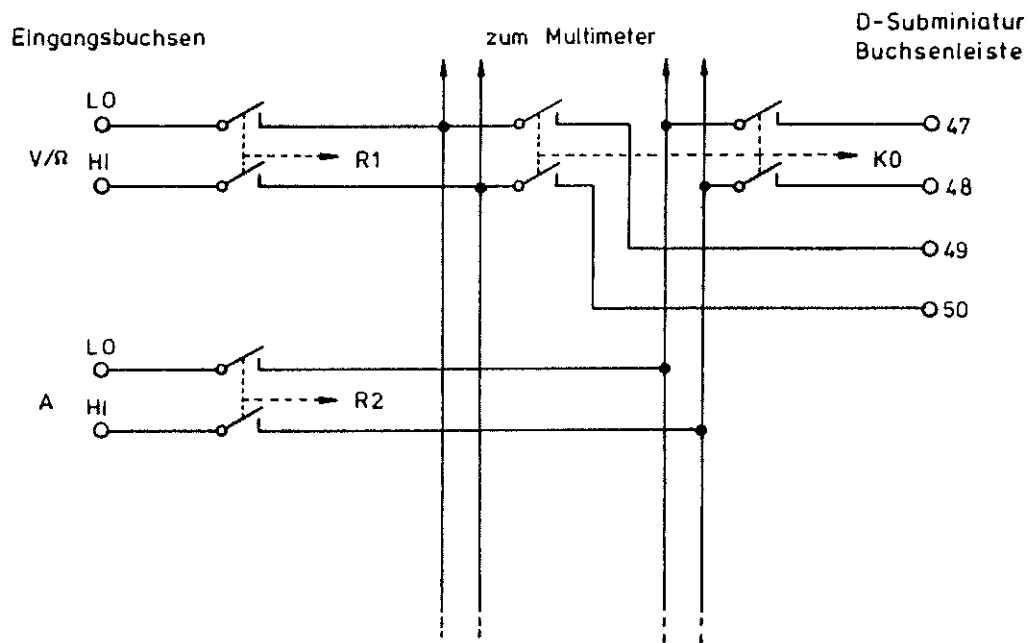
8.6. Bedienungshinweise Scanner/Umschalter (Option 6000/01)

Das Digitalmultimeter kann optionell mit einem thermospannungsarmen, 10-kanaligen, 4-poligen Meßstellenumschalter ausgerüstet werden. Hierbei beträgt die maximale Spannung, sowohl am "V/Ohm"-Eingang, wie an der 50-poligen Subminiatur-D-Buchse 125V-Spitze mit der Begrenzung $1\,000\,000 \times V \times Hz$. Diese Begrenzung gilt auch, wenn alle Kanäle abgeschaltet sind.

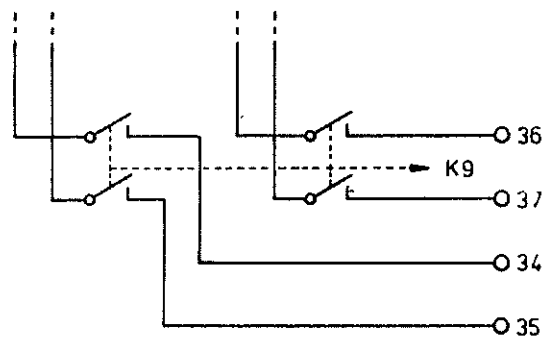
Der Umschalter ist vom Typ 1 aus 10, d.h. es kann jeweils 1 frei wählbarer Kanal durchgeschaltet werden. Die Eingänge sind auf einer 50-poligen Subminiatur-D-Buchse zusammengefaßt, die an der Rückseite des Gerätes angebracht ist. Die 4 Ausgangsleitungen des Multiplexers sind im Gerät mit den Multimeter-Eingängen "V, Ohm" und "A" verbunden. Nach Einschalten des Digitalmultimeters sind die Frontbuchsen angeschaltet. Die Bedienung dieser Funktion ist dem Kapitel "IEEE 488-Bus-Schnittstelle" zu entnehmen. Genauso ist ein Schirm, der jede Multiplexersignalleitung separat umschließt mit der "Guard"-Buchse auf der Front des Gerätes und mit Pin 1 der Subminiatur-D-Buchse verbunden. Die Anschlußbelegung dieser Buchse ist Bild 8.6. zu entnehmen. Es ist außerdem eine Adapterkarte lieferbar, die auf die Subminiaturbuchse aufgesteckt wird und Schraubanschluß der Multiplexereingänge erlaubt.

Die Kanalwahl ist sowohl über die Tastatur, wie auch den IEEE 488-Bus möglich. Nach Betätigung der "Mux"-Taste (erst 2nd dann "Mux" drücken) erscheint der zu diesem Zeitpunkt gerade eingestellte Multiplexer-Kanal in der Anzeige, z.B. "Chn.=2".

Jetzt kann mit Hilfe der Bereichs-Tasten ein neuer Kanal gewählt werden. Die zehn Kanäle sind von 0 bis 9 durchnummeriert. Zwischen den Kanälen 9 und 0 erscheint ein "-" in der Anzeige, um den Zustand "Multiplexer abgeschaltet" darzustellen. Durch Betätigen irgendeiner anderen Taste wird dieses Programm verlassen und der neu gewählte Kanal durchgeschaltet. Über das IEEE 488-Bus-Interface findet die Kanalwahl durch den Befehl "MX" statt (siehe Kapitel "IEEE 488-Bus-Schnittstelle")



		Kanal: K0 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 K9										
Eingangs- buchsen	A	LO	47	17	15	13	11	9	7	5	3	36
		HI	48	16	14	12	10	8	6	4	2	37
	V/Ω	LO	49	33	31	29	27	25	23	21	19	34
		HI	50	32	30	28	26	24	22	20	18	35



Guard ————— 01

Bild 8.6. Anschlußbelegung des 10-Kanal-Meßstellenumschalters

9. Programmanwahl und Integrationszeiteinstellung

Nach Betätigung der "PRG"-Taste erscheint für ca. 1s "P1" in der Anzeige. Durch erneutes Drücken der "PRG"-Taste innerhalb der 1s Wartezeit erscheint wiederum für 1s, "P2". "P1" bzw. "P2" steht für "Programm 1" und "Programm 2". Jeder Tastendruck auf die "PRG"-Taste innerhalb 1 sec läßt die zugehörige Programmnummer um 1 weiterzählen. Wird 1 sec lang keine Taste mehr gedrückt, dann startet das zuletzt angewählte Programm.

Die Programme "P1" bis "P4" führen folgende Berechnungen aus:

Programm 1:	Offset	$R = X - C$	Offset korrigierter Wert
Programm 2:	%DEV	$R = 100 \cdot (X - C) / C$	%-Abweichung
Programm 3:	dB	$R = 20 \cdot \log (X / C)$	Verstärkung (log. Maßstab)
Programm 4:	dBm	$R = 20 \cdot \log (X / C_0)$	Pegel (log. Maßstab)
		mit $C_0 = 0,775V$ an 600 Ohm	bei Spannungsbereichen
		$C_0 = 1,29 \text{ mA}$	bei Strombereichen

Dabei ist R der in der Anzeige dargestellte Rechenwert, X der Meßwert und C der konstante Bezugswert. Der Wert C wird als Meßwert in das entsprechende Programm übernommen, in dem noch während der 1 sec Wartezeit nach Drücken der Taste "PRG" die "ENTER"-Taste gedrückt wird. Der momentane Meßwert wird dann als konstante C übernommen. Beim Umschalten zwischen Spannung und Strom wird in Programm "P4" automatisch der Bezugswert C_0 von 0,775 V auf 1,29 mA gewechselt. Ein Überlauf des Rechenergebnisses wird in der Anzeige durch "ERROR 2" signalisiert.

Programm 5: Einstellung der Integrationszeit

Das Einstellen der Integrationszeit erfolgt mit den Auf- und Abwärtstasten. Folgende Messzeiten sind möglich:

0.1	sec.	.....	100 ms	Integrationszeit, Anzeige 5 1/2-stellig
1 - 5	sec.	.....	1 s	Integrationszeit, Anzeige 5 1/2-stellig
1 - 6	sec.	.....	1 s	Integrationszeit, Anzeige 6 1/2-stellig
10	sec.	.....	10 s	Integrationszeit, Anzeige 6 1/2-stellig

Durch Betätigen irgendeiner anderen Taste wird dieses Programm verlassen und die zu diesem Zeitpunkt in der Anzeige stehende Integrationszeit in die Messwertermittlung übernommen.

Programm 6: Zu-, Abschalten der externen Triggermöglichkeit

Das Zu-, Abschalten der externen Triggermöglichkeit geschieht mit der "Aufwärts"-Taste. In der Anzeige erscheint im Wechsel "trig on" und nach Drücken der "Aufwärts"-Taste "trig of" bzw. umgekehrt. Durch Betätigen irgendeiner anderen Taste wird das Programm verlassen und der zuletzt angezeigte Zustand wird übernommen. Ist der Startbetrieb gewählt erscheint in der Anzeige der aktuelle Messwert.

Programm 7: Einstellung von IEEE 488- Geräteadresse und Schlußzeichencode

Programm 8: Durchführen der Kalibrierprozedur

Die Funktion der Programme "P7" und "P8" ist den entsprechenden Kapiteln 11. IEEE 488 Bus (P7) und 12. Kalibrierung (P8) zu entnehmen.

10.1 EXTERNE TRIGGERUNG

Über eine, in die Rückwand eingebaute, 3,5 mm Klinkenbuchse ist das Digitalmultimeter für eine Einzelmessung triggerbar. Ein zweiter software-gesteuerter Startbetrieb über den IEEE-Bus ist ebenfalls möglich. Beide Arten des Startbetriebes haben den gleichen zeitlichen Ablauf.

Ist durch Programm 2 (siehe Kapitel Tastatur) das DMM im Zustand "trig on", können über die Triggerbuchse Einzelmessungen gestartet werden. Startzeit ist die steigende Flanke eines Triggerpulses mit einer zeitlichen Unsicherheit von maximal 25 ms (siehe Bild 10.1.). Über den IEEE-Bus wird das DMM mit dem Befehl "S1" in den Startbetrieb versetzt. Jetzt entspricht jedes weitere Senden von "S1" einer Triggerung wie oben beschrieben. Ebenso kann das DMM über den adressierten Befehl GET (Group Execute Trigger) gestartet werden. Bei Messende wird die Anzeige und die IEEE-Nachricht erneuert. Ist der Bedienungsruf zugeschaltet, wird die SRQ-Leitung aktiviert. Im "TALK ONLY"-Betrieb sendet das DMM eine Nachricht an ein angeschlossenes Gerät im "LISTEN ONLY"-Betrieb.

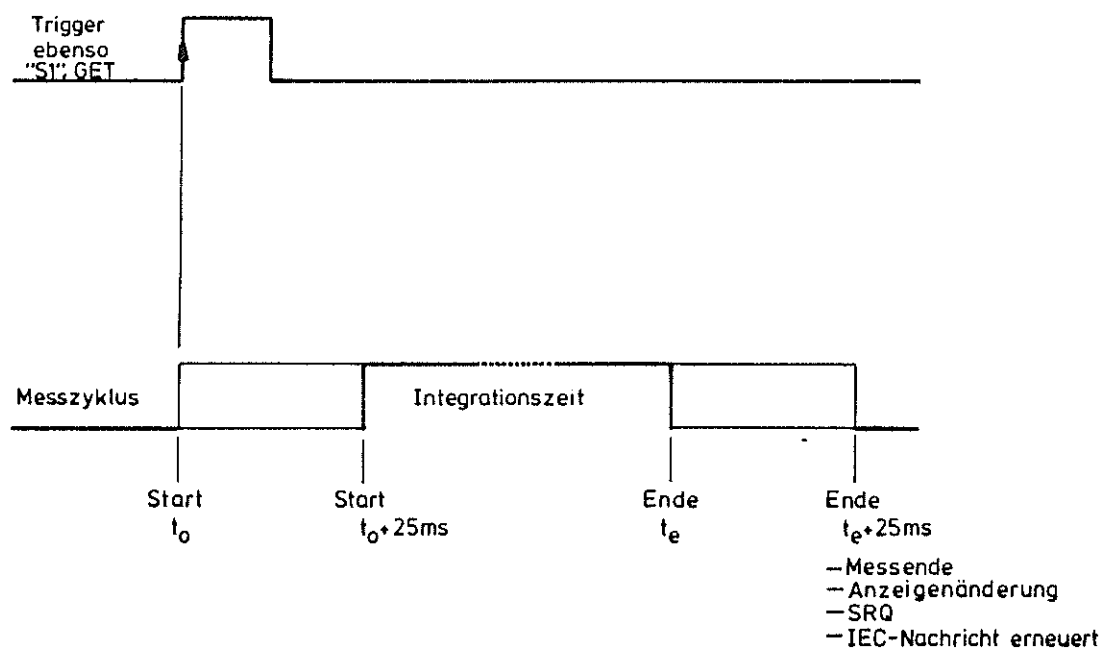


Bild 10.1. Zeitlicher Ablauf einer Einzelmessung nach "START"

Kurz vor der Triggerung ausgeführte Bereichs- und Funktionsumschaltungen können Verzögerungszeiten bis 225 ms zur Folge haben.

11. IEEE488-Bus-Schnittstelle

Fähigkeiten der IEEE488-Bus-Schnittstelle

SH1	Handshake Quellenfunktion
AH1	Handshake Senkenfunktion
T5	Talker Funktion
L3	Listener Funktion
RL1	Fernsteuerung
DC1	Rücksetzfunktion
DT1	Auslösefunktion
SR1	Bedienungsruffunktion

11.1. Programmieren des Digitalmultimeters über die ----- IEEE-488-Bus-Schnittstelle -----

Die Geräteadresse oder die Fähigkeit "TALK ONLY" wird über die 9er-Tastatur des Digitalmultimeters eingestellt. Hierzu wird die "PRG"-Taste sooft betätigt, bis "P7" in der Anzeige erscheint. Jetzt befindet sich das DMM im Zustand "Geräteadresse einstellen". In der Anzeige erscheint nach 1 sec z.B. IEEE.07.8, d.h., das Gerät ist auf die Adresse 7 und Schlußzeichen Typ 8 eingestellt. Die 07 in der Anzeige blinkt, um anzuzeigen, daß die Geräteadresse geändert werden kann.

Dies geschieht mit Hilfe der Aufwärts-Taste. Der erste Tastendruck läßt die Geräteadressen zyklisch von 00 bis 30 durchlaufen. Nach Adresse 30 erscheinen für den Betriebszustand "TALK ONLY (nur Sprecher)" die Zeichen "--" in der Anzeige. Wenn die gewünschte Adresse oder "TALK ONLY" erreicht ist, wird der Vorgang durch erneutes Betätigen der Aufwärts-Taste gestoppt. Um die Kennziffer des Schlußzeichens zu wählen, wird die Abwärts-Taste gedrückt. Jetzt blinkt die Ziffer nach dem Dezimalpunkt, um anzuzeigen, daß das Schlußzeichen gewählt werden kann. Die Auswahl aus zehn möglichen Schlußzeichen geschieht mit Hilfe der Aufwärts-Taste auf die gleiche Weise, wie die Einstellung der Geräteadresse.

Folgende Schlußzeichen sind vorhanden:

Kennziffer	Schlußzeichen
0	CR + EOI
1	CR
2	LF + EOI
3	LF
4	CR + LF + EOI
5	CR + LF
6	LF + CR + EOI
7	LF + CR
8	EOI

Jetzt steht die gewünschte Geräteadresse einschließlich Schlußzeichen in der Anzeige. Durch Betätigen irgend einer anderen als der Bereichstasten werden sie in den Arbeitsspeicher übernommen und das DMM verläßt den Zustand "Geräteadresse einstellen". Sollen diese neuen Einstellungen auch in den gesicherten Speicher übernommen werden, muß vor der Übernahme der Kalibrierschalter auf der Rückseite des Gerätes in Stellung "Cal" gebracht werden.

RÜCKSTELLEN DES KALIBRIERSCHALTERS AUF "MEAS" NICHT VERGESSEN.

Jetzt geht die neue Geräteadresse nach Ausschalten des DMM nicht mehr verloren. Die Tastatur des DMM ist gesperrt, nachdem es einmal über die IEEE488-Bus-Schnittstelle angesteuert wurde. Sie wird wieder zugeschaltet, wenn die "REN"-Leitung inaktiv wird, oder die Steuereinheit den adressierten Befehl GTL (Go to local) sendet.

Die Fähigkeit "TALK ONLY" ermöglicht in Verbindung mit einem Drucker, mit der Fähigkeit "Listen Only", den Aufbau einer eigenständigen Meßstation. Nach jedem Meßende (z.B. nach einer Triggerung) gibt das Multimeter einen Meßwert mit dem angewählten Schlußzeichen auf dem IEEE-Bus aus.

Innerhalb der Talker-Funktion unterbricht das DMM nicht seinen kontinuierlichen Meßbetrieb. Das DMM versteht die Universalbefehle DCL (Device Clear), SPD (Serial Poll Disable) und SPE (Serial Poll Enable). Der Befehl DCL bringt das DMM in die Funktion Gleichspannung mit 1000V-Bereich.

Von den adressierten Befehlen versteht das Multimeter GTL (Go to local), GET (Group Execute Trigger) und SDC (Selected Device Clear). Der Befehl GET startet die kontinuierliche Messung, wenn das DMM vorher durch die Gerätemachricht "S1" gestoppt worden war. Der Befehl SDC bringt das Multimeter in die Funktion Gleichspannung mit 1000V-Bereich.

Die Programmierung des DMM erfolgt entsprechend der nachfolgenden Beschreibung.

Die Dateneingabe ist in einer Zeichenkette von 2 bis zu 30 Zeichen z.B. "VDR3AOM3Q1L1" oder "VDR3" oder "R3" möglich. Jeder DMM-Befehl besteht aus zwei Zeichen. Die Reihenfolge mehrerer Befehle innerhalb einer Zeichenkette ist beliebig. Eine Ausnahme bildet der Befehl "NV" (siehe Beschreibung dieses Befehls).

Für die Übermittlung der Befehle wird der ISO-7-Bit-Code verwendet. Sind in der übertragenen Zeichenkette Leerzeichen (Spaces) vorhanden, werden diese ignoriert. Empfängt das DMM mehr als 30 Zeichen (ohne Spaces), wertet es die ersten 30 Zeichen aus und meldet zusätzlich einen Übertragungsfehler (s. Kapitel "Fehlermeldungen").

Display-Betrieb

Im Display-Betrieb kann der Rechner unabhängig von anderen Gerätefunktionen Texte auf der Anzeige des DMM ausgeben. Mit "D1" wird der Display-Betrieb eingeschaltet. Die nächstfolgenden ASCII-Zeichen werden als Text auf die Anzeige geschrieben. Alle ASCII-Zeichen, für die entsprechend der ASCII-Segment-Tabelle (Bild 11.1.) ein Segment-Code definiert ist, werden angezeigt. Alle anderen Zeichen bewirken eine dunkle Anzeigenstelle. Alle Überzähligen, die nach "D1" und dem ausgegebenen Text noch vorhanden sind, werden ignoriert. Wird "D1 text" zusammen mit anderen Befehlen innerhalb einer Zeichenkette verwendet, dann muß "D1 text" der letzte Befehl in der Zeichenkette sein. Mit "D0" wird der Displaybetrieb wieder abgeschaltet und es erscheint die zur momentanten Betriebsart und Funktion zugehörige Anzeige.

Die Zeichen bzw. Zeichenkombinationen sind gemäß der nachfolgenden Tabelle zu interpretieren.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	0	A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U	V
W	X	Y	Z	.			
=	?	h	l	-	(μ)	(°)	

Bild 11.1. Display-Code-Tabelle

ASCII-SEGMENT CODE

Gerätenachrichten, die vom Digitalmultimeter erkannt werden

VD Gleichspannung
 VA Wechselspannung
 O2 Widerstand 2-Draht-Messung
 O4 Widerstand 4-Draht-Messung
 ID Gleichstrom
 IA Wechselstrom
 TC Temperatur in °C
 TF Temperatur in °F
 TK Temperatur in K

R1 Bereich 0,2 Vdc, Vac, 0,2 kOhm,,, °C, °F, K
 R2 Bereich 2 Vdc, Vac, 2 kOhm, mAdc, mAac
 R3 Bereich 20 Vdc, Vac, 20 kOhm,,
 R4 Bereich 200 Vdc, Vac, 200 kOhm,,
 R5 Bereich 1000 Vdc, Vac, 2000 kOhm,,
 R6 Bereich 12000 kOhm,,

A0 (A/Null) Bereichsautomatik aus
 A1 Bereichsautomatik ein

T1 Integrationszeit 100ms; Anzeige 5 1/2 -stellig
 T2 " 1 s; " 5 1/2 "
 T3 " 1 s; " 6 1/2 "
 T4 " 10 s; " 6 1/2 "

Z0 Zero

S1 Startbetrieb, Start
 S0 (S/Null) kontinuierliches Messen

M0 Scanner abgeschaltet
 M0 Scanner-Kanal 0 angewählt (M/Null)
 M1 " " 1 "
 M2 " " 2 "
 M3 " " 3 "
 M4 " " 4 "
 M5 " " 5 "
 M6 " " 6 "
 M7 " " 7 "
 M8 " " 8 "
 M9 " " 9 "

L0 (L/Null) DMM gibt nur Meßergebnis aus
 L1 DMM gibt Meßergebnis und Programmierdaten aus

Q0 (Q/Null) ohne SRQ
 Q1 mit SRQ

NVXXXXXX Sollwert (für Kalibrierung)

P1 Anzeige des offsetkorrigierten Meßwertes $R = X - C$
P2 %-Abweichung $R = 100 \cdot (X - C) / C$
P3 dB-Anzeige $R = 20 \cdot \log (X / C)$
P4 dBm-Anzeige $R = 20 \cdot \log (X / C)$ mit
 $C = 0,775V$ an 600 Ohm für Spannungen und
 $C = 1,29 \text{ mA}$ für Strom

PxEN Meßwert übernehmen für Programmkonstante bei P1, P2 und
 P3, $x=1, 2, 3$

Beschreibung der Gerätenachrichten

-
- "VD" wählt im Digitalmultimeter die Meßfunktion "Gleichspannung" an.
- "VA" wählt die Meßfunktion "Wechselspannung" an. Es wird der Effektivwert der Wechselspannung mit überlagertem Gleichspannungsanteil gemessen.
- "O2" wählt die Meßfunktion "Widerstand". Es wird in 2-Draht-Anordnung gemessen.
- "O4" wählt die Meßfunktion "Widerstand". Es wird in 4-Draht-Anordnung gemessen.
- "ID" wählt die Meßfunktion "Gleichstrom" an.
- "IA" wählt die Meßfunktion "Wechselstrom" an. Es wird der Effektivwert des Wechselstroms mit überlagertem Gleichstromanteil gemessen.
- "TC" wählt die Meßfunktion "Temperatur" mit PT-100-Messung. Die Anzeige erfolgt in °Celsius.
- "TF" wählt die Meßfunktion "Temperatur" mit PT-100-Messung. Die Anzeige erfolgt in °Fahrenheit.
- "TK" wählt die Meßfunktion "Temperatur" mit PT-100-Messung. Die Anzeige erfolgt in Kelvin.
- "RX" Mit "RX" wird der Meßbereich gewählt. Für das "X" steht die Kennziffer des gewünschten Bereiches. Es ist zu beachten, daß verschiedene Bereiche nur mit der zugehörigen Meßfunktion angewählt werden können, z.B. R6 nur bei Ohm.
- "AO" (A/Null) schaltet Bereichsautomatik aus.
- "A1" schaltet Bereichsautomatik ein.
- "TX" stellt die Integrationszeit und die Anzahl der im Display anzuzeigenden Stellen ein. Über den IEEE 488-Bus werden immer 6 1/2 Stellen gesendet.
- "ZO" löst eine Offsetkorrektur aus. Es sind die Hinweise in Kapitel "Offsetkorrektur" gültig.

-
- "S0" (S/Null) startet die kontinuierliche Meßfolge.
- "S1" schaltet um in den Startbetrieb, jeder Befehl S1 startet eine Messung.
Bei beiden Befehlen kann die Verzögerung bis zur Ausführung maximal 25 ms dauern.
- "MX" wählt einen Scanner-Kanal an. Mit "M0" wird der Scanner abgeschaltet, mit "M0 (M/Null)-M9" wird der entsprechende Scanner-Kanal-gewählt.
- "L0" (L/Null) Kurzformat, das Multimeter gibt nur die erste Nachrichteneinheit (Meßdaten und Textmeldungen) aus.
- "L1" Langformat, das Multimeter gibt beide Nachrichteneinheiten (Meßdaten/Textmeldungen und Programmierdaten) aus.
- "Q0" (Q/Null) das Multimeter sendet keinen SRQ.
- "Q1" das Multimeter sendet einen SRQ bei:
- jedem neuen Meßergebnis
- einer Fehlermeldung
- Reset
- "P0" verläßt das zuletzt benutzte Programm (P1-P4). In der Anzeige steht das Meßergebnis.
- "P1" wählt das Programm zur Offsetkorrektur. Es wird der Wert $R = X - C$ angezeigt.
- "P1EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante C.
- "P2" wählt das Programm zur Berechnung der %-Abweichung. Es wird der Wert $R = 100 \cdot (X - C) / C$ angezeigt.
- "P2EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante C.
- "P3" wählt das Programm zur Berechnung der Verstärkung in dB.
- "P3EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante C.
- "P4" wählt das Programm zur Berechnung des Pegels in dB.
Es wird der Wert $R = 20 \cdot \log (X / C)$ angezeigt.
Dabei besitzt C den Wert 0,775 V bei Spannung
und 1,29 mA bei Strom.

"D1 text" Nach "D1" kann die Anzeige mit einem beliebigen Text beschrieben werden.

"DO" schaltet den Displaybetrieb ab. Es erscheint Meß- oder Rechenergebnis in der Anzeige.

"NVXXXXXX" nach NV erwartet das Multimeter eine 6-stellige vorzeichenlose, ganzzahlige Dezimalzahl als Sollwert für die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus. Die Übertragung eines Sollwertes kann nur alleine geschehen, d.h. im selben String darf kein weiterer Befehl aus obiger Tabelle übertragen werden. Nach der Übertragung des Sollwertes beginnt das DMM mit der Kalibrierungsmessung.

11.2. Die vom Multimeter gesendeten Gerätenachrichten

Die vom Multimeter gesendeten Gerätenachrichten bestehen aus einem Nachrichtensatz, der als Einheit erzeugt und übertragen wird und dessen Ende angegeben wird. Der Nachrichtensatz besteht aus zwei Nachrichteneinheiten, wobei die erste Einheit Meßdaten oder Textdaten enthält und die zweite Einheit Programmierdaten. Beide Nachrichteneinheiten bestehen aus Zeichenketten festliegender Zeichenzahl. Deswegen wird kein Endezeichen zwischen den beiden Nachrichteneinheiten gesendet. Die erste Zeichenkette besteht aus 12 Zeichen, die zweite aus 18 Zeichen + Schlußzeichen. Wird die Zeichenübertragung des Multimeters abgebrochen bevor dieses in den Zustand TIDS übergegangen ist, beginnt die Übertragung nach erneutem Aufruf wieder mit den 1. Zeichen des Nachrichtensatzes.

Als Schlußzeichen des Satzes wird das im Kapitel "Programmieren des Digitalmultimeters über die IEEE 488-Bus-Schnittstelle" gewählte Schlußzeichen übertragen. Für die Übermittlung der Gerätenachrichten wird der ISO-7-Bit Code verwendet.

Gerätenachrichten werden vom DMM immer nach Beenden einer Messung gesendet. Nach der Adressierung als TALKER kann ein Meß- oder Rechenergebnis nur einmal gelesen werden. Wird das Gerät unmittelbar nach Auslesen eines Meßergebnisses wieder als TALKER adressiert, dann liefert das Gerät eine neue Gerätenachricht erst nach Beenden der neuen Messung. Dies ist bei langen Meßzeiten (10 sec) zu beachten, um unnötige Wartezeiten auf den Bus zu vermeiden. Bei der Betriebsart "Einzelmessung" bzw. "Startbetrieb" liefert das Gerät eine neue Gerätenachricht ebenfalls erst nach Vorliegen eines neuen Meßergebnisses. Wartezeiten bis zum Vorliegen eines neuen Meßergebnisses brauchen daher nicht im steuernden Programm berücksichtigt werden. Sie werden durch das DMM selbst, entsprechend der eingestellten Meßzeit, gesteuert.

Beschreibung des gesendeten Nachrichtensatzes

In den 12 Zeichen der ersten Nachrichteneinheit wird der Inhalt des Displays ausgegeben. Dies sind Meßergebnisse und Textmeldungen. Die Meßergebnisse werden immer rechtsbündig, d.h. mit der 12. Stelle endend ausgegeben.

Das erste Zeichen ist bei Gleichspannungs- und Strommessungen immer das Vorzeichen "+", "-". Alle nicht benötigten führenden Stellen vor dem Meßergebnis werden mit Null aufgefüllt. Bei Widerstands-, Wechselspannungs- und Strommessungen wird kein Vorzeichen ausgegeben und alle nicht benötigten führenden Stellen vor dem Meßergebnis werden mit Null aufgefüllt. Meßergebnisse werden in Exponentialform ohne Leerzeichen z.B.

"+01.9876E+2"

ausgegeben. Die Textmeldungen bestehen aus

"ERR.. X", "NULL ", "CAL ".

Diese Nachrichten werden immer linksbündig, d.h. mit der ersten Stelle beginnend, ausgegeben. Alle nicht benötigten Stellen werden mit Leerzeichen (Blank) aufgefüllt.

Mit dem 13. Zeichen beginnt die zweite Nachrichteneinheit. Durch sie wird der programmierte Zustand des Multimeters ausgegeben.

Durch den DMM-Befehl "LO" (L/NULL) oder "L1" kann die Ausgabe der zweiten Nachrichteneinheit unterdrückt bzw. zugeschaltet werden (s. Kapitel: Programmieren des Digitalmultimeters über die IEEE-488-Bus-Schnittstelle).

Im "TALK ONLY"-Betrieb wird automatisch die zweite Nachrichteneinheit, die den Gerätezustand charakterisiert, auf die Information "Bereich" und "Kanal" beschränkt. Der String hat dann z.B. die Form:

"+1.234567E+1R3M5"

Der Rest der Zustandsinformation entfällt.

Gerätenachrichten, die vom Multimeter gesendet werden

(IEC 625 Teil 2)

1. Zeichen	13. Zeichen	32. Zeichen+Schlußzeichen
!	!	!
+X.XXXXXXE	+XVDR1AOT1SOQOMOPODOBO	
-	- VA 2 1 2 1 1 1 1 1	
	02 . 3 . 2 .	
	04 . 4 . 3 .	
	ID 6 9 4 9	
	IA	
	TC	
	TF	
	TK	+ EOI, EOS1, EOS2

(-----)(-----)

1.Nachrichteneinheit 2.Nachrichteneinheit

+/- Vorzeichen der Mantisse bei VD,ID,TC,TF,TK
Null bei VA, 02, 04 und IA

X.XXXXXX 7 Stellen Mantisse

E+X 1-stelliger Exponent mit Vorzeichen

VD,VA,02,04,ID, IA,TC,TF,TK	Meßfunktion:	VD - Gleichspannung
		VA - Wechselspannung
		02 - Widerstand 2-Draht-Messung
		04 - Widerstand 4-Draht-Messung
		ID - Gleichstrom
		IA - Wechselstrom
		TC - Temperaturmessung mit PT-100 in °C
		TF - Temperaturmessung mit PT-100 in °F
		TK - Temperaturmessung mit PT-100 in K

R1-R6	Meßbereich:
R1 =	0,2 Vdc, Vac, 0,2 kOhm,,
R2 =	2 Vdc, Vac, 2 kOhm, mAdc, mAac
R3 =	20 Vdc, Vac, 20 kOhm,,
R4 =	200 Vdc, Vac, 200 kOhm,,
R5 =	1000 Vdc, Vac, 2000 kOhm, mAdc, mAac
R6 =	10000,, 12000 kOhm,,

AO, A1 Bereichsautomatik (0(=Null)=ohne, 1=mit)

T1-4	Integrationszeit, Stellenzahl
T1	100ms 5 1/2
T2	1s 5 1/2
T3	1s 6 1/2
T4	10s 6 1/2
S0, S1	kontinuierliches Messen, Startbetrieb bzw. Start
Q0, Q1	SRQ-Betriebsart (0(=Null)=ohne, 1=mit SRQ)
P0	Meßergebnis (P/null)
P1	Rechenergebnis Offsetkorrektur $R=X-C$
P2	Rechenergebnis %-Abweichung $R=100 \cdot (X-C)/C$
P3	Rechenergebnis dB-Verstärkung $R=20 \cdot \log (X/C)$
P4	Rechenergebnis dB-Pegel $R=20 \cdot \log (X/C)$
	mit $C = 0,775 \text{ V}$ an 600 Ohm bei Spannung
	und $C = 1,29 \text{ mA}$ bei Strom
M0, M0-9	M0 = Scanner ist abgeschaltet M0(M/Null)-M9 = Scanner-Kanal 0-9 ist angewählt
D0, D1	Displaybetrieb (0=Null) = abgeschaltet 1 = zugeschaltet
Bx	Gedrückte Taste: Als letzte Taste wurde die Taste "x", $x=1, \dots, 9$ gedrückt.
EOI	EOI-Signal aktiv mit dem letzten Zeichen, das ausgegeben wird, wenn über die Einstellung ein Schlußzeichencode mit EOI gewählt wurde (Code Nr. 8, nur EOI)
EOS1	Schlußzeichenvereinbarung EOS1, EOS2 (End of String)
EOS2	Am Ende der Gerätenachricht, wahlweise mit oder ohne EOI-Signal bei Ausgabe des letzten Zeichens. Ob nur ein Schlußzeichen (EOS1) oder zwei Schlußzeichen (EOS1+EOS2) ausgegeben werden, bestimmt der für die Schlußzeichen vereinbarte Code (0, ..., 8).

Bedienungsruuffunktion (SR-Schnittstellenfunktion)

Das IEEE-Bus-Interface beim Digitalmultimeter ist mit einer Bedienungsruuffunktion (SR-Funktion) ausgerüstet. Die Bedeutungen der einzelnen Zustandsbits, die dabei ausgesendet werden, sind in folgender Tabelle zu sehen:

Bit 0:	Meßende
Bit 2:	Überlauf Messen
Bit 3:	Fehlermeldungen
Bit 5:	Reset
Bit 6:	SRQ

Bit 0, Meßende kann mit den übrigen Zustandsbits erscheinen, um bei schneller Meßfolge den SRQ nicht zu verfälschen.

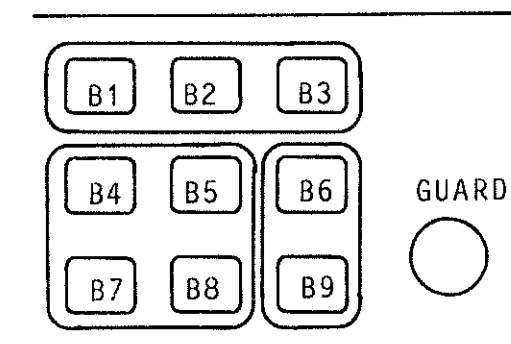
Bit 5 erscheint bei einem Reset, d.h. nach dem Netzeinschalten oder bei einer starken äußeren Störung. Da das Multimeter nach einem Reset in seinen Grundzustand (DC, 1000V u.s.w.) geht, ist anschließend vom Steuerrechner eine Neuprogrammierung des Multimeters gemäß Kapitel 11.1 vorzunehmen.

Abfragen der Tastatur über den IEEE Bus:

Im Remote-(Fernsteuer-)Zustand führt das DMM nach Tastendruck nicht die zugehörige Funktion aus, jedoch gibt er in seiner Zustandsinformation einen Code für die zuletzt gedrückte Taste aus. Diese Information kann genutzt werden, um das DMM zu einem Befehlsgerät in ferngesteuerten Testsystemen zu machen. Die Auswertung der Tastendrucke bleibt dem Betriebsprogramm überlassen. So ist es möglich die Tasten als Ja/Nein-Antworten für Abfrageprozeduren zu verwenden, Menü-Nummern auszuwählen oder Testsequenzen zu starten.

Die neun Tasten haben den in Bild 11.2. angegebenen Code, der jeweils mit dem Buchstaben "B" beginnt. Nach jedem Tastendruck wird der IEEE-Ausgabepuffer mit em entsprechenden Tastencode aktualisiert. Sobald diese Nachricht ausgelesen ist, wird der Tastencode auf B0 gesetzt. Dies muß bei zyklischer Abfrage beachtet werden. Das DMM gibt solange B0 aus, wie keine Taste gedrückt ist. Sobald eine Taste gedrückt ist, gibt das DMM einmal den entsprechenden Tastencode aus. Ist dieser ausgelesen worden, gibt das DMM wieder B0 aus, bis die nächste Taste gedrückt wird.

Bei zugeschalteter SR-Funktion, löst jeder Tastendruck eine SR-Anforderung aus.



Programmierbeispiele für IEEE-Bus-Interface

Bevor das Digitalmultimeter über das IEEE-Bus-Interface betrieben werden kann, müssen Geräteadresse und Endezeichen wie am Anfang dieses Kapitels beschrieben eingestellt werden. In den beiden folgenden Beispielen für Commodore- und Tektronix-Rechner ist die Adresse "7" gewählt und als Endezeichen wird Nummer 8 (nur EOI) empfohlen.

COMMODORE CBM 3032

Bedienung des Digitalmultimeters durch den CBM 3032. Der CBM 3032 ist Controller, das Digitalmultimeter ist Listener.

```
CBM 3032: 100 print "ihre eingabe bitte"
          110 input a$
          120 open 1, 7 ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
          130 print #1, a$
          140 close 1
          150 goto 100
```

Lesen der Zeichenkette des Digitalmultimeters mit dem CBM 3032. Der CBM 3032 ist Controller, das DMM ist Talker.

```
CBM 3032: 200 open 2, 7("7" ist die Geräteadresse des DMM)
          210 input #2, b$
          220 close 2
          230 print b$
          240 goto 100
```

TEKTRONIX 4051:

Bedienung des DMM mit dem Tektronix 4051:
Der Tektronix ist Controller, das DMM ist Listener.

```
4051: 100 PRI "IHRE EINGABE BITTE"
      110 INP A$
      120 PRI @ 7:A$ ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
      130 GO TO 100
```

Lesen der Zeichenkette des DMM mit dem Tektronix 4051:
Der Tektronix ist Controller, das DMM ist Talker.

```
4051: 140 INP @ 7:B$ ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
      150 PRI B$
      160 GO TO 100
```

HEWLETT PACKARD HP 85

Die Geräteadresse des Multimeters ist 7, das Schlußzeichen ist Nr. 5 (CR + LF ohne EOI).

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 85.
Der HP 85 ist Controller, das Digitalmultimeter ist Listener.

```
HP 85:  130 PRINT " IHRE EINGABE BITTE "  
        140 INPUT B$  
        160 OUTPUT 707; B$  
        190 END
```

Lesen einer Zeichenkette vom Digitalmultimeter mit dem HP 85.
Der HP 85 ist Controller, das Digitalmultimeter ist Talker.

```
HP 85:  530 DIM A$(50)           Feldvereinbarung, sehr groß gewählt,  
                                   mindestens 29 Plätze reservieren  
        540 ENTER 707; A$  
        580 DISP A$  
        590 END
```


HEWLETT PACKARD HP 87

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Schlußzeichen ist Nr. 5 (CR + LF ohne EOI).

HP 87: 10 DIM A\$ [40], B\$ [30]

Feldvereinbarung,
mindestens 29 Plätze notwendig

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 87.
Der HP 87 ist Controller, das Digitalmultimeter ist Listener

20 INPUT B\$

Eingabe über die Tastatur des HP 87
Voltmetercode, bis zu 30 Zeichen

30 OUTPUT 707;B\$

String-Übertragung vom HP 87 zum
Digitalmultimeter

Lesen der Zeichenkette vom Digitalmultimeter mit dem HP 87.
Der HP 87 ist Controller, das Digitalmultimeter ist Talker.

40 ENTER 707; A\$

String-Übertragung vom DMM zum HP 87
Rechner (26-28 Zeichen)

50 PRINT A\$

60 GOTO 20

HEWLETT PACKARD HP 87

Betrieb des Digitalmultimeters wie zuvor, jetzt aber mit SRQ.

Die Geräteadresse des Multimeters ist 7, das Schlußzeichen ist Nr.5 (CR + LF ohne EOI).

```
HP 87 : 10 ON INTR 7 GOSUB 500
        prüft auf IRQ durch IEEE 488 bus
        20 DIM A$ [30], B$ [40]
        Feldvereinbarung,
        mindestens 29 Plätze notwendig
        30 INPUT B$
        Eingabe über die HP 87 Tastatur,
z.B.    "Q1" für SRQ zugeschaltet
        40 OUTPUT 707;B$
        String Übertragung vom HP 87 zum DMM
        50 ENABLE INTR 7;8
        erlaubt IRQ durch SRQ
        60 GOTO .....
        Zeilennummer des Anwenderprogramms

500 STATUS 7,1; W
510 P=SPOLL (707)
        Übertragung des SRQ Status Registers
520 IF P>63 THEN GOSUB 1000
        Auswertung des Registerinhaltes
530 ENABLE INTR 7,8
        erlaubt IRQ durch SRQ
540 RETURN

1000 ENTER 707;A$
        Einlesen der Nachricht vom
        Digital Multimeter
1010 PRINT A$, P, "GERAET NR.7"
        Ausgabe auf den Bildschirm zusammen
        mit der Status Information
1020 RETURN
```

HP 9816 (200er Serie) und Digitalmultimeter

```

-----
1000  !***** Datenübertragung HP 9816 -- Digitalmultimeter****
1010  !
1020  !Veeinbarung der Variablen
1030  !
1040  COM / DMM / @ Dmmnr, Setup$ [ 30 ], Anzeige$ [ 30 ]
1050  !
1060  !Adressenzuweisung -- 7 = @ Dmmnr
1070  !
1080  ASSIGN @ Dmmnr TO 707
1085  ON INTR 7,1 CALL Serialpoll
1090  !
1100  ! EINLESEN DES GEWÜNSCHTEN SETUPS ÜBER DIE TASTATUR
1110  !
1120  INPUT Setup$
1130  OUTPUT @ Dmmnr ; Setup$
1140  !
1150  ! INTERRUPT FREIGEBEN
1160  !
1170  ENBLE INTR 7;2          !IRQ BEI AUFTRETEN EINES SRQ'S
1180  Haupt:  !
1190          GOTO Haupt
1200          END
1210  !.....
1220  !.....
1230  SUB Serialpoll
1240  ! PRÜFT GERÄT AUF BEDIENUNGSRUF, LIEST BEI BEDARF AUS
1250  ! UND KEHRT IN DIE WARTESCHLEIFE DES HAUPTPROGRAMMES
1260  ! ZURÜCK
1270  !
1280  COM /Dmm / @ Dmmnr,Setup$ [ 30 ],Anzeige$ [ 30 ], P
1290  !
1300  P=SPOLL ( @ Dmmnr)
1310  !
1320  IF P>63 THEN CALL Messwert
1330  ENABLE INTR 7
1340  SUBEND
1350  !.....
1360  !.....
1370  SUB Messwert
1380  !
1390  !LIEST VOM VOLTMETER DEN AKTUELLEN MESSWERT EIN.
1400  !
1410  COM/Dmm / @ Dmmnr, Setup$ [ 30 ], Anzeige$ [ 30 ],P
1420  ENTER @ Dmmnr; Anzeige$
1430  PRINT Anzeige$,P
1440  SUBEND

```

APPLE II mit CCS Interface Modul 7490

```

2 PRINT
3 PRINT "BEIM DMM ADRESSE IEEE.07.0 EINSTELLEN."
5 PRINT
6 PRINT "WENN DIES GESCHEHEN IST, "
7 PRINT "TASTE -RETURN- DRUECKEN"
8 INPUT C$

12 PRINT:PRINT
15 PRINT "IHRE EINGABE BITTE"
20 INPUT B$
30 PR #3

40 PRINT "@ ` : "      Slot #3 für Ausgabe initialisieren
                        im Adressmode, REN und ATN aktiv,
                        wird Listeneradresse 7 gesendet

                        @ schaltet in Adress Mode,
                        ` sendet Listeneradresse 7,
                        : schaltet zurück in Command Mode
50 PRINT "` ";B ; "` "
                        die Nachricht wird gesendet,

                        ` schaltet Text Mode zu und ab,
60 PRINT "@ G:"
                        im Adressmode wird Talkeradresse 7 gesendet

                        @ schaltet in Adress Mode,
                        G sendet Talkeradresse 7,
                        : schaltet zurück in Command Mode;
70 PR #0
                        Daten vom IEEE Bus werden direkt auf dem
                        Bildschirm ausgegeben
80 INPUT " ";A$
                        Einlesen der Nachricht vom IEEE-Bus
90 IN #0
                        Ein-/Ausgabe wird auf Tastatur umgeschaltet

100 GOTO 20

```

Alle Zeilennummern, die nicht in der 10er Reihe (10,20,30,...usw) liegen, dienen der Bedienerführung und können auch weggelassen werden.

12. KALIBRIERUNG

=====

12.1.0 Kalibrierung

Bevor mit der Kalibrierung begonnen werden kann, muß eine Aufwärmzeit von 2-3 Stunden abgewartet werden. Das Digitalmultimeter besitzt eine digitale Kalibrierung, die es erlaubt, das Gerät bereichsweise oder auch vollständig nachzukalibrieren. Dazu muß das Gerät nicht geöffnet werden. Die Kalibrierung ist sowohl über den IEEE 488-Bus, wie auch über die Frontplattentastatur möglich. Die Korrekturwerte der ersten Kalibrierung im Hause PREMA sind im Programm-Eprom und in einem CMOS-Ram gespeichert, das mit einer Lithiumbatterie gepuffert wird. Das Multimeter verwendet normalerweise die Korrekturwerte, die im CMOS-Ram gespeichert sind. Die Lebensdauer der Batterie beträgt ca. 10 Jahre.

Um eine unbeabsichtigte Zerstörung der Korrekturwerte im CMOS-Ram zu verhindern, sind diese durch einen versenkt angeordneten Schiebeschalter S2, der sich rechts hinten auf der Geräterückwand befindet und mit "MEAS" und "CAL" beschriftet ist, geschützt. Soll das Digitalmultimeter nachkalibriert werden, muß der Schalter S2 mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers oder eines ähnlichen Werkzeuges von "MEAS" auf "CAL" umgeschaltet werden. Der Betriebszustand "CAL" wird durch eine periodisch in der Hauptanzeige erscheinende Schrift "CAL" dargestellt. In diesem Betriebszustand sind die Korrekturwerte im CMOS-Ram ungeschützt und können überschrieben werden. Sind Korrekturwerte versehentlich durch unsachgemäße Kalibrierungsversuche zerstört worden und können wegen fehlender Kalibrierquellen nicht mehr nachkalibriert werden, besteht die Möglichkeit die von PREMA in das Programm-Eprom abgespeicherten Korrekturwerte der ersten Kalibrierung in das CMOS-Ram umzuspeichern. Hierzu muß der Netzschalter des Multimeters einmal auf "OFF" und dann wieder auf "ON" geschaltet werden, wobei der Kalibrierschalter auf der Geräterückseite sich in der Stellung "CAL" befinden muß. Hierbei werden nach Einschalten des Gerätes automatisch die Korrekturfaktoren der Kalibrierung vom Eprom in das gepufferte CMOS-Ram umgespeichert und alle Korrekturwerte des Eingangsoffsets gelöscht. Deswegen ist jetzt die Kompensation des Eingangsoffsets aller Funktionen und Bereiche notwendig. Hierzu wird an den Eingangsbuchsen "V/Ohm" des Digitalmultimeters ein Kurzschluß hergestellt, die Meßbereichswahl in der Funktion "Vdc" auf "Auto" gestellt und die Taste "Zero" gedrückt. Das Multimeter korrigiert jetzt alle Nullpunkte der Vdc-Meßbereiche nacheinander automatisch und legt die Korrekturwerte im geschützten Ram ab. Die Korrektur eines einzelnen Meßbereiches ist möglich, indem ein Bereich fest vorgewählt wird, "Auto" also abgeschaltet wird. Auf die gleiche Weise wird auch mit den anderen Funktionen verfahren (Kap. 12.1.4. beachten).

12.1.1. Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche

Zuerst wird der Meßbereich angewählt und eine genau bekannte positive oder negative Referenz, die zwischen 5% und 100% (vorzugsweise zwischen 50% und 100%) des Anzeigeumfanges des jeweiligen Bereiches liegen darf, an die Eingangsbuchsen angelegt. Das Multimeter gibt jetzt in der Anzeige einen Meßwert aus, der mit seinem alten Kalibrierfaktor errechnet wurde. Weichen Soll- und Istwert jetzt zu stark voneinander ab, wird das Kalibrierprogramm durch Betätigen der "PRG"-Taste aufgerufen. Die Taste "PRG" muß sooft gedrückt werden, bis "P8" in der Anzeige erscheint. Nach 1 sec erscheint in der Anzeige der letzte Meßwert und der erste Digit blinkt. Mit den Auf- und Abwärts-Tasten kann der Sollwert jetzt eingestellt werden.

Die Abwärts-Taste schaltet die zu korrigierende Stelle weiter. Ist die zu korrigierende Stelle in der Anzeige erreicht, beginnt sie nach kurzer Verzögerung zyklisch von 0-9 durchzuzählen. Mit der Aufwärts-Taste kann dieser Vorgang gestoppt und auch wieder gestartet werden. Sind alle Stellen auf den Sollwert korrigiert, wird die Kalibriermessung durch Betätigen der ENTER-Taste ausgelöst. Es erscheint "Cal" in der Anzeige und die verbleibende Restzeit der Kalibriermessung wird ähnlich der Nullpunktmessung auf Null heruntergezählt.

Hiernach verläßt das Gerät das Kalibrierprogramm und es können neue Funktionen oder Bereiche gewählt werden. Genauso wird das Kalibrierprogramm verlassen, sobald irgend eine andere Taste als Auf- oder Abwärts oder "Cal" betätigt wird und der alte Kalibrierfaktor bleibt erhalten. Sollen weitere Bereiche nachkalibriert werden, beginnt man den oben beschriebenen Vorgang von neuem. Nach Beendigung der Kalibrierung muß unbedingt der versenkte Schalter auf der Rückwand des Gerätes von "Cal" auf "Meas" zurückgestellt werden, damit die Kalibrierdaten geschützt sind.

Die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus läuft grundsätzlich analog zu der Bedienung über die Frontplatte ab. Der Sollwert wird hierbei als ganze Zahl mit Hilfe des Befehls "NVXXXXXX" eingestellt (siehe Befehlsbeschreibung im Kapitel "IEEE 488-Bus-Schnittstelle".) Mit Übertragung des Sollwertes wird das Kalibrierprogramm und die Kalibriermessung automatisch gestartet. Sollen keine weiteren Bereiche und Funktionen mehr kalibriert werden, wird die Kalibrierung durch Umschalten an der Rückwand des Multimeters von "Cal" auf "Meas" abgeschlossen.

12.1.2. Kalibrierung der Widerstandsbereiche

Die Widerstandsbereiche werden 2-polig kalibriert. Zuvor sollte der Nullpunkt, wie unter Kapitel 12.1.0 beschrieben, kompensiert werden. Es müssen ferner die Hinweise in Kapitel "Bedienungshinweise Ohm/kOhm", hierbei besonders die Kompensation von Meßkabelwiderständen, beachtet werden. Der Kalibriervorgang der Widerstandsbereiche läuft analog der Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche ab.

12.1.3. Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche

Die Wechselspannungsbereiche sollen mit einer Sinuswechselspannung kalibriert werden. Auch bei Vac sollte zuvor der Nullpunkt, wie unter Kapitel 12.1.0 beschrieben, in der Funktion Vac kompensiert werden. Als Referenz sind 1 kHz-Sinusspannungen erforderlich. Der Kalibriervorgang läuft analog der Gleichspannungskalibrierung ab.

12.1.4. Kalibrierung der Gleich- Wechselstrombereiche

Für die Strombereiche gelten ebenfalls die Kalibriervorbereitungen aus Kapitel 12.1.0. Bei der Nullpunktmessung ist darauf zu achten, daß die Strombereiche mit offenen Eingangsbuchsen (kein Kurzschluß) kompensiert werden. Auch sollen bei der Nullpunktmessung keine Meßkabel mit den Eingangsbuchsen verbunden sein (siehe auch Bedienungshinweise mA= und mAac). Als Referenzen sind Gleich- bzw. 1 kHz-Sinus-Ströme erforderlich. In den 2 A-Bereichen darf der Kalibrierstrom nicht größer als 1 A sein. Der Kalibriervorgang läuft analog wie bei der Gleichspannungskalibrierung beschrieben ab.

12.1.5 Kalibrierung der Temperaturmessung

Vor Kalibrierung einer Temperatur muß der Offsetabgleich durchgeführt werden. Die Offsetkorrektur wird ausgeführt, indem die Eingangsbuchsen (V, Ohm) kurzgeschlossen werden und die Offsetkorrektur ausgelöst wird (Kapitel 8.5., Bild 8.5.1.). Nach der Korrektur steht "doneE" in der Anzeige oder erscheint über den IEEE-Bus. Offsetabgleich bedeutet den internen Abgleich des Eingangsverstärkers, nicht den Abgleich des Fühlers. Für den Fühlerabgleich ist der Widerstands-Fühler (PT 100, vierpoliger Anschluß) in ein Medium genau bekannter Temperatur zu bringen. Der Temperaturwert muß über die Tastatur oder den IEEE-Bus an das DMM übertragen werden.

Alle Temperaturen im Bereich von -20°C bis $+850^{\circ}\text{C}$ sind zur Kalibrierung erlaubt. Anstelle eines Temperaturfühlers kann auch ein genau bekannter Referenzwiderstand angeschlossen werden. Es muß dann lediglich die zu diesem Widerstand gehörende Temperatur (nach Tabelle DIN IEC 751) eingegeben werden. Bei Kalibrierung über den IEEE-Bus werden "NV+xxxxxx" oder "NV-xxxxxx" als Kommando akzeptiert.

Nach der Kalibrierung nicht vergessen den Schalter in Stellung "MEAS" zurück zu stellen.

13. Aufbau eines selbständigen Systems zur automatischen Erfassung von Meßwerten

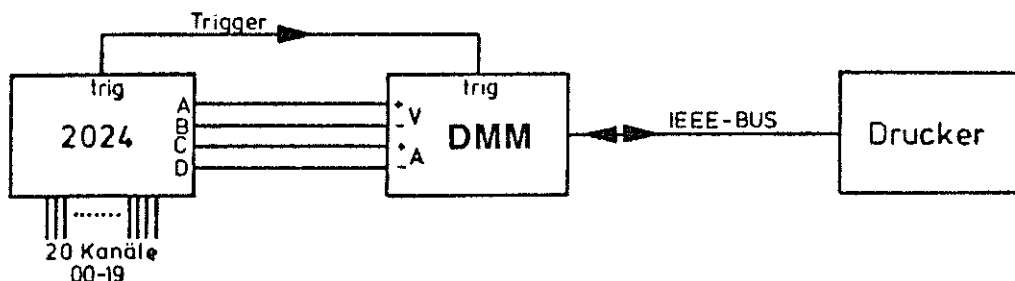
13.1. Beschreibung des Meßaufbaus

Ein kleines Meßdatenerfassungssystem für 20 Kanäle (4-polig), das ohne Steuerung durch einen Rechner selbständig arbeitet, kann mit den PREMA-Meßgeräten Digitalmultimeter 6000 als triggerbares Multimeter und Scanner 2024 als 20-Kanal-Scanner aufgebaut werden. Zur Darstellung der gewonnenen Meßdaten kann ein Drucker (z.B. Epson RX 80 mit Interface 8165) mit IEEE-Bus-Interface (Betriebsart "LISTEN ONLY") an das Multimeter (Betriebsart "TALK ONLY") angeschlossen werden.

Der Scanner 2024 und das Digitalmultimeter 6000 werden über die rückwärtigen Triggerbuchsen mit dem Triggerkabel, die Frontbuchsen der Geräte mit entsprechenden Meßkabeln verbunden (V/Ohm, A und A, B, C, D).

Am 2024 Scanner werden die 20 Kanäle über die 50-poligen Subminiatur-D-Buchsen auf der Rückwand angeschlossen. Es kann nur eine Funktion, also Spannung, Strom oder Widerstand automatisch gemessen werden. Die Funktion muß vor dem Start des Meßablaufes am Multimeter eingestellt werden. Es können feste Bereiche vorgegeben werden oder die Bereichsautomatik wird eingeschaltet.

Die Meßkanäle, Meßzeiten und Schaltintervalle werden vom Scanner bestimmt. Der Scanner gibt innerhalb der Einschaltzeit eines Meßkanales ein Triggersignal aus und veranlaßt so das Multimeter, eine Messung auszuführen. Nach Beendigung der Messung gibt das Multimeter den Meßwert an den angeschlossenen Drucker aus.



13.2. Beispiel eines Meßablaufes

Es sollen z.B. alle 10 Min. die Kanäle CH 10 - CH 19 mit einer Einschaltdauer jeweils 15 Sec. automatisch gemessen werden. Das Ergebnis der Messung soll dann an einen Drucker ausgegeben werden.

13.2.1. Einstellungen von Scanner 2024 und Multimeter 5000

Am Scanner 2024 werden die Kanäle CH 10 - CH 19 vorgewählt, die Intervallzeit wird auf 10 Min., die Einschaltdauer auf 15 Sec. und die Triggerverzögerungszeit auf 2 Sec. eingestellt. Die IEEE-Einstellung muß auf "AUTO" (zw. 00 und 30) vorgenommen werden (Aktivierung des Triggerausgangs).

Die Frontbuchsen des Scanners A, B, C, D müssen zugeschaltet sein (CONTROL).

Beim Multimeter 6000 wird die Integrationszeit z.B. auf 10 Sec. eingestellt. Die IEEE-Einstellung erfolgt auf "TALK ONLY", als Schlußzeichen wird CR+LF (5) gewählt und der Triggerbetrieb wird eingeschaltet. Um stets maximale Auflösung zu erhalten, kann die Bereichsautomatic eingeschaltet sein.

Am IEEE-Bus-Anschluß des Multimeters wird der Drucker ("LISTEN ONLY") angeschlossen.

13.2.2. Start des Meßsystems

Das Starten und Stoppen des Meßsystems erfolgt über den Scanner im Automatic-Single-Scan.

Nach dem Start schaltet Kanal CH 10 durch, nach 2 Sec. Wartezeit sendet der 2024 Scanner einen Triggerimpuls, der die Messung des Multimeters startet. Nach Ablauf der Integrationszeit von 10 Sec. gibt das Multimeter die gemessenen Daten zusammen mit der Zustandsinformation über Funktion, Bereich etc. an den Drucker aus. Nach Ablauf der 15 Sec. Einschaltdauer schaltet CH 10 ab und CH 11 an. Nach Öffnen des letzten Kanals (CH 19) wird das Ende der eingestellten 10 Min.-Intervallzeit abgewartet und ein neuer Meßzyklus gestartet. Der Meßablauf kann jederzeit angehalten oder abgebrochen werden.

13.2.3. Ausgabe an einen Rechner

Wird das Multimeter anstelle "TALK ONLY" auf eine Geräteadresse und das dem Rechner entsprechende Schlußzeichen eingestellt sowie SRQ-Betrieb gewählt, dann wird am Ende einer Messung ein SRQ ausgegeben. Anstelle des Druckers muß dann ein Rechner angeschlossen werden, der aufgrund des SRQ den Meßwert ausliest. Der Rechner braucht jedoch keine Steuerung zu übernehmen, sondern kann für reine Datensammlung eingesetzt werden. Die Einstellung der anderen Geräteparameter für Scanner und Multimeter kann erhalten bleiben.

14. ZUBEHÖR

14.1. Gegenstecker/Sub-D (Option 6000/03)

Zum Anschluß der Meßleitungen an den Scanner (Option 6000/01) kann für 10 Kanäle ein 50-poliger Subminiatur-D-Stecker verwendet werden. Er besitzt Lötanschlüsse und einen Kabelausgang für Rundkabel bis maximal 12 mm Durchmesser. Zum Anschluß aller Kanäle ist ein Stecker notwendig.

14.2. Adapterkarte (Option 6000/02)

Eine Adapterkarte wird von außen auf die 50-poligen Subminiatur-D-Buchsenleiste des DMM 6000 aufgesteckt und ermöglicht den Schraubanschluß von Meßleitungen. Außerdem ist die Adapterkarte mit jeweils zwei antiparallelen Klemmdioden für jeden Stromkanal ausgerüstet (siehe Schaltbild Adapterkarte). Diese Klemmdioden können bei anderen Anwendungsfällen entfernt werden. Dies ist insbesondere bei Strömen größer 0,5A-Spitze notwendig, da möglicherweise die Flußspannung dieser Dioden überschritten wird. Zum Anschluß aller 10 Kanäle der Option 6000/01 ist eine Adapterkarte ausreichend.

Maximaler Strom (ohne Klemmdioden)	2 A
Maximaler Strom (mit Klemmdioden)	0,5 A Spitze

Maximale Spannung	40 V
-------------------	------

* WARNUNG *

Es dürfen keine höheren Spannungen als 40 V gegen Erde angelegt werden, da die Schraubanschlüsse nicht berührungssicher sind.

Maße	ca. 115 mm x 123 mm
------	---------------------

14.3. Gestelleinbausatz (Option 6000/04)

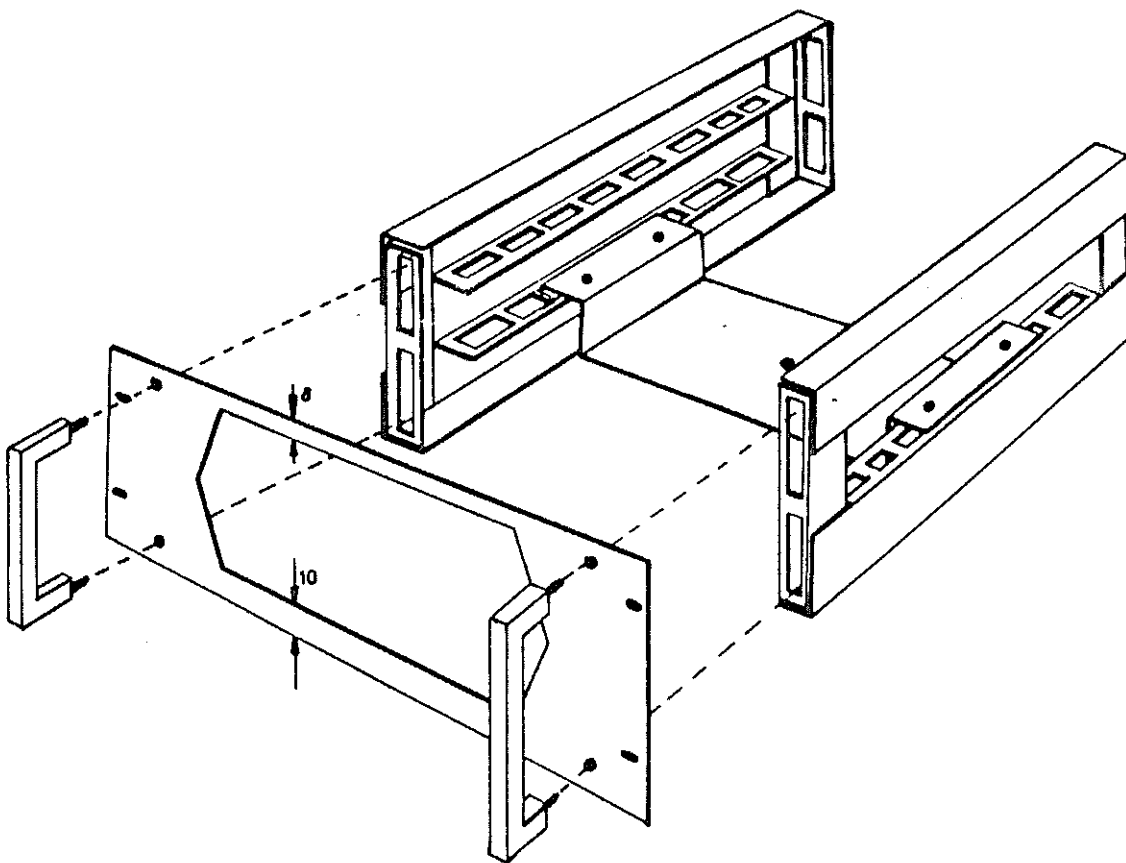
Ein kompletter Einschubbausatz zur Montage eines DMM 6000 in ein 19" Gestell ist lieferbar.

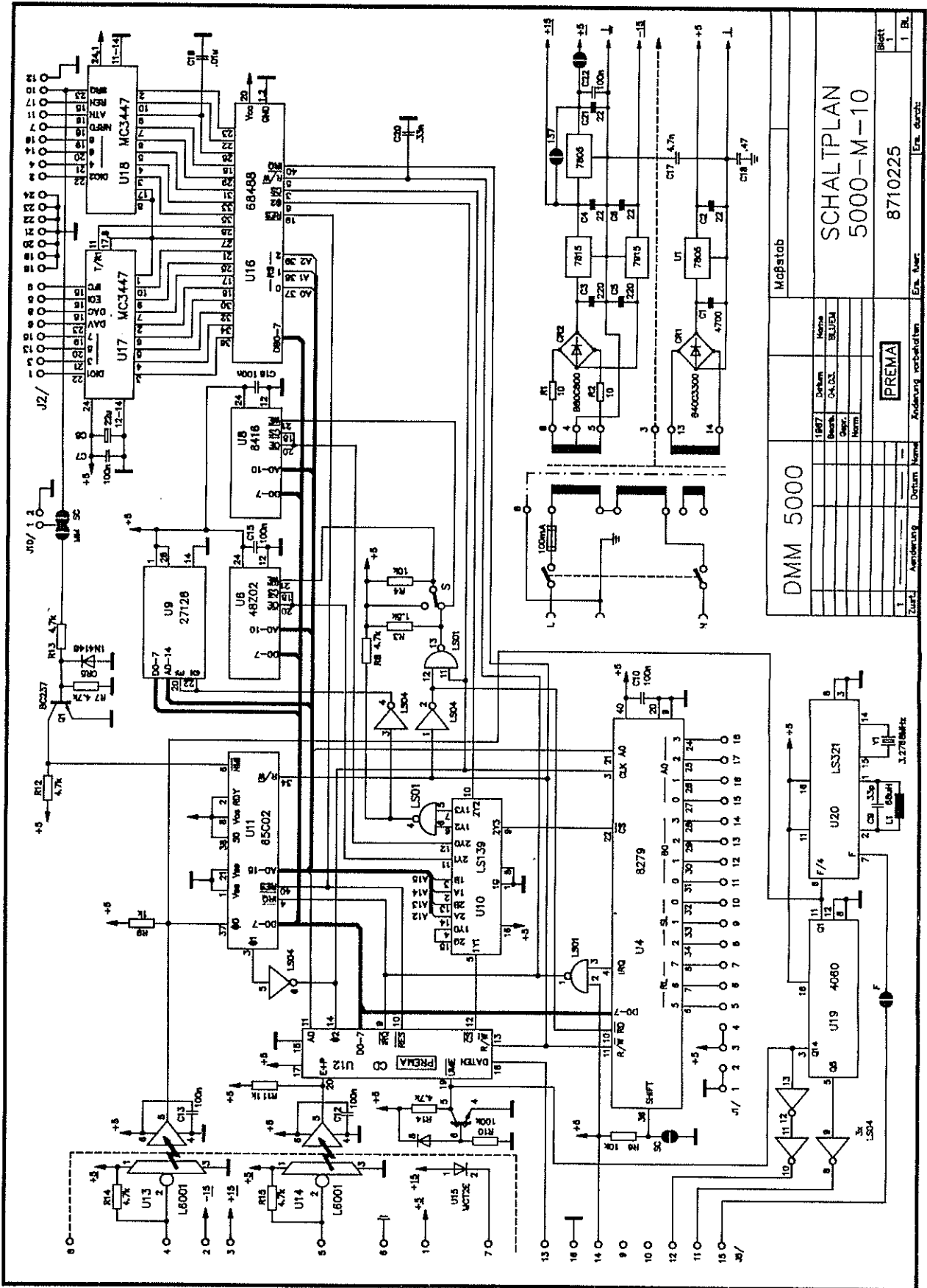
Höhe	2 HE
------	------

Ein kompletter Einschubbausatz zur Montage eines DMM 6000 in ein 19" Gestell ist lieferbar.

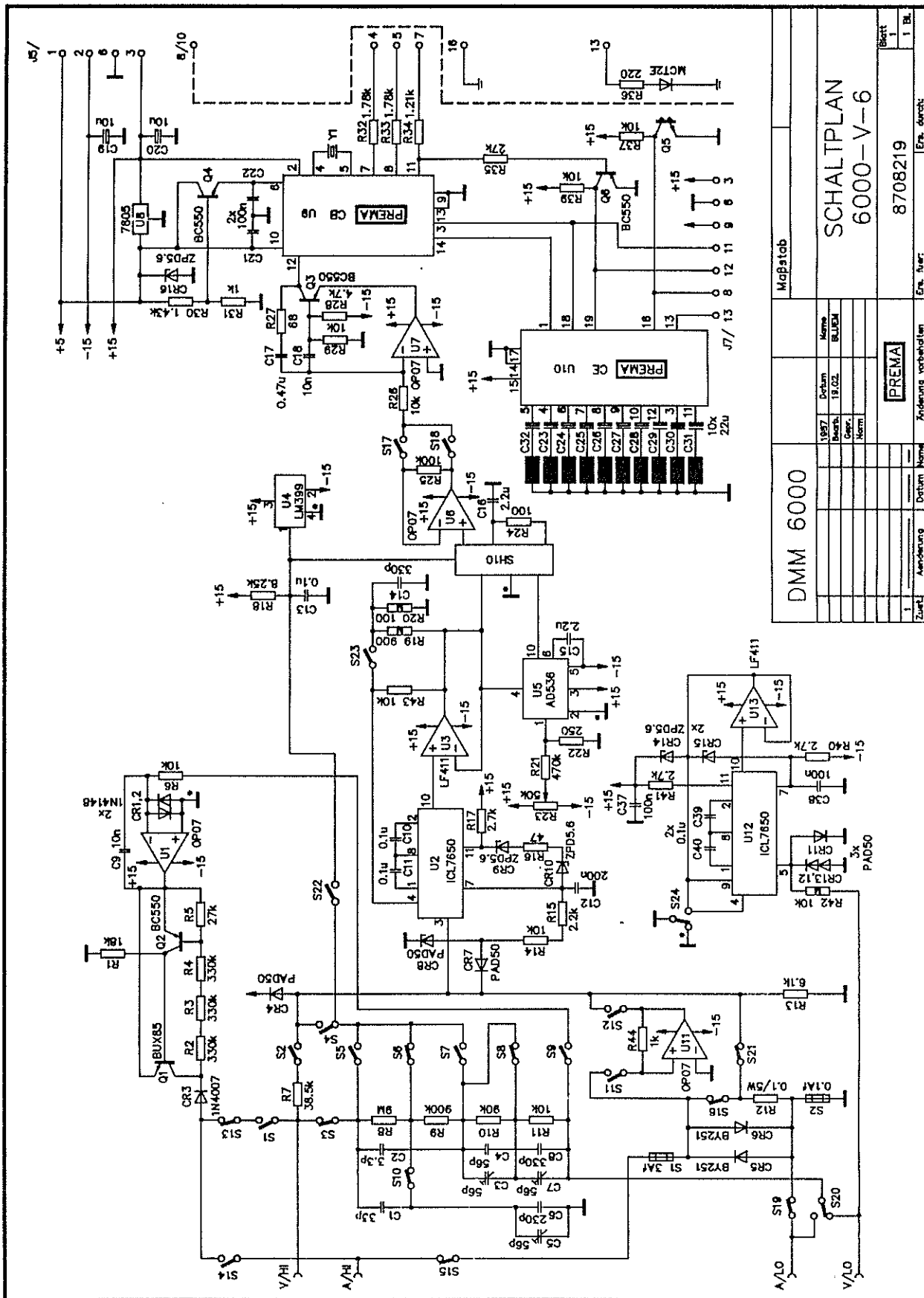
Höhe

2 HE



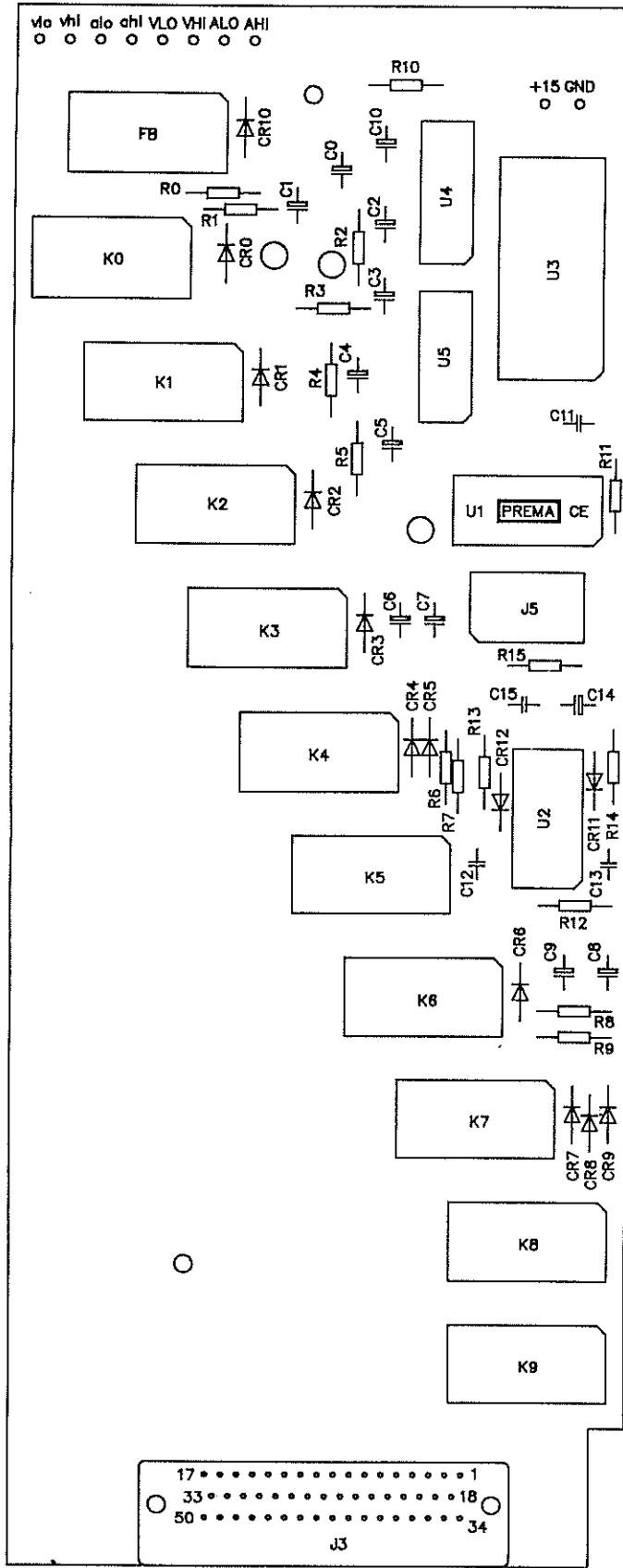


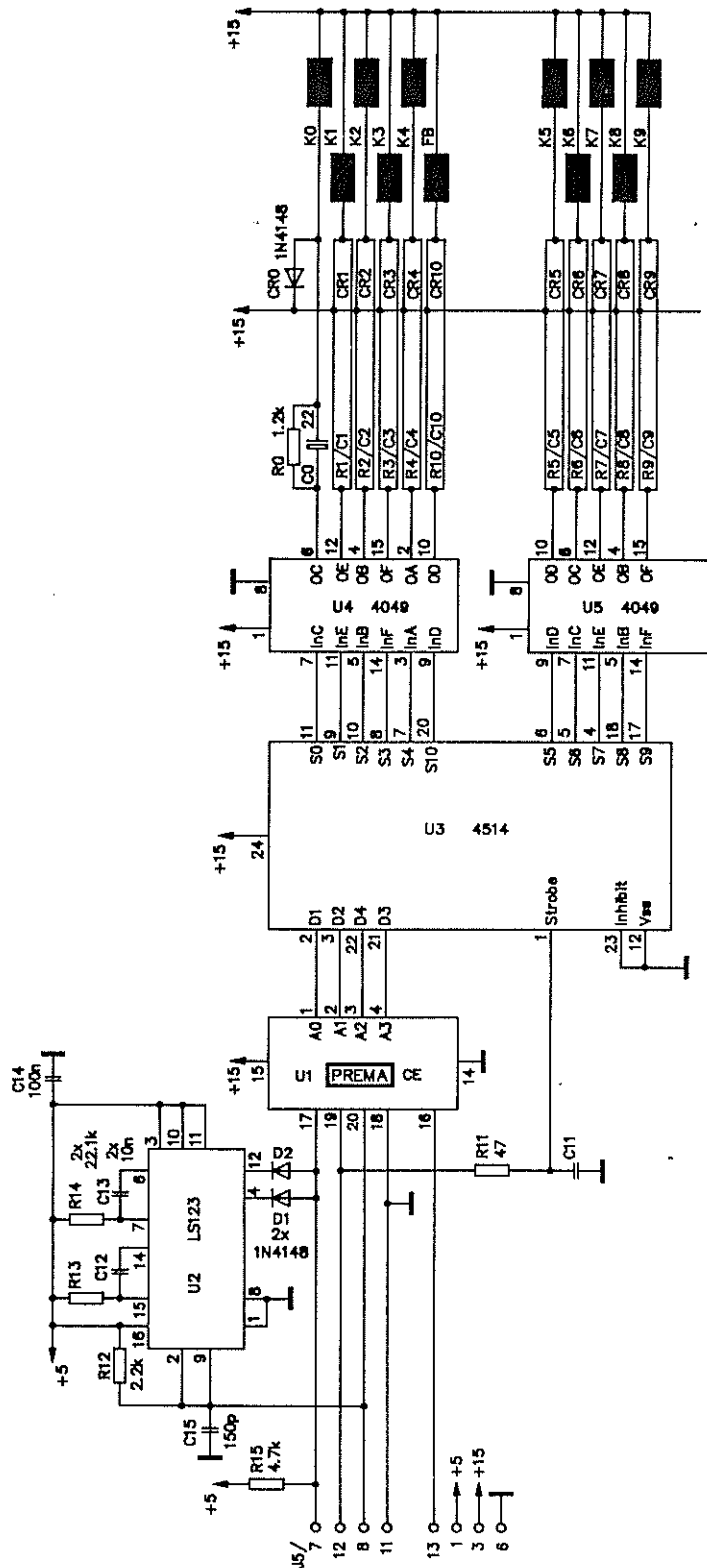
DMM 5000		Maßstab	
1.987	Detum	Norm	
Bezeichnung	CA.02	Bezeichnung	CA.02
Norm		Norm	
PREMA		8710225	
Zust.		Ern. durch	
1		1	
Änderung		Änderung vornehmen	
Detum		Detum	
Norm		Norm	
SCHALTPLAN		5000-M-10	
Blatt		1	
1		1	

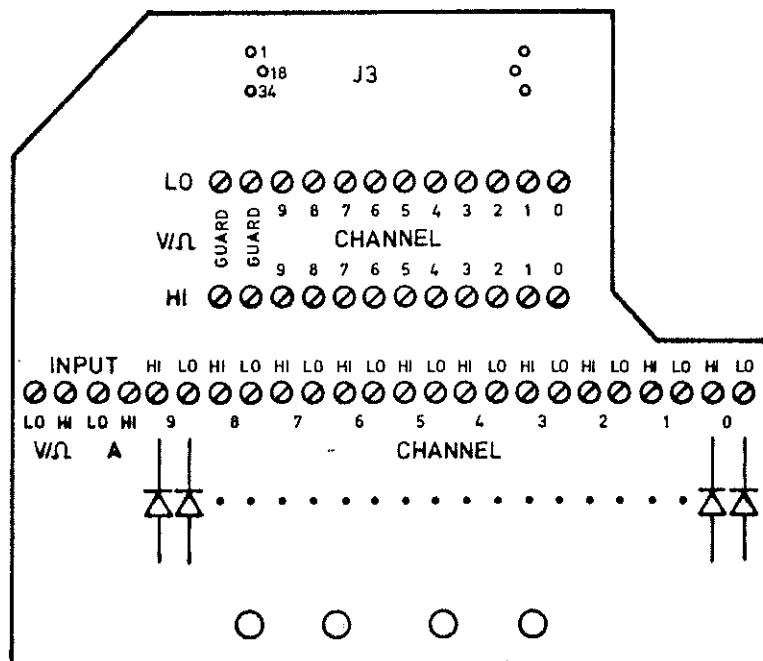


DMM 6000		Maßstab	
1987	Datum	1987	Datum
18.02.	Zeich.	18.02.	Zeich.
Norm	Gez.	Norm	Gez.
PREMA		8708219	
Zust.		Änderung vorbehalten	
1		Erz. durch:	
1		1 Bl.	

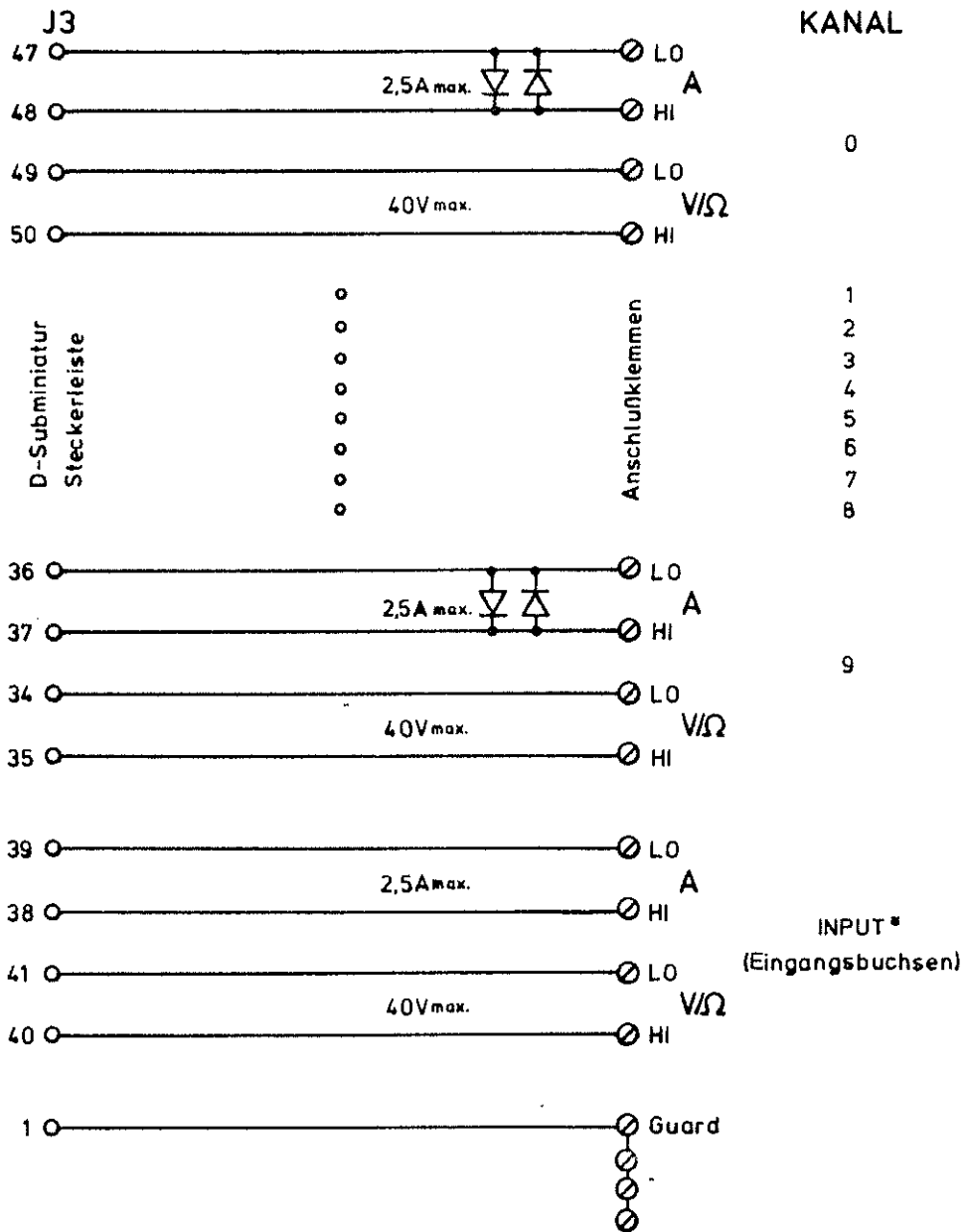
SCHALTPLAN 6000-V-6

[illegible]

[illegible]



						Maßstab 1:1			
				1984	Datum	Name	SCHRAUBADAPTER 6000/02 LAGEPLAN		
				Bearb.	19.09	alt			
				Gepr.					
				Norm					
				PREMA			8438142		Blatt
1									
Zust	Anderung	Datum	Name	(Änd. vorbehalten)			1 von 1		



* nur bei Scanner 2024

				Maßstab	
		1984	Datum	Name	SCHRAUBADAPTER 6000/02 SCHALTPLAN
		Bearb.	20.09	M	
		Gepr.			
		Norm			
					8438 145
1					Blatt 1
Zust	Änderung	Datum	Name	(Änd. vorbehalten)	1 Bl.