



Digitalmultimeter
DMM 5001 und DMM 6001

Benutzerhandbuch

PREMA Präzisionselektronik GmbH
Robert-Bosch-Str. 6 · D-55129 Mainz-Hechtsheim
oder Postfach 42 11 53 · D-55069 Mainz
Tel. (06131) 5062 - 16 oder 5062 - 0
Tx. 4 187 666 prem d · Fax (06131) 5062 - 22

6001 - 9321
Änderungen vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
1. EINFÜHRUNG	
1.1. Allgemeine Gerätebeschreibung	1/1
1.2. Meßprinzip	1/2
2. TECHNISCHE DATEN	
2.1. Gleichspannung Vdc	2/1
2.2. Widerstand Ohm	2/3
2.3. Wechselspannung Vac	2/5
2.4. Gleichstrom Idc	2/7
2.5. Wechselstrom Iac	2/8
2.6. Temperatur °C, °F, K	2/9
2.7. Triggereingang	2/10
2.8. Meßstellenumschalter (Option)	2/11
2.9. IEEE-Bus-Schnittstelle	2/12
2.10. Allgemeine Daten	2/13
3. INBETRIEBNAHME	
3.1. Lieferung	3/1
3.2. Anschluß des Gerätes ans Netz	3/1
3.2.1. Erdung	3/1
3.3. Unfallverhütung	3/1
3.4. Besonderheiten beim Einbau des Meßstellenumschalters	3/2
3.5. Garantie	3/2
3.6. Einschalten des Gerätes	3/2
4. GERÄTEAUFBAU	
4.1. Funktioneller Aufbau	4/1
4.2. Anzeigefeld	4/2
4.3. Tastaturfelder	4/3
4.3.1. Funktionsfeld (FUNCT)	4/3
4.3.2. Programmwahlfeld (PRG SELECT)	4/3
4.3.3. Bereichsfeld (RANGE)	4/3
4.4. Meßeingänge	4/4
4.4.1. Anschluß der Meßkabel	4/4
4.4.2. Grenzdaten der Meßeingänge	4/4
4.4.3. Schirmung (GUARD)	4/4
4.5. Triggerfunktion	4/5
4.5.1. Triggereingang	4/5
4.5.2. Triggerung über den IEEE 488-Bus	4/6
4.6. IEEE 488-Bus-Interface	4/7
4.7. Meßstellenumschalter/Scanner	4/8
4.8. Kalibrierschalter	4/10

INHALTSVERZEICHNIS

5. MANUELLE BEDIENUNG

5.1.	Einstellung der Meßfunktionen	5/1
5.2.	Meßbereichsanwahl	5/1
5.3.	Anwahl der Mathematikprogramme (Nr. 1 - 6)	5/1
	- Programm Nr. 1 Offset	5/2
	- Programm Nr. 2 %Abweichung	5/3
	- Programm Nr. 3 Incremental	5/3
	- Programm Nr. 4 Ratio	5/4
	- Programm Nr. 5 dB	5/4
	- Programm Nr. 6 dBm	5/4
5.4.	Anwahl der Einstellprogramme (Nr. 7 - 13)	5/5
	- Programm Nr. 7 Integrationszeit	5/5
	- Programm Nr. 8 Triggeraktivierung	5/5
	- Programm Nr. 9 Meßwertspeicher	5/5
	- Programm Nr.10 Intensität der Anzeige	5/6
	- Programm Nr.11 Analoganzeige	5/7
	- Programm Nr.12 IEEE 488 Adresseinstellung	5/7
	- Programm Nr.13 Kalibrierung	5/8
5.5.	Kanalanwahl	5/9
5.6.	Offsetkorrektur	5/9
5.7.	Speichern von Geräteeinstellungen	5/9

6. OFFSETKORREKTUR

6.1.	Offsetkorrektur bei Spannungsmessungen	6/1
6.2.	Offsetkorrektur bei Strommessung	6/1
6.3.	Offsetkorrektur bei Widerstandsmessung	6/1
6.4.	Offsetkorrektur bei Temperaturmessung	6/2

7. FEHLERMELDUNGEN UND SELBSTTEST

7.1.	Fehlermeldungen	7/1
7.2.	Selbsttest	7/2

8. MESSTECHNISCHE HINWEISE

8.1.	Meßtechnische Hinweise Gleichspannung	8/1
8.1.1.	Meßspannungszuführung	
8.1.2.	Eingangswiderstand	
8.1.3.	Überlastschutz	
8.1.4.	Gleichtaktunterdrückung	8/2
8.1.5.	Abschirmung	
8.2.	Meßtechnische Hinweise Widerstand	8/3
8.2.1.	Zweidrahtmessungen	
8.2.2.	Vierdrahtmessungen	8/4
8.3.	Meßtechnische Hinweise Wechselspannung	8/5
8.4.	Meßtechnische Hinweise Gleich- und Wechselstrom	8/6
8.5.	Meßtechnische Hinweise Temperaturmessung	8/7
8.6.	Automatische Filterung	

9. IEEE 488-BUS-SCHNITTSTELLE

9.1.	Betrieb am IEEE-Bus	9/1
9.1.1.	Fähigkeiten der IEEE 498-Bus-Schnittstelle	9/1
9.1.2.	Schnittstellenbefehle	9/2
9.1.3.	Einstellung zum Betrieb am IEEE-Bus	9/2
9.1.4.	Einstellung von Geräteadresse und Ende-Zeichen	9/3
9.2.	Betrieb des Digitalmultimeters als Listener	9/4
9.2.1.	Befehle zur Steuerung des Digitalmultimeters	9/6
9.2.2.	Display-Betrieb	9/8
9.3.	Betrieb des Digitalmultimeters als Talker	9/9
9.3.1.	Beschreibung des gesendeten Nachrichtensatzes	9/9
9.3.2.	Tabelle der gesendeten Gerätenachrichten	9/10
9.3.3.	SRQ- Schnittstellenfunktion	9/12
9.3.4.	Stringlängenauswahl	
9.3.5.	Abfragen der Tastatur über den IEEE-Bus	9/12
9.4.	Programmbeispiele	9/13
9.4.1.	Commodore 3032	9/13
9.4.2.	Tektronix 4051	9/13
9.4.3.	Hewlett-Packard HP 85	9/14
9.4.4.	Hewlett-Packard HP 87	9/15
9.4.5.	Hewlett-Packard HP 87 im SRQ-Betrieb	9/16
9.4.6.	Hewlett-Packard HP 9816 im SRQ-Betrieb	9/17
9.4.7.	Apple II mit CCS-7490-Interface	9/18
9.4.8.	IBM PC und Kompatible mit PC II A	9/19
9.4.9.	Gerätesteuerung unter Turbo Pascal	9/21

10. KALIBRIERUNG

10.1.	Zurückladen der ORIGINAL Kalibrierdaten	10/1
10.2.	Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche	10/1
10.3.	Kalibrierung der Widerstandsbereiche	10/1
10.4.	Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche	10/2
10.5.	Kalibrierung der Gleich- und Wechselstrombereiche	10/3
10.6.	Kalibrierung des Temperaturbereiches/Fühlerabgleich	10/3

11. AUFBAU EINES SELBSTÄNDIGEN MESSYSTEMS

11.1	Beschreibung des Meßaufbaus	11/1
11.2	Beispiel eines Meßablaufs	11/2

12. ZUBEHÖR

12.1.	Gegenstecker 6000/03	12/1
12.2.	Adapterkarte 6000/02	
12.3.	IEEE 488-Schnittstellenzubehör	
12.4.	Sicherheitskabelset	
12.5.	Kurzschlußsteckerset	
12.6.	Oberflächen-Temperaturfühler	12/2
12.7.	Eintauch-Temperaturfühler	
12.8.	19" Gestelleinbausatz	

13. ANHANG Lage- und Schaltpläne

1. Einführung

Dieses Handbuch gilt gleichzeitig für die beiden Präzisionsdigitalmultimeter DMM 5001 und DMM 6001. Kapitel 2 enthält eine genaue Auflistung, der auf die jeweilige Funktion bezogenen technischen Daten. Die anderen Abschnitte beschreiben den Geräteaufbau sowie die manuelle als auch die ferngesteuerte Bedienung über den IEEE-488-Bus.

Beide Geräte sind in ihrer Bedienung und ihren technischen Daten fast identisch. Das Digitalmultimeter 6001 besitzt zusätzlich zu den Funktionen des DMM 5001 die Vierdraht-Widerstandsmessung und die Temperaturmessung mittels Pt 100-Fühler.

1.1. Allgemeine Beschreibung

Die 6 1/2-stelligen PREMA Digitalmultimeter DMM 5001 und DMM 6001 sind beides Geräte mit einem ausgezeichneten Preis/Leistungs-Verhältnis und bieten die folgenden Meßfunktionen:

- Gleichspannungsmessungen mit 100nV Auflösung
- Wechselspannungsmessung als Echt-Effektivwert mit 1 μ V Auflösung
- Gleichstrommessung mit 1nA bzw. 1 μ A Auflösung
- Wechselstrommessung mit 10nA bzw. 10 μ A Auflösung
- Widerstandsmessung bei DMM 5001 in 2 Drahtanordnung und bei DMM 6001 wahlweise in 2- oder 4-Drahtanordnung
- Temperaturmessung mit Pt 100-Fühler nur bei DMM 6001

Zusätzlich zu den vorhandenen Meßfunktionen ist das Gerät mit einer Vielzahl von interessanten und für die Meßtechnik vorteilhaften Eigenschaften versehen.

- Größer 1 G Ω Eingangswiderstand bis \pm 2V
- Einstellbare Integrationszeiten von 50ms, 100ms, 0,5s, 1s, 5s und 10s
- Umfangreicher Mathematikprogrammsatz mit Offset-, % Abweichung-, Zuwachs-, Ratio-, dB- und dBm- Funktion
- Digitale Offsetkorrektur erlaubt die Kompensation von z.B. Thermospannungen und Zuleitungswiderständen

Das zur Analog/Digital-Umsetzung angewandte PREMA Mehrfach-Rampen-Verfahren bietet die Gewähr für hervorragende Linearität und Langzeitstabilität bei kontinuierlicher Integration des Meßsignals ohne störende Meßpausen.

Das Multimeter kann mit einem 10-kanaligen, vierpoligen Meßstellenumschalter (Option) ausgerüstet werden. Die maximale Schaltspannung beträgt 125V, der maximale Schaltstrom 2A, 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. Die gute galvanische Trennung zwischen Meßbuchsen und Interface-Stecker erlaubt auch im Systembetrieb einwandfreie 100nV 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, so daß der Service erleichtert und die Zuverlässigkeit wesentlich erhöht wurde.

1.2. Meßprinzip

Das PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren zur Analog-Digital-Wandlung (DBP., Auslegeschrift Nr. 2114 141, US-Patent 3765012)) bietet die Grundlage für ein zuverlässiges Digitalmultimeter mit hervorragender Linearität und außergewöhnlicher Langzeitgenauigkeit bei kontinuierlicher, störungsausmittlender Integration des Meßsignals ohne verfälschende Pausen.

Ein mit dem Kondensator C als Integrator beschalteter Verstärker (Abb. 1.2.1) integriert einen der zu messenden Spannung proportionalen Strom I_e kontinuierlich auf.

Dieses Verfahren hat eine hohe Linearität, da die Eingangsspannung nicht weggeschaltet werden muß, so daß die Kapazitäten der heute üblicherweise als Schalter verwendeten Transistoren keinen von der Eingangsspannung abhängigen Fehler bewirken.

Der Kondensator wird (Abb. 1.2.2) in periodischen Abständen durch einen Strom I_{ref} aus einer Vergleichspannungsquelle entgegengesetzter Polarität U_{ref} entladen (Entladungszeiten t_1 bis t_n). Für Auf- und Abintegration werden dieselbe Vergleichsspannung und derselbe Abintegrationswiderstand verwendet.

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

$$\frac{1}{T} \int U_e dt = - \frac{R_e}{R_o T} U_{ref} \sum t_i$$

das heißt, die Summe der Entladezeiten t_i ist zum Mittelwert der Eingangsspannung proportional und wird als Meßergebnis zur Anzeige gebracht.

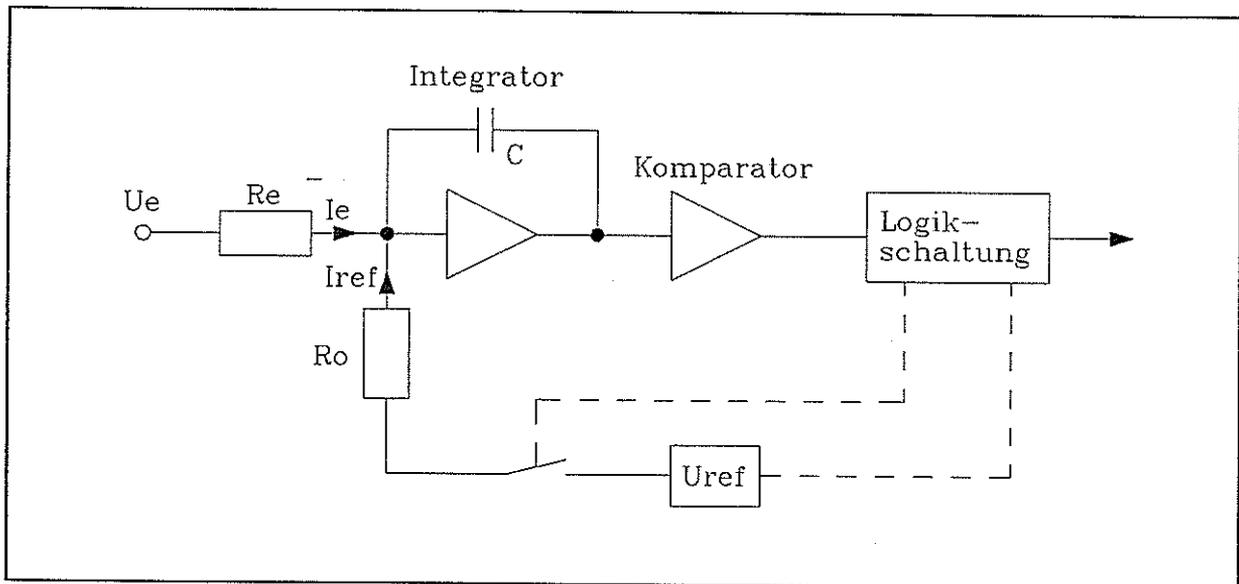


Abb. 1.2.1: Vereinfachtes Prinzipschaltbild

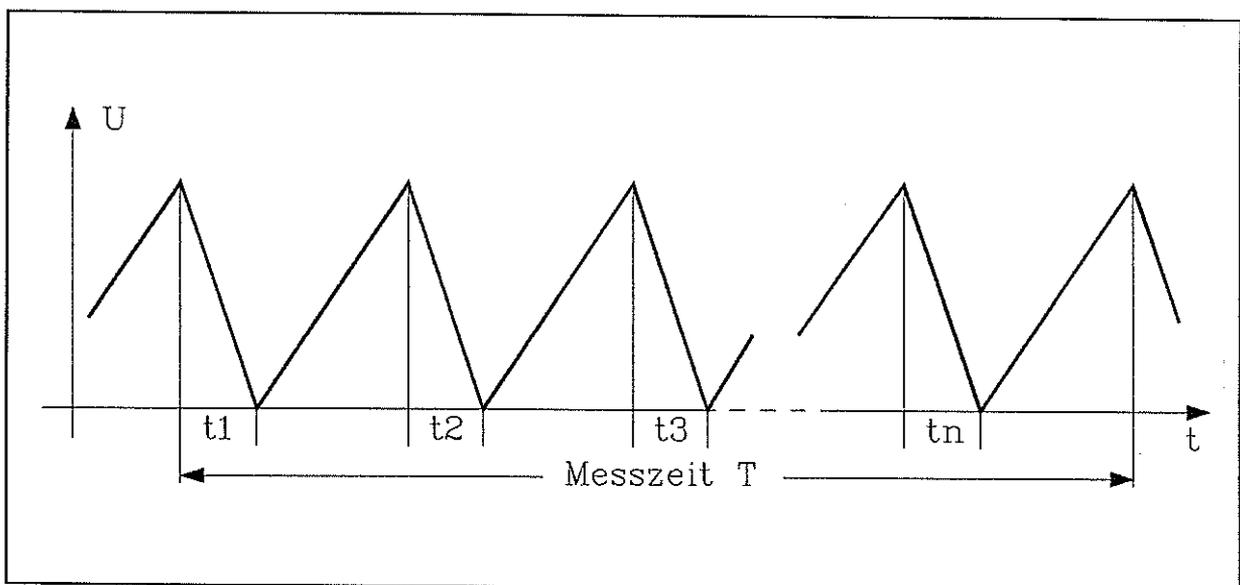


Abb. 1.2.2: Ausgangssignal des Integrators

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 Komparatoren werden bei dem PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren nur geringe Anforderungen an Driftverhalten und Schnelligkeit gestellt, so daß trotz der vorzüglichen DMM-Eigenschaften eine preisgünstige Gerätekonzeption möglich ist.

2. Technische Daten

Alle Fehlergrenzen und Stabilitätsangaben werden relativ zu einem auf die Physikalisch Technische Bundesanstalt rückführbaren Kalibrierstandard angegeben. Die Umgebungstemperatur bei der Kalibrierung beträgt 23°C. Die technischen Angaben gelten im Allgemeinen für DMM 5001 wie auch für DMM 6001. Bei unterschiedlichen technischen Daten der beiden Geräte, werden diese jeweils gesondert erwähnt.

2.1. GLEICHSPANNUNG

BEREICHE	± 0,2V / ± 2V / ± 20V / ± 200V / ± 1000V	2)
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder ferngesteuert	
MESSZEITEN (sek.)	0,05 / 0,1 / 0,5	1 / 5 / 10
MAX. ANZEIGEUMFANG (bis 200V)	199 999	1 999 999
1000 V-Bereich (ohne Scanner)	100 000	1 000 000
1000 V-Bereich (mit Scanner)	125 00	125 000
MAX. AUFLÖSUNG	1 µV	100 nV

STABILITÄT (24Stunden)	FEHLERGRENZEN (1Jahr)
jeweils ± (% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige(%m.Az))	1),3),4)

Bereich	24h, 23°C ± 1°C		1Jahr, 23°C ± 5°C	
	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az
200mV	0,0005	0,0007	0,002	0,0007
2V	0,0004	0,0002	0,002	0,0002
20V	0,0004	0,0002	0,002	0,0002
200V	0,0004	0,0002	0,002	0,0002
1000V 2)	0,0004	0,0003	0,002	0,0004

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 ein Rundungsfehler von ± 1 Digit hinzuzurechnen. Außerdem wird vorausgesetzt, daß die "Guard"-Buchse mit der "V/Ω-LO"-Buchse verbunden ist.

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN (10°C-18°C und 28°C-40°C)	(0°C-10°C und 40°C-50°C)
---	--------------------------

Bereich	± (%Az. + %m.Az)/°C		± (%Az. + %m.Az)/°C	
	200mV	0,0003	0,00015	0,0006
2V	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002
20V	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002
200V 2)	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002
1000V 2)	0,0003	0,0001	0,0006	0,0002

1) Werte jeweils ± 1 Digit und nach Offsetkorrektur

2) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner (Option 6000/01) ausgerüstet. 1000 V Bereich entfällt.

3) Werte sind gültig für konstantes Eingangssignal; es sind ± 0,0005 % m. Az innerhalb 1 s, 0,005 % m. Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

4) % m.Az. bezieht sich auf einen Anzeigeumfang von 1 999 999

TECHNISCHE DATEN

NULLPUNKT

Offsetspannung
(nach einer Stunde Aufwärmzeit)

Temperaturkoeff.: besser als $0,3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Langzeitstabilität: besser als $3 \mu\text{V}$ über 90 Tage

EINGANGSWIDERSTAND

$\pm 0,2\text{V}, \pm 2\text{V}$ $> 1 \text{ G}\Omega$
 $\pm 20\text{V}, \pm 200\text{V}, \pm 1000\text{V}$ $10 \text{ M}\Omega$

STÖRUNGSUNTERDRÜCKUNG

Serientaktunterdrückung

50 Hz Netz: besser als 60 dB

Gleichtaktunterdrückung
(Schirm niederohmig mit der schwarzen
("V, Ω -Lo") Buchse verbunden, mit $1\text{k}\Omega$
in der "Lo"-Zuleitung)

Gleichspannung: 140 dB
50 Hz Netz: 140 dB

MESSPAUSEN

nach Bereichs- oder Funktionswechsel
bzw. nach Meßstellenumschaltung bei
Option 6000/01

Bereich	Messpause
200mV	100 ms
2V bis 1000V 1)	87,5 ms

MESSVERFAHREN

vollintegrierendes PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren
(DBP.Nr.2114141, US-Pat. Nr. 3765012)

POLARITÄTSWECHSEL

automatisch

ÜBERLASTGRENZEN (bei Vdc)

"V/ Ω -HI" gegen Gehäuse(Schutzleiter)

$\pm 1000 \text{ V}$ Spitze bei max. 60 Hz
oder $\pm 1000\text{V}$ Gleichspannung

"V/ Ω -HI" gegen "V/ Ω -LO"-Eingang

$\pm 0,2\text{V}, \pm 2\text{V}$ -Bereich für 60 sek. $\pm 1000\text{V}$ 1)
Dauerbelastung $\pm 500\text{V}$ 1)

$\pm 20\text{V}, \pm 200\text{V}, \pm 1000\text{V}$ - Bereich,
Dauerbelastung $\pm 1000\text{V}$ 1)

mit eingebautem Meßstellenumschalter
6000/01 in allen Bereichen

Dauerbelastung $\pm 125\text{V}$ Spitze mit der
Begrenzung $2 \cdot 10^6 \cdot \text{V} \cdot \text{Hz}$

Bei der Funktion Gleichspannung sind die "V/ Ω -LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen Buchsen darf maximal $\pm 0,1 \text{ A}$ betragen.

"V/ Ω /LO"-Eingang gegen Schirm

125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

Schirm gegen Gehäuse

125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

"V/ Ω /LO gegen Gehäuse

125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner (Option 6000/01) ausgerüstet. 1000 V Bereich entfällt

2.2. WIDERSTAND

MESSVERFAHREN	DMM 5001: 2-polig DMM 6001: wahlweise 2- oder 4-polig	
BEREICHE	200 Ω / 2 kΩ / 20 kΩ / 200 kΩ / 1,6 MΩ / 16 MΩ	
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder ferngesteuert	
MESSZEITEN (sek.)	0,05 / 0,1 / 0,5	1 / 5 und 10
MAX. ANZEIGEUMFANG	199 999 im 1,6 und 16 MΩ-Bereich 5)	1 999 999 1 600 000
MAX. AUFLÖSUNG	DMM 6001: 1 mΩ (2-Draht) 100 μΩ (4-Draht) DMM 5001: 1 mΩ	

STABILITÄT ± (%der Anzeige (%Az.) + % der maximalen Anzeige (%m.Az.)) 1),2),3)

Bereich	6001 6)		5001	
	24h, 23°C ± 1°C		24h, 23°C ± 1°C	
	% Az	% m.Az	% Az	% m.Az
200 Ω	0,001	0,0003	0,003	0,001
2 kΩ	0,0004	0,0002	0,001	0,0005
20 kΩ	0,0004	0,0002	0,001	0,0005
200 kΩ 4)	0,0006	0,0002	0,001	0,0005
1,6 MΩ 5)	0,004	0,0005	0,004	0,0005
16 MΩ 5)	0,01	0,003	0,01	0,003

FEHLERGRENZEN ± (%der Anzeige (%Az.) + % der maximalen Anzeige (%m.Az.)) 1),2),3)

Bereich	6001 6)		5001	
	1 Jahr, 23°C ± 5°C		1 Jahr, 23°C ± 5°C	
	% Az	% m.Az	% Az	% m.Az
200 Ω	0,003	0,0005	0,005	0,002
2 kΩ	0,002	0,0004	0,002	0,0007
20 kΩ	0,002	0,0004	0,002	0,0007
200 kΩ 4)	0,003	0,0004	0,003	0,0007
1,6 MΩ 5)	0,005	0,0007	0,005	0,0007
16 MΩ 5)	0,04	0,006	0,04	0,006

1) Werte jeweils ± 1 Digit und nach Offsetkorrektur

2) gültig für konstantes Eingangssignal; es sind ± 0,0005 %m.Az innerhalb 1 s, 0,005 %m.Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

3) % m.Az. bezieht sich auf einen Anzeigeumfang von 1 999 999

4) Werte gültig für 10 s Integrationszeit

5) 1,6 und 16 MΩ-Bereich in 2-Drahtanordnung

6) Werte für Vierdrahtmessung, Zweidrahtmessung siehe DMM 5001

TECHNISCHE DATEN

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN

(10°C-18°C und 28°C-40°C)

Bereich	6001		5001	
	± (%Az. + %m.Az)/°C		± (%Az. + %m.Az)/°C	
200 Ω	0,0003	0,0003	0,005	0,0003
2, 20, 200 kΩ	0,0002	0,0002	0,0004	0,0002
1,6 MΩ	0,0003	0,0002	0,0005	0,0002
16 MΩ	0,005	0,0005	0,005	0,0005

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN

(0°C - 10°C und 40°C - 50°C)

Bereich	6001		5001	
	± (%Az. + %m.Az)/°C		± (%Az. + %m.Az)/°C	
200 Ω	0,0006	0,0006	0,01	0,0006
2, 20, 200 kΩ	0,0004	0,0004	0,0008	0,0004
1,6 MΩ	0,0006	0,0004	0,001	0,0004
16 MΩ	0,010	0,001	0,01	0,001

STROM DURCH MESSWIDERSTAND

Bereich	
200 Ω, 2 kΩ	0,7 mA
20 kΩ	70 µA
200 kΩ, 1,6 MΩ	7 µA
16 MΩ	0,7 µA

SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN

ca. 14 V max.

MESSPAUSEN

nach Bereichs- oder Funktionswechsel
bzw. nach Meßstellenumschaltung bei
Option 6000/01

Bereich	Messpause
200 Ω	100 ms
2 kΩ bis 1,6 MΩ	87,5 ms
16 MΩ	900 ms

ÜBERLASTGRENZE

± 300 V Spitze 1)

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

2.3. WECHSELSPANNUNG

WANDLUNGSART	echter Effektivwert mit Gleichspannungskopplung	
BEREICHE	0,2V / 20 / 20V / 200V / 700V	1)
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder ferngesteuert	
MAX. ANZEIGEUMFANG	199 999	
im 1000V-Bereich	70 000	1)
MESSZEITEN	0,05s / 0,1 / 0,5s / 1s / 5s und 10s	

FEHLERGRENZEN(1 Jahr, 23°C ± 5°C) ± (%der Anz. (%Az.) + %der max. Anz. (% m.Az)) 2)

Bereich	20Hz	bis	40Hz	bis	1kHz	bis	10kHz	bis	50kHz	bis	100kHz
0,2 V (5001)	/	0,3 + 0,03	/	0,15 + 0,03	/	0,3 + 0,07	/				
0,2 V (6001)	/	0,2 + 0,03	/	0,15 + 0,03	/	0,3 + 0,07	/				
2 V (5001)	/	0,2 + 0,03	/	0,08 + 0,03	/	0,3 + 0,07	/	1 + 0,3	/	3 + 0,4	/
2 V (6001)	/	0,2 + 0,03	/	0,08 + 0,03	/	0,2 + 0,07	/	1 + 0,3	/	3 + 0,4	/
20 V	/	0,2 + 0,03	/	0,08 + 0,03	/	0,3 + 0,07	/	1 + 0,3	/	3 + 0,4	/
200 V	/	0,2 + 0,03	/	0,08 + 0,03	/	0,3 + 0,07	/	1 + 0,3	/	3 + 0,4	/
700 V	/	0,2 + 0,03	/	0,08 + 0,03	/	0,3 + 0,07	/				

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

Gleichspannung..... ± (0,1 %Az. + 0,05 %m.Az.)

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(10°C-18°C und 28°C - 40°C)

0 - 20 kHz

20 - 100 kHz

± (0,004% der Anzeige + 0,002 % der max. Anzeige)/°C

± (0,04% der Anzeige + 0,02 % der max. Anzeige)/°C

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(0°C-10°C und 40°C - 50°C)

Werte bei (10°C-18°C und 28°C - 40°C) x 2

1) Der 700 Vac-Bereich entfällt bei Ausrüstung mit Scanner. Maximale Eingangsspannung 125V.

2) % m.Az.bezieht sich immer auf einen Anzeigebereich von 1 999 999

TECHNISCHE DATEN

CREST-FAKTOR 7:1
Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 1,5 x Meßbereichsnennwert oder 1 000 V.

EINGANGSWIDERSTAND 1 G Ω || kleiner 60 pF bis 2 V - Bereich
10 M Ω || kleiner 60pF ab 20 V - Bereich

MESSPAUSEN	Bereich	Messpause
nach Bereichs- oder Funktionswechsel	200 mV	625 ms
bzw. nach Meßstellenumschaltung bei	2 V, 20 V	425 ms
Option 6000/01	200, 700V	525 ms

ÜBERLASTGRENZEN

"V/ Ω -HI" gegen Gehäuse(Schutzleiter) \pm 1000 V Spitze bei max. 60 Hz
oder \pm 1000V Gleichspannung

"V/ Ω -HI" gegen "V/ Ω -LO"-Eingang 0,2V, 2V -Bereich
für 60 sek. \pm 1000V Spitze mit der
Begrenzung $1 \cdot 10^7 \cdot V \cdot Hz$
Dauerbelastung \pm 500V Spitze mit der
Begrenzung $5 \cdot 10^6 \cdot V \cdot Hz$

20V, 200V, 700V- Bereich 1)
Dauerbelastung \pm 1000V Spitze mit der
Begrenzung $1 \cdot 10^7 \cdot V \cdot Hz$

mit eingebautem Meßstellenumschalter
6000/01 in allen Bereichen
Dauerbelastung \pm 125V Spitze mit der
Begrenzung $2 \cdot 10^6 \cdot V \cdot Hz$

Bei der Funktion Wechselfspannung sind die "V/ Ω -LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen Buchsen darf maximal \pm 0,1 A betragen.

"V/ Ω /LO"-Eingang gegen Schirm 125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

Schirm gegen Gehäuse 125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

"V/ Ω /LO gegen Gehäuse 125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

EINSCHWINGZEIT 0,5 s auf 0,1%

1) Der 700 Vac-Bereich entfällt bei Ausrüstung mit Scanner. Maximale Eingangsspannung 125V.

2.4. GLEICHSTROM

BEREICHE	$\pm 2\text{mA}; \pm 2\text{A}$	
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder ferngesteuert	
MESSZEITEN	0,05s / 0,1s / 0,5s	1s / 5s und 10s
MAX. ANZEIGEUMFANG	199 999	1 999 999
MAX. AUFLÖSUNG	10 nA; 10 μA	1 nA; 1 μA

FEHLERGRENZEN (bis 1A) $\pm(\% \text{ der Anz. } (\% \text{ Az.}) + \% \text{ max. Anz. } (\% \text{ m. Az.}))$ 1 Jahr, 23°C \pm 5°C 1)

Bereich	%Az.	%m.Az.
2A	0,007	0,002
2mA	0,02	0,005

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(10°C-18°C und 28°C - 40°C) (0°C-10°C und 40°C - 50°C)

Bereich	$\pm(\% \text{ Az.} + \% \text{ m. Az.} / ^\circ\text{C})$		$\pm(\% \text{ Az.} + \% \text{ m. Az.} / ^\circ\text{C})$	
2A (bis 1A)	0,0003	0,0001	0,0006	0,0002
2mA	0,002	0,001	0,004	0,002

BÜRDENSpannung

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

MESSPAUSEN

	Bereich	Messpause
nach Bereichs- oder Funktionswechsel	2 mA	87,5 ms
bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6000/01	2 A	87,5 ms

ÜBERLASTGRENZEN

max. 250V-Spitze 2) (Schmelzsicherung 3A)

Bei der Funktion Gleichstrom sind die "V/ Ω -LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen beiden Buchsen darf $\pm 0,1\text{A}$ betragen.

1) Werte jeweils ± 1 Digit und nach Offsetkorrektur
 2) Max. 125V-Spitze, wenn mit Scanner 6000/01 ausgerüstet

TECHNISCHE DATEN

2.5. WECHSELSTROM

BEREICHE	$\pm 2\text{mA}; \pm 2\text{A}$
BEREICHSWAHL	manuell, automatisch oder ferngesteuert
MESSZEITEN	0,05s / 0,1s / 0,5s / 1s / 5s und 10s
MAX. ANZEIGEUMFANG	199 999
MAX. AUFLÖSUNG	10nA; 10 μA
FEHLERGRENZEN \pm (% der Anz. (%Az.) + % der max. Anz. (%m.Az.)) 1 Jahr, 23°C \pm 5°C	1)
Bereich 2mA, 2A	20Hz 1 kHz 5 kHz /----0,04+0,04----/----0,2+0,07----/
Gleichstrom	\pm (0,1 %Az. + 0,05 %m.Az.)
TEMPERATURKOEFFIZIENT (10°C-18°C und 28°C-40°C) \pm (0,004 %Az. + 0,002 %m.Az.)/°C	(0°C-10°C und 40°C-50°C) \pm (0,008 %Az. + 0,004 %m.Az.)/°C
CREST-FAKTOR	7 : 1 Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 1,5 x Meßbereichsnennwert oder 2,2828 A.
BÜRDENSPANNUNG	Bereich 2mA kleiner 20mV 2A kleiner 0,6V 2A mit Option 6000/01 kleiner 1 V
MESSPAUSEN nach Bereichs- oder Funktionswechsel bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6000/01	Bereich Messpause 2 mA 500 ms 2 A 800 ms
ÜBERLASTGRENZEN	max. 250V-Spitze 2) (Schmelzsicherung 3A) Bei der Funktion Wechselstrom sind die "V/ Ω -LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen beiden Buchsen darf $\pm 0,1\text{ A}$ betragen.
EINSCHWINGZEIT	0,5 s auf 0,1%

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

2) Max. 125V-Spitze, wenn mit Scanner 6000/01 ausgerüstet.

2.6. TEMPERATUR °C, °F, K (nur bei DMM 6001)

MESSVERFAHREN	4-polig, Pt 100-Messung mit Linearisierung nach IEC 751	
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 durch den Fühler	0,7 mA	
SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN	ca. 14 V	
MESSZEITEN	0,5 / 1 / 5 und 10s	
MESSPAUSEN nach Bereichs- oder Funktionswechsel bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6000/01	100 ms	
FEHLERGRENZEN (1 Jahr, 23°C ± 5°C)	± 0,05°C über den gesamten Bereich (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 in °C, ° F oder Kelvin	
LINEARISIERUNG	nach Norm IEC 751	

2.7. TRIGGEREINGANG

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

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

2.8. SCANNER/MESSTELLENUMSCHALTER 6000/01 (Option)

SCHALTUNGSART	4-fach 1 aus 10
KANÄLE	10
KONTAKTE JE KANAL	4, d.h. keine Reduzierung der Kanalzahl bei 4-Draht-Anordnung
SCHALTUNGSART	monostabiler mechanischer Schalter
THERMOSPANNUNGEN ..	kleiner 1 μ V nach 1,5h Aufwärmzeit
SCHUTZSCHIRM	vorhanden
MAX. SPANNUNG ZWISCHEN 2 KONTAKTEN EINES KANALS	125 V-Spitze mit der Begrenzung 1 000 000 x V x Hz.
MAX. MESSPANNUNG	125V-Spitze (auch über den V/ Ω -Eingang) mit der Begrenzung $1 \cdot 10^6 \cdot V \cdot Hz$.
MAX. SCHALTSTROM	2A
ZEIT ZWISCHEN 2 SCHALTVORGÄNGEN	kleiner 100 ms
VERZÖGERUNG DES MESSBEGINNS NACH KANALUMSCHALTUNG	siehe Punkt MESSPAUSEN der jeweiligen Funktion
MAX. DAUERSCHALTFREQUENZ	5 Hz (abhängig von den Verzögerungszeiten nach Kanalumschaltung, siehe MESSPAUSEN der jeweiligen Funktion.
MAX. DURCHGANGSWIDERSTAND (PRO LEITUNG)	ca. 0,3 Ω
LEBENSDAUER	2 x 100 000 000 Schaltspiele (0,1 A, 10 Vdc)
ISOLATIONSWIDERSTAND ZWISCHEN 2 KONTAKTEN	3 G Ω bei rel. Luftfeuchtigkeit unter 60%
ISOLATIONSWIDERSTAND GEGEN GEHÄUSE	3 G Ω bei rel. Luftfeuchtigkeit unter 60%
KAPAZITÄT ZWISCHEN DEN KONTAKTEN	kleiner 100 pF

2.9. IEEE-488-BUS-SCHNITTSTELLE

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

2.10. ALLGEMEINES

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

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

STROMVERSORGUNG Spannung 220V (110V,117V oder 240V optional)
Leistung ca. 20 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

3. Inbetriebnahme

3.1. Lieferung

Jedes PREMA-Meßgerät wird vor dem Versand ausführlich und sorgfältig auf einwandfreien Zustand und die Einhaltung aller elektrischen Daten geprüft. Das Gerät sollte sich deshalb beim Empfang in mechanisch und elektrisch einwandfreiem Zustand befinden. Um Transportschäden auszuschließen, sollte das Gerät sofort nach Entgegennahme überprüft werden. Im Falle von Beanstandungen ist zusammen mit dem Überbringer eine Schadensbestandsaufnahme abzufassen. Vergleichen Sie bitte auch sofort den auf dem Lieferschein angegebenen Lieferumfang mit dem Inhalt der Lieferung. Im Lieferumfang enthalten sind neben dem Gerät ein Netzkabel sowie ein Benutzerhandbuch zu dem Gerät.

3.2. Anschluß des Gerätes an das Netz

Dieses PREMA-Meßgerät ist für den Anschluß an das Wechselspannungsnetz 100V/120V/220V/240V, Netzfrequenz 50/60Hz eingerichtet. Für den Netzanschluß befindet sich auf der Rückseite des Gerätes ein DIN-Kaltgerätestecker mit Schutzkontakt. Überzeugen Sie sich bitte vor Anschluß des Gerätes an das Netz von der richtigen Einstellung (Typenschild/ Netzsicherung).

Überprüfung der Netzsicherung

Der Spannungswahlschalter mit integrierter Netzsicherung (100mA/250V) ist in der linken Hälfte des Kaltgerätesteckers untergebracht. Entfernen Sie zuerst den Netzstecker. An der linken Steckerkante wird dann ein Schlitz zugänglich. Setzen Sie hier einen kleinen Schraubendreher an, und hebeln Sie den Spannungswahl-Sicherungsschalter-Einsatz heraus. Überprüfen bzw. tauschen Sie die Sicherung und wählen Sie beim Wiedereinsatz die richtige Netzspannung.

Spannungsänderungen von +/-10% und Frequenzänderungen von +/-4% sind zulässig. Die Leistungsaufnahme beträgt ca. 20VA. Das Gerät ist für 220/240V mit einer Feinsicherung 0,1A träge abgesichert. Bei Umstellung auf eine Netzspannung von 110V oder 120V sollte diese gegen eine Feinsicherung 0,2A träge ausgetauscht werden.

Mit dem oberhalb des Gerätesteckers befindlichen Kippschalter wird das Meßgerät zweipolig vom Netz getrennt.

3.3. Erdung

Zur Sicherheit des Anwenders wird das Gerätegehäuse durch Verbinden des Netzanschlußkabels mit einer geeigneten Schutzkontaktsteckdose geerdet. Das Gehäuse ist von der Abschirmung (GUARD), von den Meßbuchsen, dem Triggereingang und dem IEEE-Interface galvanisch getrennt.

3.4. Unfallverhütung

Beim Betrieb dieses Meßgerätes müssen die dem Gebrauch von Meßgeräten allgemein zu Grunde liegenden Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden.

3.4. Besonderheiten bei Einbau des Meßstellenumschalters

Bei Einbau des optionell angebotenen Meßstellenumschalters muß zum Schutz des Anwenders beachtet werden, daß der Meßstellenumschalter die Höchstgrenzen für Gleich- und Wechselspannungsmessungen limitiert. Mit eingebautem Meßstellenumschalter dürfen, auch bei Anschluß des Meßsignals an die Frontbuchsen, maximal 125 V-Spitze angelegt werden. Schäden, die am Meßstellenumschalter durch Mißachtung der Grenzdaten entstehen, fallen nicht unter die Garantieverpflichtungen.

3.5. Garantie

PREMA garantiert die zuverlässige Funktion des Gerätes und die Richtigkeit der Kalibrierdaten für die Dauer von zwei Jahren nach Auslieferung.

Innerhalb dieser Zeit anfallende Reparaturen werden ohne Berechnung ausgeführt.

Schäden, die durch unsachgemäßen Gebrauch des Gerätes oder durch Überschreiten der angegebenen Grenzdaten verursacht werden, fallen nicht unter die Garantieverpflichtungen.

Ebenso weisen wir ausdrücklich darauf hin, daß für Folgeschäden jegliche Haftung ausgeschlossen ist.

3.6. Einschalten des Gerätes und Einschaltzustand

Das Gerät wird mit dem Kippschalters auf der Geräterückseite eingeschaltet. Nach dem Einschalten und dem Ablauf der Selbsttestroutinen, bei denen die Funktion der im Gerät enthaltenen elektronischen Komponenten sowie der Relais getestet wird.

Einschaltzustand bei Auslieferung des Gerätes

Das Gerät wird in die Einstellung Gleichspannungsmessung, 1000V-Bereich bzw. in den 200 V-Bereich bei Geräten mit Option 6000/01 gesetzt. Die Automatik ist ausgeschaltet. Alle Multiplexereingänge bei eingebautem Meßstellenumschalter sind abgeschaltet. Die Integrationszeit beträgt im kontinuierlichen Meßbetrieb 1 sec, das Gerät zeigt das Meßergebnis. Ferner ist kein Mathematikprogramm angewählt. Der Triggereingang ist abgeschaltet und das Gerät ist für manuelle Bedienung bereit, also nicht im Fernsteuerzustand.

Beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus gilt:

Die Basis-Geräteadresse ist vom Werk auf Adresse 7, Endezeichen (EOI) eingestellt, Displaybetrieb und SRQ-Betrieb sind abgeschaltet. Ohne weitere Vereinbarung wird im Langstring-Format ausgegeben. Die Basis-Geräteadresse kann vom Anwender frei gewählt werden (s. Kapitel IEEE-Bus).

Achtung !

Der Einschaltzustand kann für bestimmte Funktionen vom Anwender selbst festgelegt werden, der oben genannte Gerätezustand bezieht sich auf die von PREMA voreingestellten Funktionen. (Siehe hierzu auch Kapitel 5.7. "Speichern von Geräteeinstellungen" auf Seite 5-9)

4. Geräteaufbau

4.1. Funktioneller Aufbau

Das Digitalmultimeter 5001 und 6001 gliedert sich in mehrere verschiedene funktionelle Gruppen auf, die alle mit einem zentralen Mikroprozessor verbunden sind. Dieser steuert den Anfang und das Ende einer Messung, die Tastaturabfrage, die Anzeige, das Schalten von Bereichs- und Funktionsrelais sowie das Zu- und Abschalten eines Meßkanales bei eingebautem Meßstellenumschalter. Ferner regelt er den internen Datenverkehr und den externen Datenaustausch über die IEEE 488-Bus-Schnittstelle.

Neben der oben aufgeführten Hardware-Steuerung übernimmt der Prozessor auch die Steuerung der Software-Funktionen, wie beispielsweise die Mathematik- und Einstellprogramme, die digitale Kalibrierung sowie die internen Test- und Fehlerrouinen.

Um Störeinflüsse der Mikroprozessorplatine und des Meßstellenumschalters auf den Analogteil zu vermeiden sind diese 3 Komponenten räumlich voneinander getrennt. Der serielle Datenaustausch zwischen Analogteil und Mikroprozessor erfolgt über Optokoppler. Diese zusätzliche galvanische Trennung schließt eine Beeinflussung zwischen Analog- und Digitalteil nahezu aus.

Gegen Störeinflüsse von außen sind diese Komponenten durch das robuste Aluminium-Druckguß-Gehäuse geschützt.

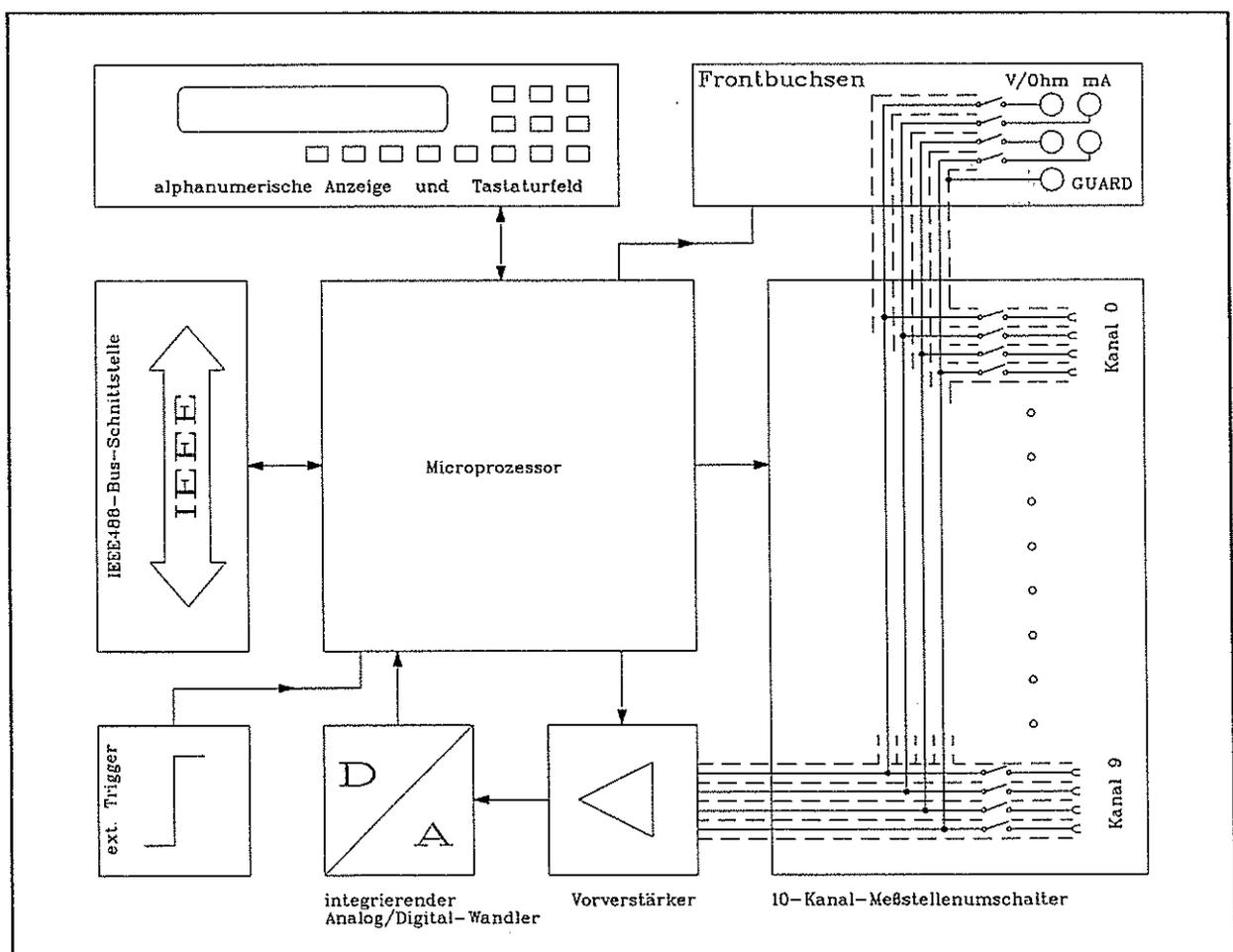


Abb. 4.1. Funktioneller Aufbau der DMM 5001 und 6001

4.2. Anzeigefeld

Die alphanumerische LED-Anzeige stellt Meßwert, Meßeinheit und den angeschlossenen Kanal bzw. das jeweils angewählte Mathematikprogramm dar. Kurze Textzeilen in der Anzeige beschreiben die Eingabe von Konstanten für die Mathematik- und Einstellprogramme, wodurch diese Abläufe erheblich vereinfacht werden.

Die Anzeige läßt sich in mehrere Bereiche untergliedern:

Anzeigeelemente

- 1 bis 9 Dienen zur Darstellung des 5 1/2 - 6 1/2-stelligen Meß- bzw. Rechenwertes.
- 10 bis 12 Die angewählte Meßfunktion wird angezeigt.
- 13 Dieses Element bleibt bei "Automatik aus" frei, bei "Automatik ein" wird ein senkrecht stehender Pfeil "↑" dargestellt.
- 14 bis 16 es wird wahlweise der angewählte Kanal, das angewählte Mathematikprogramm, die Nummer des gespeicherten Messwertes oder der IEEE-Bus Zustand angezeigt.

Verschiedene Möglichkeiten der Displaydarstellung:

- | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| Anzeigeelement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | + 1 | . | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | V = | | | | C | H | 0 | |
| | - Gleichspannungsmessung an Kanal 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | . | 1 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | k Ω | 4 | | | O | f | s | |
| | - Offsetprogramm bei Vierdraht-Widerstandsmessung | | | | | | | | | | | | | | | |
| | + 1 | 9 | 9 | 9 | . | 9 | 9 | 9 | m A = | | | | 0 | 2 | 3 | |
| | - Meßwertspeicher bei Gleichstrom, 023 zeigt an, der wievielte Meßwerte gespeichert wird. | | | | | | | | | | | | | | | |

Die genaue Darstellung in der Anzeige bei den verschiedenen Programmen wird in Kapitel 5 beschrieben.

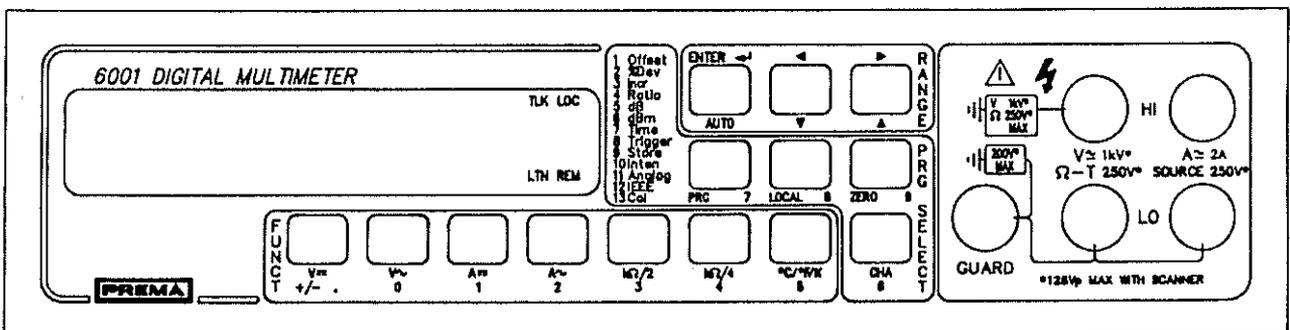


Abb. 4.2. Frontplatte des DMM 6001

4.3. Tastaturfelder

Die Tastatur ist in das Funktionsfeld (FUNCT), Programmwahlfeld (PRG SELECT) und in das Bereichsfeld (RANGE) unterteilt. Die einzelnen Felder sind wiederum farblich voneinander getrennt. In der ersten Tastaturrebene werden die unter den Tasten in schwarz/weiß beschriebenen Funktionen sofort per Tastendruck ausgelöst. Die blaue Beschriftung wird nach Drücken der "PRG"-Taste gültig und dient zur Steuerung der Mathematik- und Einstellprogramme sowie zur Eingabe von numerischen Zahlen.

4.3.1. Funktionsfeld (FUNCT)

In dem beige abgesetzten Funktionsfeld wird jeder Taste eine Meßfunktion wie folgt zugeordnet:

V =	= Gleichspannungsmessung	DMM 5001 und DMM 6001
V ≈	= Wechselspannungsmessung	DMM 5001 und DMM 6001
A =	= Gleichstrommessung	DMM 5001 und DMM 6001
A ≈	= Wechselstrommessung	DMM 5001 und DMM 6001
kΩ/2	= Zweidraht-Widerstandsmessung	DMM 5001 und DMM 6001
kΩ/4	= Vierdraht-Widerstandsmessung	nur DMM 6001
°C/°F/K	= Temperaturmessung mit Pt 100-Fühler	nur DMM 6001

4.3.2. Programmwahlfeld (PRG SELECT)

Taste

"PRG": Die "PRG"-Taste schaltet in den Rechen- bzw. Einstellmodus um. Danach kann ein Programm angewählt werden. Alle verfügbaren Programme sind mit der dazugehörigen Programmnummer rechts neben der Anzeige aufgelistet.

"LOCAL": Diese Taste setzt das Gerät beim IEEE-Bus-Betrieb vom "Remote"-Zustand in den "Local"-Zustand zurück, d.h. die Tastatur kann wieder bedient werden.

"ZERO": Startet den Nullpunktabgleich (Offsetkorrektur)

"CHA": Nur bei Geräten mit eingebautem Scanner (Option 6000/01) belegt. Nach Drücken der Taste kann ein Kanal zugeschaltet werden.

4.3.3. Bereichsfeld (RANGE)

"<", ">": Ab- und Aufwärtstaste. Es kann manuell in den nächsthöheren bzw. tieferen Meßbereich geschaltet werden.

"AUTO": Automatische Bereichswahl " "

4.4. Meßeingänge

Zum Anschluß der Meßsignale besitzt das Digitalmultimeter auf der Frontplatte thermospannungsarme Sicherheitsbuchsen. Bei Einbau des optionellen Meßstellenumschalters können die Frontbuchsen abgeschaltet oder als 11. Kanal zugeschaltet werden.

4.4.1. Anschluß der Meßkabel

Meßsignale sollten stets so angeschlossen werden, daß der dem Erdpotential am nächsten liegende Meßanschluß mit der schwarzen Eingangsbuchse (LO), der Meßanschluß mit höherem Potential mit der roten Eingangsbuchse (HI) verbunden ist. Die Anzeige zeigt dann einen Meßwert mit positivem Vorzeichen. Ist das Potential an der schwarzen Buchse größer als an der roten Buchse, dann liefert die Anzeige einen Meßwert mit negativem Vorzeichen.

Spannungsanschlüsse sowie Anschlüsse für Zweidraht-Widerstandsmessungen werden über die beiden linken, und mit V, Ω -T gekennzeichneten Buchsen vorgenommen. Anschlüsse für Vierdraht-Widerstands- oder Temperaturmessungen werden über die beiden linken Buchsen (Meßeingänge Ω -T) und über die beiden rechten Buchsen (Stromquelle SOURCE) vorgenommen. Dabei muß auf die richtige Polung geachtet werden (HI-HI, LO-LO). Stromanschlüsse erfolgen über die beiden rechten mit "A =" und "Source" gekennzeichneten Buchsen.

4.4.2. Grenzdaten der Meßeingänge

Beim Anschluß von Meßsignalen müssen die vorgeschriebenen Grenzdaten beachtet werden. Diese Grenzdaten sind auf der Frontplatte bei den dazugehörigen Funktionen in roter Schrift angegeben. Die Grenzdaten unterscheiden sich bei Geräten mit und ohne optionellem Meßstellenumschalter wie folgt:

Meßeingang	ohne eingebautem Meßstellenumschalter	mit eingebautem Meßstellenumschalter
HI-LO	1000 V peak	125 V peak
LO-Erde	125 V peak	125 V peak
GUARD-Erde	125 V peak	125 V peak
GUARD-LO	125 V peak	125 V peak
SOURCE		
HI-LO	250 V peak 2 A peak	125 V peak 2 A peak
LO-Erde	125 V peak	125 V peak

4.4.3. Schirmung (GUARD)

Alle Meßeingänge sind von Schirmleitungen umgeben. Für eine einwandfreie Schirmung ist die Beachtung einiger Regeln (siehe Kap. 8. Meßtechnische Hinweise) von großer Bedeutung. Bei eingebautem optionellem Meßstellenumschalter besitzen alle Meßkanäle den gleichen Schirm. Der Schirm des Meßkabels wird mit dem Schirm des Digitalmultimeters über die blaue, mit GUARD beschriftete, Buchse verbunden. Die oben genannten Grenzdaten sind zu beachten.

4.5. Triggerfunktion

4.5.1. Triggereingang

Über den auf der Rückwand isoliert montierten Triggereingang können einzelne Messungen durch einen Triggerimpuls gestartet werden. Dazu muß das Gerät mit Programm 8 in die Betriebsart "Trig = on" gesetzt werden.

Der Anschluß erfolgt mit einem 3,5 mm Klinkenstecker. Der Triggereingang ist für TTL Pegel (0V = LOW, 5V = High) ausgelegt. Der äußere Teil der Buchse liegt auf Mikroprozessor-Masse (IEEE-Masse), der innere Teil führt das Signal (Abb. 4.5.1.).

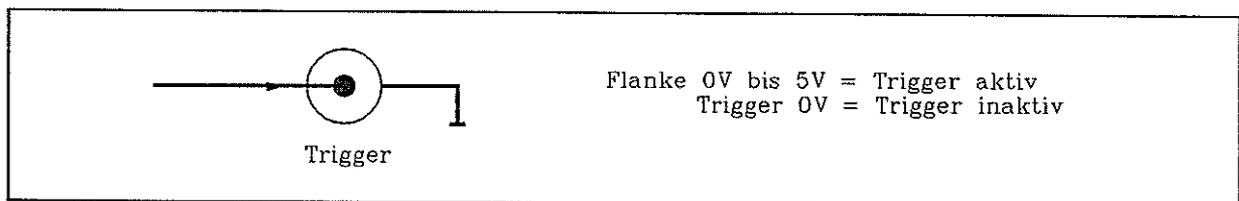


Abb. 4.5.1. Anschlußbelegung der Triggerbuchse

Die Triggerbuchse ist galvanisch von Schutz Erde getrennt. Startzeitpunkt für eine Einzelmessung ist die ansteigende Flanke des Triggerpulses mit einer zeitlichen Unsicherheit von 12,5 msec (Abb. 4.5.2.).

Jeder Triggerpuls startet eine neue Messung. Trifft während einer Messung ein weiterer Triggerpuls ein, dann bleibt die gerade stattfindende Messung unberücksichtigt und es wird ein neuer Start ausgeführt.

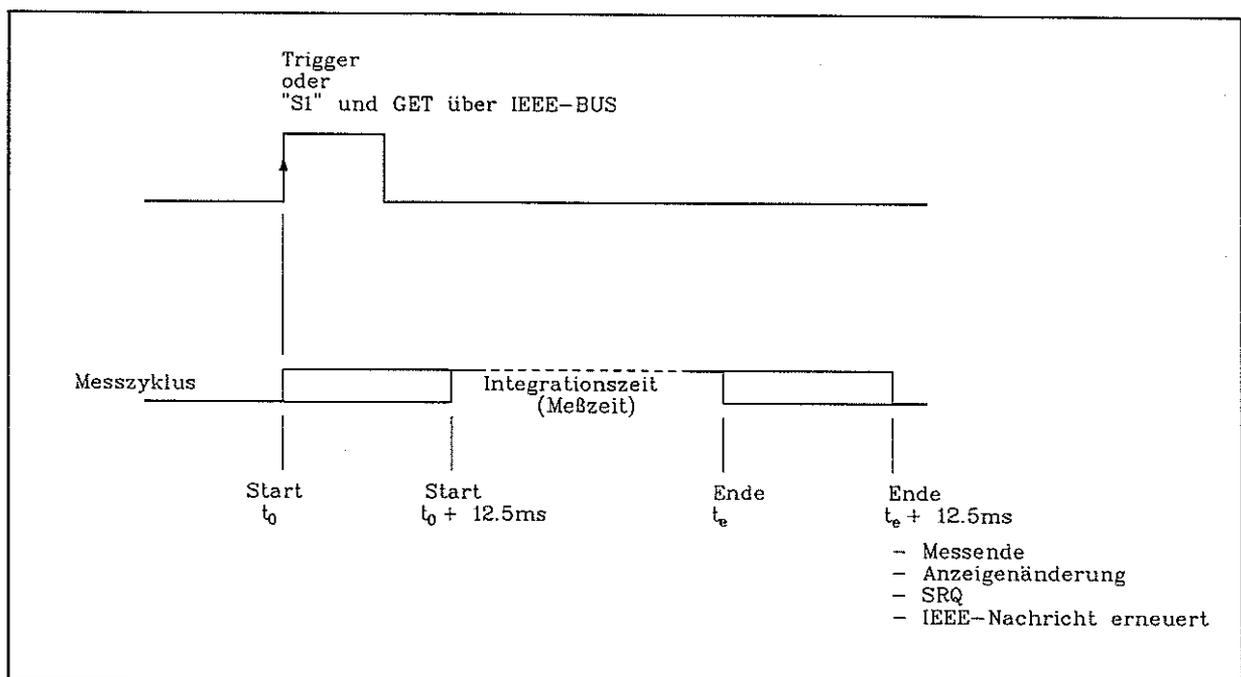


Abb. 4.5.2. Start der Messung durch Triggersignal

Das Triggersignal muß mindestens 2V, maximal 15V betragen und darf +/- 25V nicht übersteigen. Die maximal zulässige Spannung zwischen Signal und Erde beträgt 50V. Die Dauer des Triggerimpulses muß mindestens 400 μsec betragen.

4.5.2. Triggerung über den IEEE-488-Bus

Ein zweiter software-gesteuerter Startbetrieb über den IEEE-Bus ist ebenfalls möglich. Beide Arten des Startbetriebes haben den gleichen zeitlichen Ablauf.

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.

Wird der Triggerbefehl zusammen mit einem Befehl für Kanal- und Funktionsumschaltung gesendet, wird der Meßwert erst nach einer internen Wartezeit und der Integrationszeit über den IEEE-Bus ausgegeben. Diese Wartezeiten nehmen je nach Funktion und Bereich verschiedene Werte an.

(Siehe Punkt Messpausen bei der jeweiligen Meßfunktion in Kapitel 2 "Technische Daten".)

4.6. IEEE-488-Bus-Schnittstelle

Für den Anschluß eines Computers über die IEEE-488-Bus-Schnittstelle wird die 24-polige IEEE-Buchse benutzt. An den IEEE-Bus dürfen, laut Norm, maximal 16 Geräte über eine Gesamtleitungslänge von maximal ca. 20 Metern angeschlossen werden, wobei der Abstand von Gerät zu Gerät maximal 2 Meter betragen darf.

Der zur Steuerung angeschlossene Computer (CONTROLLER) kann das Digitalmultimeter zum Empfang von Daten als LISTENER oder zum Senden von Daten als TALKER adressieren und Daten mit dem Gerät austauschen. Der Austausch von Daten erfolgt über 8 Datenleitungen nach einem in der Norm festgelegten Protokoll mit den 3 Übergabesteuerleitungen DAV, NRFD und NDAC (Handshake). 5 Schnittstellensteuerleitungen dienen zur Steuerung des IEEE-Bus durch den CONTROLLER. Die Anschlußbelegung (Abb. 4.6.1) der Leitungen an der 24-poligen Buchse entspricht der IEEE-488-Norm.

DIO1	1	13	DIO5	<u>Datenbus:</u>	INPUT/OUTPUT
DIO2	2	14	DIO6	DIO1-DIO8 Datenbits 1-8	I/O
DIO3	3	15	DIO	<u>Übergabesteuerbus:</u>	
DIO4	4	16	DIO8	DAV DATA VALID	I/O
EOI	5	17	REN	NRFD NOT READY FOR DATA	I/O
DAV	6	18	GND(6)	NDAC NO DATA ACCEPTED	I/O
NRFD	7	19	GND(7)	<u>Schnittstellensteuerbus:</u>	
NDAC	8	20	GND(8)	IFC INTERFACE CLEAR	I
IFC	9	21	GND(9)	ATN ATTENTION	I
SRQ	10	22	GND(10)	SRQ SERVICE REQUEST	O
ATN	11	23	GND(11)	REN REMOTE ENABLE	I
SHIELD	12	24	GND	EOI END OR IDENTIFY	I/O
GND					
SHIELD					

GND Signalmasse (Mikroprozessor-Masse)
SHIELD Abschirmung

Abb. 4.6.1: Anschluß und Bedeutung der IEEE-Bus-Signale

Alle IEEE-Bus-Signalpegel sind TTL-kompatibel und aktiv LOW, also wahr, wenn der Pegel = 0 ist. Die Treiber des IEEE-Interfaces können für LOW-Signale typisch 48mA Strom liefern. Das IEEE-Interface ist galvanisch von den Meßeingängen entkoppelt.

4.7. Meßstellenumschalter/Scanner (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/Ω"-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. Wird ein neuer Kanal geschlossen, dann wird zuerst der zuvor angewählte Kanal abgeschaltet (Break before Make), damit Kurzschlüsse über den Meßstellenumschalter verhindert werden.

Die Eingänge sind auf einer 50-poligen Subminiatur-D-Buchse zusammengefaßt, die an der Rückseite des Gerätes angebracht ist. Die 4 Ausgangsleitungen des Meßstellenumschalters sind im Gerät direkt mit der Analogplatine verbunden.

Die Frontbuchsen werden über 2 separate Relais zugeschaltet und können somit als echter 11. Kanal benutzt werden. Die beiden Relais öffnen sich sobald ein anderer Kanal zugeschaltet wird. Nach Einschalten des Digitalmultimeters sind immer die Frontbuchsen zugeschaltet.

Ein Schirm, der jede Multiplexersignalleitung separat umschließt ist mit der "Guard"-Buchse auf der Front des Gerätes und mit Pin 1 der Subminiatur-D-Buchse verbunden. Die Anschlußbelegung dieser Buchse ist Abb. 4.7. zu entnehmen.

Es ist außerdem eine Adapterkarte lieferbar, die auf die Subminiaturbuchse aufgesteckt wird und den Schraubanschluß der Multiplexereingänge erlaubt.

4.8. Kalibrierschalter

Bestimmte Gerätegrundeinstellungen, die bei jedem Wiedereinschalten des DMM 5001/6001 aktiviert werden, können verändert und in das batteriegepufferte RAM neu abgespeichert werden.

Zum Ändern von Gerätegrundeinstellungen (Integrationszeit, IEEE-Geräteadresse etc.) und zum Nachkalibrieren von Meßfunktionen muß der Schalter (Abb. 4.8.1) in der Rückwand des DMMs betätigt werden. Damit wird das Überschreiben von ansonsten geschützten Daten ermöglicht. Beim Betrieb des Gerätes steht der Schalter stets in Stellung "MEAS". Die im batteriegepufferten CMOS-RAM abgespeicherten Gerätedaten sind geschützt.

Durch Umlegen des Schalters, z.B. mit einem kleinen Schraubendreher, aus Stellung "MEAS" in Stellung "CAL" wird der Schutz der Daten aufgehoben, das Gerät befindet sich im KALIBRIERMODUS.

ACHTUNG !!!!!!!!!

Im KALIBRIERMODUS ist größte Sorgfalt geboten, um ein unbeabsichtigtes Ändern von Daten zu vermeiden. Das Digitalmultimeter sollte in diesem Zustand nie ausgeschaltet werden, da ansonsten eine Reihe von Handgriffen notwendig ist, um das Gerät wieder in einen einwandfreien Betriebszustand zu bringen (s. Kap. Kalibrierung).

Nach der Änderung von Geräteeinstellungen oder nach dem Kalibrieren sollte der Schiebeschalter sofort in Stellung "MEAS" zurückgestellt werden um die Daten wieder zu schützen.

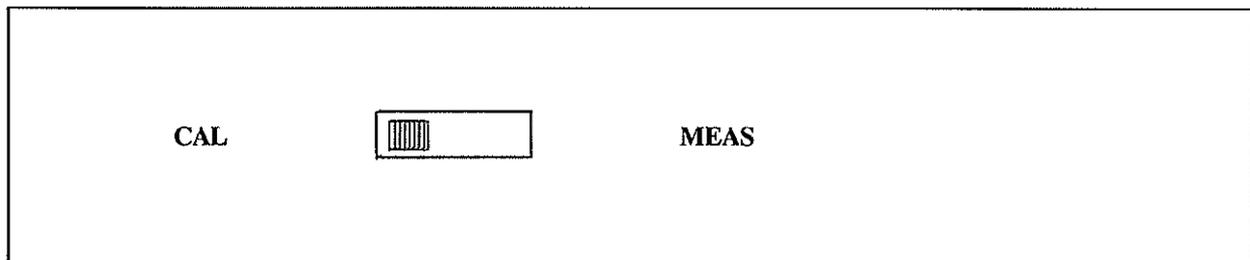


Abb. 4.8.1. Stellungen des Kalibrierschalters

Die Vorgehensweise zur Kalibrierung des Gerätes in den einzelnen Meßfunktionen wird in Kapitel 10. Kalibrierung detailliert beschrieben.

5. Manuelle Bedienung

5.1. Einstellung der Meßfunktionen

Alle Meßfunktionen des Digitalmultimeters werden durch einmaligen Tastendruck angewählt. Bei dem DMM 5001 sind hierfür die ersten 5 Tasten im Funktionsfeld vorgesehen. Das DMM 6001 benötigt wegen seiner zusätzlichen Meßfunktionen Vierdrahtwiderstands- und Temperaturmessung alle 7 Tasten des Funktionsfeldes. Nach Tastendruck erscheint in der Anzeige sofort die angewählte Meßfunktion. Der erste Meßwert wird nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit plus einer internen Wartezeit angezeigt. (Siehe Punkt Messpausen bei der jeweiligen Meßfunktion in Kapitel 2 "Technische Daten".)

5.2. Meßbereichsanwahl

Die Meßbereiche können fest eingestellt oder durch das Gerät automatisch gewählt werden. Die automatische Anwahl erfolgt über die "AUTO"-Taste. Mit den Auf- und Abwärtstasten werden die Bereiche fest eingestellt. Es kann jeweils in den nächst höheren bzw. tieferen Meßbereich geschaltet werden. Die Lage des Dezimalpunktes spezifiziert den angewählten Meßbereich.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick zu den einstellbaren Meßbereichen:

Bereich	Funktion	Bereich	Funktion	Bereich	Funktion
0.2	Vdc, Vac	0.2	kΩ/2, kΩ/4		
2	Vdc, Vac	2	kΩ/2, kΩ/4	2	mAdc, ac
20	Vdc, Vac	20	kΩ/2, kΩ/4		
200	Vdc, Vac	200	kΩ/2, kΩ/4		
1000	Vdc, 700 Vac	1600	kΩ/2	2000	mAdc, ac
		16000	kΩ/2		

5.3. Anwahl der Mathematikprogramme

Die Programme 1-6 führen die mathematischen Funktionen des Meßgerätes aus. Der Ablauf bei der Einstellung der Mathematikprogramme ist so gehalten, daß er bei jedem Programm in etwa gleich ist. Prinzipiell ist zu beachten, daß ein blinkendes Zeichen immer den Bediener auffordert, eine entsprechende Taste (<, >, <←) zu drücken oder eine Konstante einzugeben. Mit Drücken der "PRG"-Taste geht das Multimeter in den Programm-Modus und die blaue Beschriftung der Tastatur wird gültig.

Die "<"- und ">"-Tasten dienen hierbei der Cursor-Steuerung oder auch zur Auswahl bestimmter Einstellvorgänge im Programm.

Die "ENTER"-Taste (<←) bestätigt die Eingabe und startet in der letzten Einstellsequenz immer das Programm.

Die Rechenwertdarstellung erfolgt als Fließkommazahl. Dies gilt auch für die im Meßwertspeicher abgelegten Meßwerte.

MANUELLE BEDIENUNG

Die "+/-"-Taste legt das Vorzeichen oder auch den Dezimalpunkt der Konstante fest. Wird der Cursor (angewähltes Zeichen blinkt) auf das Vorzeichen gesetzt und die "+/-"-Taste gedrückt ändert sich das Vorzeichen. Steht der Cursor an einer anderen Stelle, setzt die "+/-"-Taste hier einen Dezimalpunkt.

Die Tasten "0-9" dienen zur Zahleneingabe. Im Folgenden werden die einzelnen Programme in ihrem Einstellauf beschrieben, wobei auf das 1. Programm genauer eingegangen wird. Die Vorgehensweise bei diesem Programm gilt prinzipiell für alle Programme. Bei den folgenden Programmbeschreibungen steht in der ersten Spalte die Taste die gedrückt werden muß, in der gleichen Zeile folgt dann die aus dem Tastendruck resultierende Anzeige.

Rückkehr in den Messmodus:

Das angewählte Mathematikprogramm kann durch Drücken einer Funktionstaste wieder verlassen werden. Befindet man sich noch im Eingabemodus eines Programmes, so muß dieser bis zum Ende durchgeführt werden.

Meßzeiten im Rechenmodus

Alle Programme, außer Nr.5 dB und Nr.6 dBm, können mit der schnellsten Meßzeit betrieben werden. Bei dB und dBm wird die Meßzeit intern auf 1s festgelegt.

Programm-Nr. 1 Offset:

Mit dem Offsetprogramm wird von dem Messwert MW die Konstante a subtrahiert und das Rechenergebnis R direkt angezeigt. $R = MW - a$

Taste Anzeige

"PRG" Prog# (1-13) = ..

Diese Textzeile dient zur Anwahl des gewünschten Programmes. Die letzte Stelle blinkt, d.h. hier wird eine Eingabe erwartet.

"1" Prog# (1-13) = 1 <┘

Die letzten beiden Digits blinken um anzuzeigen, daß hier eine Aktion folgen muß. Wird eine Zahl von 0-3 gedrückt, kann ein Programm von 10-13 ausgeführt werden. Diese Eingabe kann mit der "<"-Taste korrigiert werden. Das Drücken der "ENTER"-Taste bestätigt die Eingabe

" <┘ " Offs = Meas - a <┘

Stellt das angewählte Programm kurz dar.

" <┘ " a = Num < or > Meas

Diese Zeile teilt die Programmeinstellung auf. Wird die "<"-Taste gedrückt, kann eine Zahl direkt über die Tastatur als Konstante eingegeben werden. Bei Drücken der ">"-Taste wird der beim Drücken der "PRG"-Taste angezeigte Messwert als Konstante übernommen.

"<" a = +.0000000 <↵

Die Konstanteneingabe wird erwartet. Die gedrückte Ziffer kommt in die Anzeige und der Dezimalpunkt verschiebt sich ein Digit nach rechts. Soll dieser vorne bleiben, so muß zuerst die "+/-"-Taste gedrückt werden. Für eine Änderung des Vorzeichens muß der Cursor auf dieses eingestellt sein. "ENTER" bestätigt die Eingabe.

">" a = +1.999999 <↵

In der Konstante steht der bei Drücken der "PRG"- Taste anliegende Messwert. Dies kann noch geändert oder mit "ENTER" bestätigt werden.

+1.999999 Ofs

Das Mathematikprogramm wird durchgeführt und das Rechenergebnis, die Meßfunktion sowie das angewählte Programm werden angezeigt.

Wird nun eine Funktionstaste gedrückt, so verläßt das Gerät den Rechenmodus und geht in die entsprechende Meßfunktion zurück.

Programm-Nr. 2 %Dev:

Mit diesem Programm wird die prozentuale Abweichung des Meßwertes von der Konstanten b angezeigt.
 $R = 100 * (\text{Meas} - b) / b$

Taste	Anzeige
"PRG"	Prog# (1-13) = ..
"2"	Prog# (1-13) = 2 <↵
<↵	% = 100(Meas-b)/b <↵
<↵	b = Num < or > Meas
"<"	b = +1.999999 <↵ (numerische Konstante)
oder	
">"	b = +1.999999 <↵ (Meßwert bei Drücken von "PRG")
	+100.000..... %Dv

Programm-Nr. 3 Incr:

Das Programm Incremental (engl.: Zuwachs) zeigt direkt die Differenz zweier aufeinanderfolgenden Meßwerte an. $R = MW_n - MW_{n-1}$

"PRG"	Prog# (1-13) = ..
"3"	Prog# (1-13) = 3 <↵
"<↵"	Incr = Diff(Meas) <↵
"<↵"	+1.999999..... Inc

MANUELLE BEDIENUNG

Programm-Nr. 4 Ratio:

Das Programm Ratio gibt das Verhältnis des Meßwertes zu einer gespeicherten Konstante c. $R = MW/c$

"PRG" Prog# (1-13) = ..
"4" Prog# (1-13) = 4 <┘
"<┘" Ratio = Meas/c <┘
"<┘" C = Num < or > Meas
"<" C = +..... <┘ (numerische Konstante)
oder
">" C = +..... <┘ (Meßwert bei "PRG"-Drücken)
"<┘" +..... Rat

Programm-Nr. 5 dB

Dieses Programm gibt die Verstärkung des Messwertes zu einer Konstanten d im logarithmischen Maßstab an.
 $R = 20 \cdot \log(MW/d)$

"PRG" Prog# (1-13) = ..
"5" Prog# (1-13) = 5 <┘
"<┘" db = 20lg(Meas/d) <┘
"<┘" d = Num < or > Meas
"<" C = +..... <┘ (numerische Konstante)
oder
">" C = +..... <┘ (Meßwert bei "PRG" Drücken)
"<┘" +..... dB

Programm-Nr. 6 dBm

Die Verstärkung im logarithmischen Maßstab wird ausgegeben: $R = 20 \cdot \log(MW/e)$
Wobei e = 0,775 an 600 Ω bei Spannungsmessung und e = 1,29 mA bei Strommessung

"PRG" Prog# (1-13) = ..
"6" Prog# (1-13) = 6 <┘
"<┘" dBm = 20lg(Mea/e) <┘
"<┘" +..... dBm

5.4. Auswahl der Einstellprogramme 7 bis 13

Programm-Nr. 7 Time

Mit diesem Programm lassen sich die Integrationszeiten einstellen. Die Aufwärtstaste geht zur nächst höheren, die Abwärtstaste zur nächst tieferen Zeit. Mit der Entertaste wird die Einstellung bestätigt.

```
"PRG"      Prog# (1-13) =  ..
"7"        Prog# (1-13) = 7  <␣
"<␣"      time = 1 s > <  <␣ (Voreinstellung)
"<"        "   = 500ms > < <␣
oder
">"        "   = 5 s  > < <␣
"<␣"      Meßwertanzeige
```

Programm-Nr. 8 Trigger

Dieses Programm aktiviert die externe Triggerbuchse und setzt das Gerät in die Betriebsart Startbetrieb.

```
"PRG"      Prog#(1-13) =  ..
"8"        Prog# (1-13) = 8  <␣
"<␣"      trig = off > on  <␣
">"        trig = on  > off <␣
"<␣"      Meßwertanzeige
```

Programm-Nr. 9 Store

Bis zu 100 Meßwerte können gespeichert und auch wieder ausgelesen werden.

```
"PRG"      Prog# (1-13) =  ..
"9"        Prog# (1-13) = 9  <␣
"<␣"      Store < > Recall
"<"        Cont < > Start
```

"Cont" bedeutet, daß immer die letzten 100 Meßwerte gespeichert sind.

"Start" bedeutet, daß die Speicherung extern oder über IEEE-Bus gestriggert werden kann

```
"<"      Meßwertanzeige (Cont. Betrieb des Speichers)
```

MANUELLE BEDIENUNG

Meßwerte im "Startbetrieb" speichern

">" Num of meas = .. <↵
"99" = 99 <↵
"<↵" +1.999999 V = 001

Meßwerte über Tastatur auslesen

 Store < > Recall

">" Begin at No. . . <↵
"8" Begin at No. 8 <↵
"<↵" Down < > up (erscheint für ca. 2s)
 +..... V = 009
" > " +..... V = 010
oder
" < " +..... V = 008

Durch Drücken einer Funktionstaste kehrt man in den Messmodus zurück.

Die Meßwerte werden als Fließkommazahl abgespeichert und auch bei laufendem Meßwertspeicher und bei Auslesen des Speichers in der Anzeige in dieser Form dargestellt.

Bei einer Meßbereichüberschreitung (Overflow in der Anzeige) wird im Meßwertspeicher diese Messung auf "9999999" gesetzt. Beim Auslesen des Meßwertspeichers wird dieser Wert in der Anzeige dargestellt bzw. auch über den IEEE-Bus ausgegeben.

Programm-Nr. 10 Inten

Die Helligkeit der Anzeige läßt sich mit diesem Programm in 7 Stufen regulieren.

"Prg" Prog# (1-13) = ..
"10" Prog# (1-13) = 10 <↵
"<↵" Intens.(1-7) = 2 <↵ (Voreinstellung)
"4" = 4 <↵ (Anzeige wird heller)
"<↵" Meßwertanzeige

Programm-Nr. 11 Analog

Die Abweichung von einem Sollwert f wird mit +/- 100 Digit in Balkendarstellung angezeigt. Die Anzahl der eingegebenen Stellen bestimmt die Empfindlichkeit. Wird "f" 4 1/2-stellig eingegeben, so werden die 3. und 4. Stelle aufgelöst. "f" wird beim Aufrufen immer 6 1/2 stellig angegeben. Die Stellenanzahl kann mit der Cursor-Taste reduziert werden. Hierzu muß diese auf der letzten Stelle stehen. Bewegt man den Cursor nach vorne, wird die Stelle, die man verläßt gelöscht. Die beiden letzten sichtbaren Stellen werden dann um +/-100 Digit aufgelöst.

"PRG" Prog# (1-13) = ..
 "11" Prog# (1-13) = 11 <┘
 "<┘" Analog = f ± 100Dig <┘
 "<┘" f = Num < or > Meas
 "<" f = + <┘ (num. Konstante)
 oder
 ">" f = + <┘ (Messwert bei "PRG" Drücken)
 "<┘" +

z.B.

Eine Spannung von 5 V soll auf auf die 2. und 3. Stelle hinter dem Komma genau abglichen werden. Die Konstante muß dan exakt diese Stellenanzahl besitzen, d.h. f=5.000. Hat die angelegte Spannung einen Wert von 5.055 V, so wird ein Balken mit 55 Punkten und davor einem "+" Zeichen in den letzten 3 Anzeigeelementen dargestellt. Befindet sich die Spannung unter dem Sollwert 5.000 steht vor dem Balken ein "-" Zeichen. In den vorderen Elementen wird der Meßwert angezeigt.

Programm-Nr.12 IEEE

Mit diesem Programm können die IEEE-488 Adresse und das gewünschte Endzeichen (EOS) sowie die IEEE-Zustandsanzeige eingestellt werden

"PRG" Prog# (1-13) = ..
 "12" Prog# (1-13) = 12 <┘
 "<┘" Addr < > Talk only
 "<" Addr(0-30) = 07 <┘ (Voreinstellung)
 xx Addr(0-30) = xx <┘
 "<┘" EOS = EOI < > <┘ (Voreinstellung)
 "<" EOS = LF + CR < > <┘
 "<┘" Bus Display y < > n

Bei "<" wird der IEEE-Zustand in den 2 letzten Anzeigeelementen dargestellt.

Bei ">" erfolgt keine Zustandsanzeige

MANUELLE BEDIENUNG

Programm-Nr. 13 Cal

Dient zur Kalibrierung des Meßgerätes. Nähere Beschreibung siehe Kap. Kalibrierung.

```
"PRG"      Prog# (1-13)=  ..
"13"       Prog# (1-13)= 13 <┘
"<┘"      Calib. value=v  <┘
"<┘"      v= +...        <┘
xxxxxxx   v= + xxxxxxxx  <┘
"<┘"      + xxxxxxxx
```

5.5 Kanalanwahl

Der optionell eingebaute Meßstellenumschalter besitzt 10 vierpolige Kanäle (Nr. 0 - 9). Die Frontbuchsen können als 11. Kanal verwendet werden. Dies wird mit "CH-" in den letzten Anzeigeelementen dargestellt.

CHA	Chan. (0-9,-) = -	<┘
"5"	Chan. (0-9,-) = 5	<┘
"<┘"	+	CH5

Speicherung der Kanaleinstellungen

Die Geräteeinstellungen (Integrationszeit, Funktion und Meßbereich) für einen Kanal werden durch nochmaliges Anwählen des Kanales und anschließendem Drücken der "ENTER"-Taste gespeichert. Diese Daten werden nicht in dem Batterie-RAM abgelegt und gehen daher beim Ausschalten des Gerätes verloren.

z.B.

Sie haben bereits Kanal 5 angewählt (s.o.) und ändern die eingestellte Meßfunktion auf Gleichstrommessung. Zum Abspeichern dieser Einstellung die "CHA"-Taste drücken. Das Gerät zeigt "Chan. (0-9,-) = 5 <┘" an. Mit Drücken der "<┘"-Taste wird dann die momentane Einstellung für Kanal 5 gespeichert und das Gerät stellt nun bei jeder Anwahl von Kanal 5 automatisch die Meßfunktion Gleichstrommessung ein.

5.6. Offsetkorrektur

Ein durch Themospannungen oder Zuleitungswiderstände entstandener Offsetwert kann mit der "ZERO"-Taste digital korrigiert werden. In der Anzeige erscheint bei Spannungs- und Strommessung "zero". Bei der Widerstandsmessung wird "zero" nur dann angezeigt, wenn noch kein gültiger Messwert vorliegt. Liegt ein gültiger Messwert vor, dann wird der Nullpunkt sofort korrigiert.

In der Temperaturmessung (DMM 6001) erscheint "done" nach der Offsetkorrektur in der Anzeige.

Genauere Erläuterungen bezüglich dieser Funktion finden Sie in Kapitel 6.

5.7. Speichern von Geräteeinstellungen

Bestimmte Einschaltzustände des Gerätes können im Batterie-RAM abgelegt werden.

Abgespeichert werden können: Integrationszeit, IEEE-Bus-Adresse des Gerätes, Ende-Zeichen für den IEEE-Bus-Datentransfer und das Bus-Display

Hierzu muß vor Anwahl des entsprechenden Einstellprogrammes der Kalibrierschalter in die Stellung "CAL" gebracht werden. In der Anzeige wird dann abwechselnd der Meßwert bzw. "CAL" dargestellt. Dannach ist die gewünschte Einstellung vorzunehmen.

Nach Beendigung des Einstellprogrammes **nicht vergessen**, den Kalibrierschalter in die Stellung "MEAS" zu bringen. Die damit abgespeicherte Geräteeinstellung geht nun auch nicht mehr bei Ausschalten des Gerätes verloren.

Besonders nützlich hat sich diese Speichermöglichkeit bei der Adress- und Ende-Zeicheneinstellung im IEEE-Bus Betrieb erwiesen, da hier nach Wiedereinschalten des Gerätes die Anwender-Software sofort wieder gestartet werden kann, ohne daß Adresse und Ende-Zeichen überprüft werden müssen.

6. Offsetkorrektur

Die Verschiebung des Nullpunktes stellt eine Fehlermöglichkeit für fehlerhafte Messungen dar. Es ist daher sinnvoll eine Offsetkorrektur in regelmäßigen Zeitabständen durchzuführen. Im Normalfall ist die Nullpunktabweichung bei Spannungs- und Widerstandsmessung bei kurzgeschlossenen Eingängen leicht an der von Null verschiedenen Anzeige zu erkennen. Bei der Strommessung muß der Nullpunkt mit offenen Eingängen kontrolliert werden.

Mit der "Zero"-Taste kann eine Nullpunktkorrektur bei allen Funktionen gestartet werden.

6.1 Offsetkorrektur bei Spannungsmessungen

Hierzu wird am "V/Ohm"-Eingang ein Kurzschluß hergestellt und danach die "Zero"-Taste betätigt. Das Gerät führt nun in dem eingestellten Bereich eine Nullpunktmessung durch, deren Dauer durch die eingestellte Integrationszeit bestimmt ist. Solange der Nullpunkt noch nicht korrekt vorliegt wird "zero" angezeigt.

Ist bei Start der Nullpunktmessung die Bereichsautomatik eingeschaltet, werden alle Spannungsbereichen nacheinander korrigiert. Die Tastatur ist während der Korrekturmessung gegen weitere Bedienung gesperrt.

Bei der Wechselspannungsmessung ist eine Offsetkorrektur im Normalfall nicht möglich (lediglich nach dem Zurückladen der Original Kalibrierdaten, siehe Kap. 10.1), da sich der Messwert als Echt-Effektivwert aus der Wurzel der Summe der Quadrate von Offset- und Signalspannung zusammensetzt

$$U_{\text{Anz}} = \sqrt{U_{\text{Offs}}^2 + U_{\text{Sign}}^2}$$

Wie aus der obigen Gleichung zu sehen ist, würde die Offsetkorrektur einen nicht unerheblichen Linearitätsfehler beim Meßergebnis bewirken.

6.2 Offsetkorrektur bei Strommessungen

Diese verläuft analog zur Spannungsmessung, wichtig ist hierbei, daß die Offsetkorrektur mit "offenen" Stromeingängen durchgeführt wird.

Wird im 2mA-Bereich der Stromeingang kurzgeschlossen, führt dies zu einer von Null abweichenden Anzeige. Dieser Effekt wird durch die aktive Amperemeterschaltung hervorgerufen, das Gerät arbeitet jedoch einwandfrei.

Der Nullpunkt des Wechselstroms verhält sich analog zur Wechselspannung.

6.3. Offsetkorrektur bei Widerstandsmessung

Bei der Widerstandsmessung muß die Offsetkorrektur für die 2- und 4-Draht-Messung immer getrennt durchgeführt werden.

Der Nullpunkt wird bei Integrationszeiten größer gleich 1s im Allgemeinen sofort korrigiert und angezeigt. Eine Nullpunktmessung mit "zero" in der Anzeige wird nur dann durchgeführt, wenn der Messwert noch nicht stabil genug ist.

Bei den Integrationszeiten kleiner gleich 500ms wird bei der Offsetmessung immer "zero" angezeigt.

Die Korrektur muß für 2- und 4-Draht-Messung getrennt durchgeführt werden.

Bevor eine Offsetkorrektur gestartet wird, müssen bei der 2-Draht-Widerstandsmessung die Ω -T -Buchsen kurzgeschlossen sein.

In der 4-Draht-Anordnung ist es zur Vermeidung von Übergangswiderständen und von Thermospannungen sinnvoll den V/ Ω -T-Eingang direkt kurzzuschließen und den kurzgeschlossenen SOURCE-Eingang hiermit zu verbinden.

6.4. Offsetkorrektur bei der Temperaturmessung

Entsprechend den anderen Meßfunktionen kann auch für die Temperaturmessung eine Offsetkorrektur durchgeführt werden. Wegen der nachfolgenden Umrechnung und Linearisierung ist der Ablauf der Offsetkorrektur jedoch unterschiedlich zu den Methoden bei anderen Funktionen: An den Eingängen "V- Ω /T" und "Source" (Abb. 6.4.) wird ein Kurzschluß hergestellt. Das Multimeter meldet daraufhin Überlauf, "Overflow". Die Offsetkorrektur wird ausgelöst ("ZERO") und nach erfolgreicher Korrektur steht "done" in der Anzeige: Die Offsetkorrektur ist ausgeführt. Der erste Temperaturmesswert erscheint nachdem der Kurzschluß entfernt wurde und ein gültiger Meßwert anliegt, d.h. der Temperatursensor muß angeschlossen werden damit das Multimeter einen neuen Messwert anzeigt.

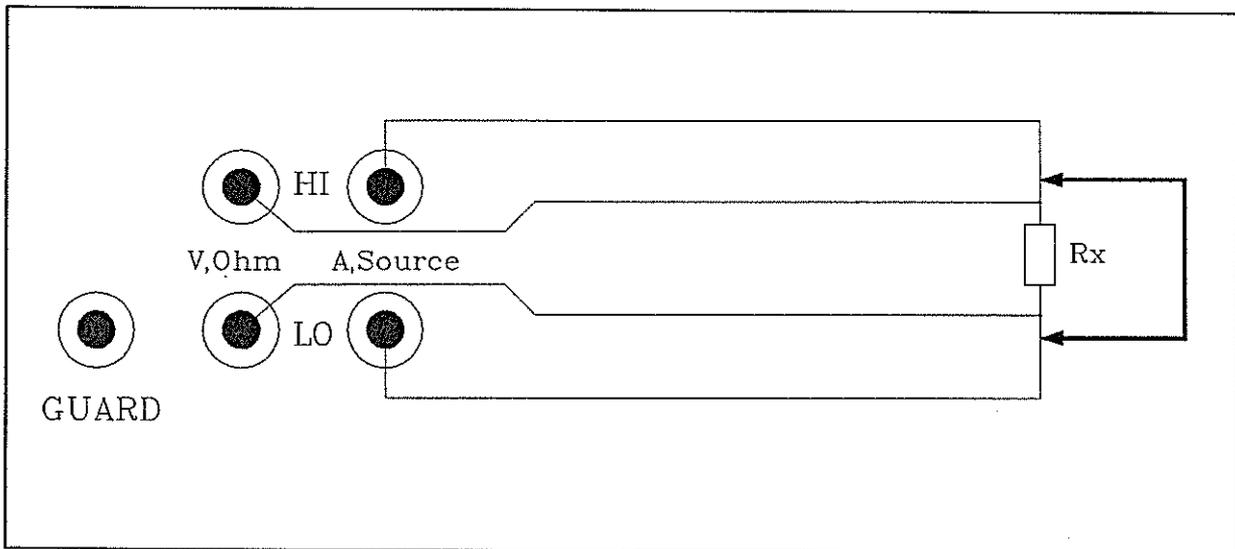


Abb. 6.4. Beschaltung zur Offsetkorrektur

7. Fehlermeldungen und Selbsttest

7.1. Fehlermeldungen

Das Digitalmultimeter erkennt durch Bedienung hervorgerufene Fehler. Sie werden im Hauptanzeigefeld und über den IEEE-488-Bus ausgegeben. Zur einfacheren Fehlerauswertung werden diese Fehler über den IEEE-Bus codiert ausgegeben. In der nachfolgenden Auflistung werden die in der Anzeige erscheinenden Fehler erklärt, die entsprechende IEEE-Bus Fehlermeldung steht in Klammern.

Overflow (Error 1)	Überlauf Messen: Der erlaubte Zahlenbereich ist überschritten.
Comp. Error (Error 2)	Überlauf Rechnen: Der erlaubte Zahlenbereich für Rechenergebnisse ist überschritten.
Offset too large: (Error 4)	Fehler bei Offsetmessung: Der an den Eingangsbuchsen anliegende Offset ist zu groß.
CAL. too small (Error 5)	Sollwert kleiner 5% oder größer 100% des Anzeigeumfangs.
CAL. switch ! (Error 5)	Kalibrationsschalter auf der Geräterückseite steht auf "MEAS".
Buffer overflow (Error 6)	Fehler im IEEE-488-Bus-Interface: In einer Gerätemachricht hat das Multimeter mehr als 30 Zeichen empfangen.
RAM - Error (Error 8)	Fehler bei Selbsttest 2: Ermittelte und Kontrollprüfsumme stimmen nicht überein. Abhilfe durch Zurückladen der EPROM-daten in das batteriegepufferte RAM. Hierzu bitte die Hinweise in Kapitel 10.1 "Zurückladen der ORIGINAL Kalibrierdaten" beachten
ROM - Error (Error 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 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.

Hardware - check:	initialisiert das Multimeter und überprüft den Analogteil auf Funktion.
RAM - check :	bildet eine Checksumme der im gepufferten RAM abgelegten Kalibrationsfaktoren und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.
EPROM - check:	bildet eine Checksumme der Programm-ROMS und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.
Battery - check:	Wird nur bei Einschalten mit offenem Kalibrierschalter durchgeführt. Die Spannung der Li-Batterie wird überprüft.

8. Meßtechnische Hinweise

8.1. Meßtechnische Hinweise Gleichspannungsmessung

8.1.1 Meßspannungszuführung

Die Zuführung der Meßspannung erfolgt auf der Frontplattenseite über die beiden Buchsen "V/ Ω -T", wobei eine positive Spannung an der roten Buchse relativ zur schwarzen Buchse eine positive Anzeige bewirkt. Der "Hi"-Eingang der Spannungsbuchsen darf jedoch nicht mit dem "LO"-Eingang der rechts liegenden Strombuchsen verbunden werden, da dies zu einem Defekt im Gerät führen kann. Es ist darauf zu achten, daß die maximal zulässigen Werte von 125 V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen dem "LO" Eingang und Guard (siehe Abschnitt Abschirmung) und 125 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.

8.1.2. Eingangswiderstand V=

Um die hohe Linearität des Meßverfahrens auszunutzen, ist der Eingangswiderstand für Spannungsmessungen 2 V sehr hochohmig. In diesem Bereich erlaubt das Gerät noch genaue Messungen an Meßobjekten mit 100 kOhm Innenwiderstand. Im 20 V-, 200 V- und 1.000 V-Bereich verursachen 100 Ohm Innenwiderstand bei 100.000 Auflösung schon den entsprechenden Fehler von einem Ziffernschritt. Eingangswiderstand, Anzeigebereich und Auflösung sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Bereich	maximaler Anzeigebereich	Eingangswiderstand	maximale Auflösung
200 mV	.1999999 V	1 GOhm	100 nV
2 V	1.999999 V	1 GOhm	1 μ V
20 V	19.99999 V	10 MOhm	10 μ V
200 V 1)	199.9999 V	10 MOhm	100 μ V
1000 V 1)	1000.000 V	10 MOhm	1 mV

8.1.3. 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. oder dauernd	± 1.000 V 1) ± 500 V 1)
± 20 V, ± 200 V, ± 1000 V Bereich dauernd	± 1.000 V 1)

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 Temperaturengleichs eine Nullpunktverschiebung bewirken können.

1) Bei Ausrüstung mit Scanner (Option 6000/01) max. 125 V. 1000 V-Bereich entfällt.

8.1.4. 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 würde kein Fehler entstehen, 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.

8.1.5. 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 tiefsten 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. Meßtechnische Hinweise Widerstandsmessung

Eine Widerstandsmessung wird beim Digitalmultimeter auf folgende Art und Weise ausgeführt: In den zu messenden Widerstand (R_x) wird ein konstanter Strom (I) eingepreßt, der gleichzeitig auch über einen bekannten internen Bereichswiderstand fließt. Der Spannungsabfall über R_x 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 der Referenzspannungsquelle ein.

8.2.1. Zweidraht-Messungen

Das Digitalmultimeter 5001 und 6001 führt Widerstandsmessungen in Zweidraht-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 der gestrichelten Linie in Abb. 8.2.1 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.

ACHTUNG !!!!

Bei großen Widerständen (ab 100 kOhm) sollten abgeschirmte Meßleitungen verwendet werden, wobei die Abschirmung mit Erde verbunden sein muß, um störende Einstreuungen durch Fremdspannungen (Netzbrumm) zu verhindern. Weiterhin von Vorteil ist auch eine Integrationszeit von größer 1s, da hier die störenden Einstreuungen durch die bessere Integration des Meßsignals unterdrückt werden.

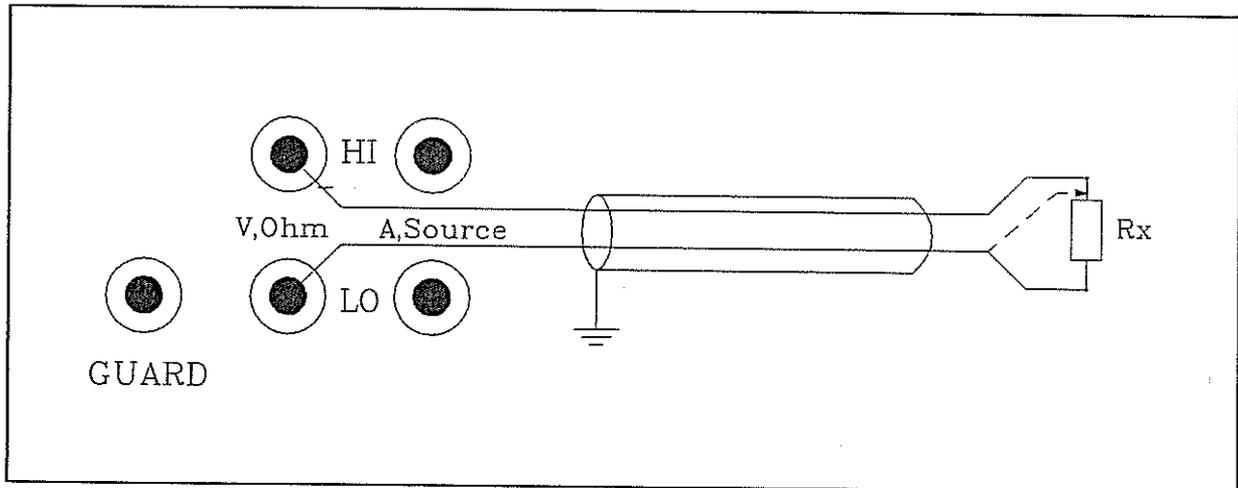


Abb. 8.2.1. Zweidraht-Meßanordnung

Die Meßanordnung (s. Abb. 8.2.1.) ergibt akzeptable Meßergebnisse; dies jedoch nur in einem Widerstandsbe-
reich, der nach oben und unten eingeschränkt ist: Bei hohen Widerstandswerten treten Leckstromprobleme auf,
die aus der Parallelschaltung von R_x und dem Kabelisolationswiderstand herrühren. Bei niedrigen Widerstands-
werten, insbesondere im 100 Ohm-Bereich, macht sich der Zuleitungswiderstand bemerkbar. Für diese Berei-
che ist eine Vierdraht-Messung zu empfehlen.

8.2.2. Vierdraht-Messungen (nur mit DMM 6001 möglich)

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

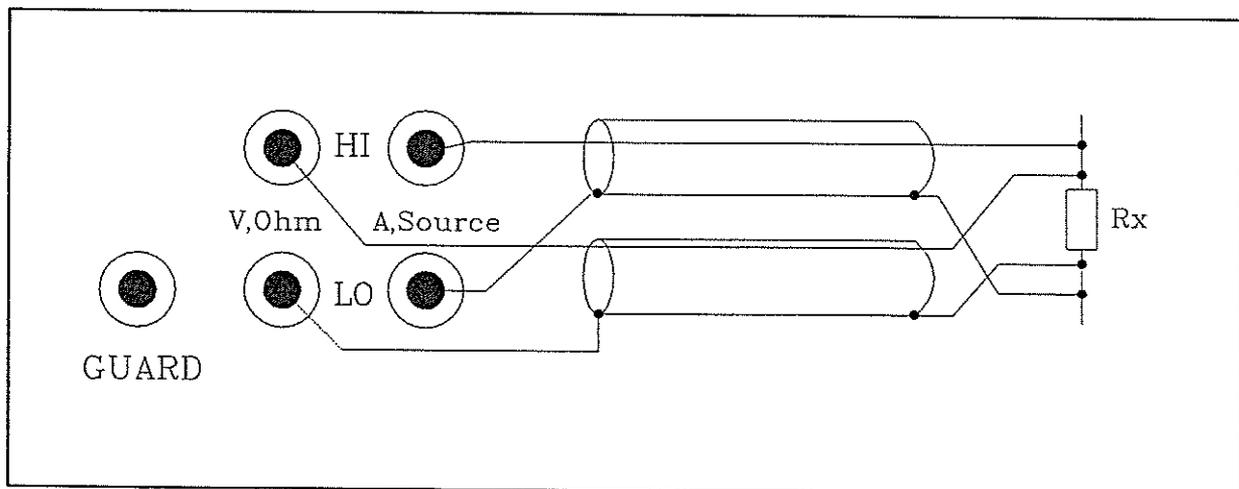


Abb. 8.2.2. Übliche Vierdraht-Meßanordnung

Bei der Meßanordnung nach Abb. 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 Zu-
leitungen von den "Ohm-Source"-Ausgängen bis etwa 0,5V pro Leitung abfallen. Ein Überlauf wegen einem zu
großen R_x wird durch "Overflow" angezeigt.

Meßwiderstände größer $200\text{ k}\Omega$ können bei dem DMM 6001 nicht in Vierdraht-Anordnung gemessen werden. Hierfür muß die Zweidraht-Anordnung verwendet werden, wobei auch hier eine Abschirmung gegen Erde und Messzeiten größer 1 s für eine höhere Meßgenauigkeit von Vorteil sind.

Polarität des Meßstromes:

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 Abb. 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.

Die Größe der Meßströme können aus Kapitel 2.2. entnommen werden.

8.3. Meßtechnische Hinweise Wechselspannungsmessung

Das Digitalmultimeter mißt den echten Effektivwert der angelegten Wechselspannung, 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 (Abb. 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 700 V-Bereich ist bei höheren Frequenzen (200 V-Bereich über 100 kHz, 700 V-Bereich über 10 kHz) zu beachten, daß die angelegte Wechselspannung nicht das Effektivwertprodukt 10.000.000 V x Hz übersteigt.

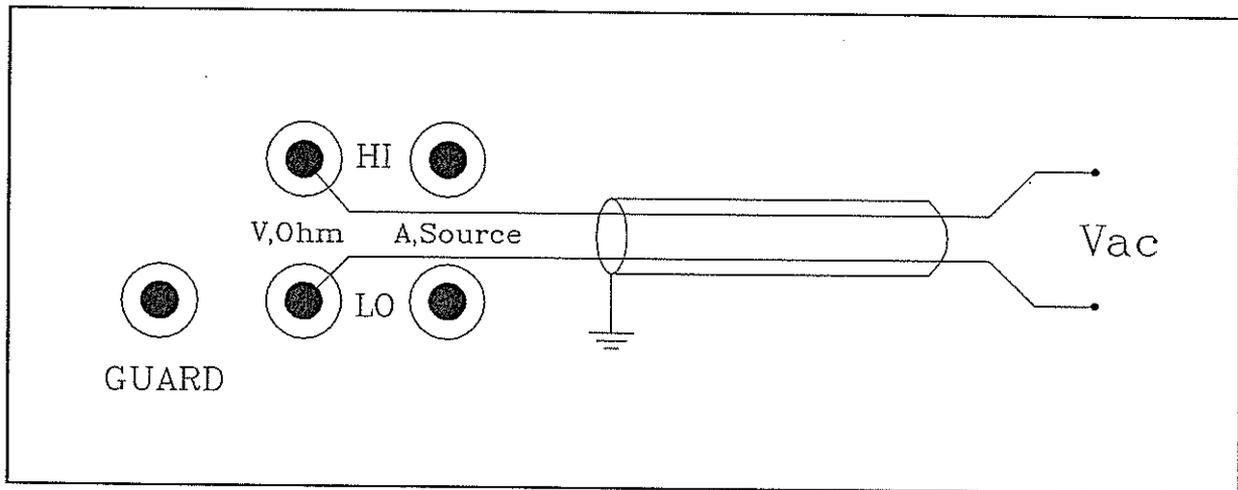


Abb. 8.3.1. Wechselspannungsmessung mit abgeschirmtem Zwei-Leiter-Kabel

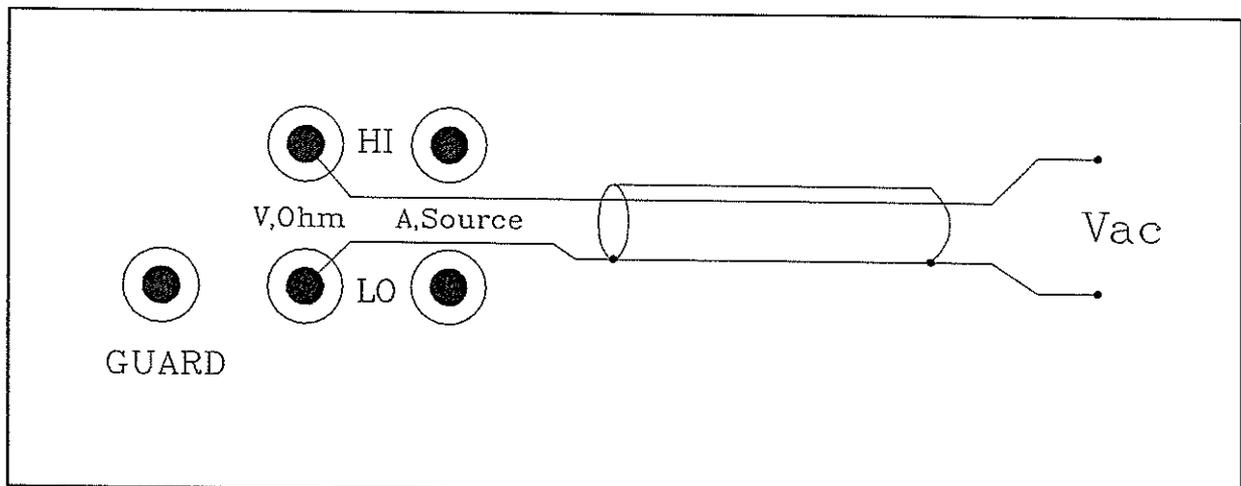


Abb. 8.3.2. Wechselspannungsmessung mit Koaxialkabel

8.4. Meßtechnische Hinweise Gleich- und Wechselstrom

Das Digitalmultimeter bietet die Möglichkeit Gleich- und Wechselströme zu messen. Verwendet wird der "Aac, dc"-Eingang des Multimeters. Der gleichzeitige Anschluß einer Stromquelle an den "A"-Eingang und einer Spannungsquelle an den "V"-Eingang sollte vermieden werden, da dies zu Fehlmessungen führen kann. Bei unterschiedlichen Potentialen der beiden Quellen kann ferner die Schmelzsicherung 0,1 A (träge) zwischen "V/Ohm- und "A" - "LO" zerstört werden, die den Eingang gegen Stromüberlastung schützt. 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 Bürdenspannungen kleiner 20 mV erlaubt.

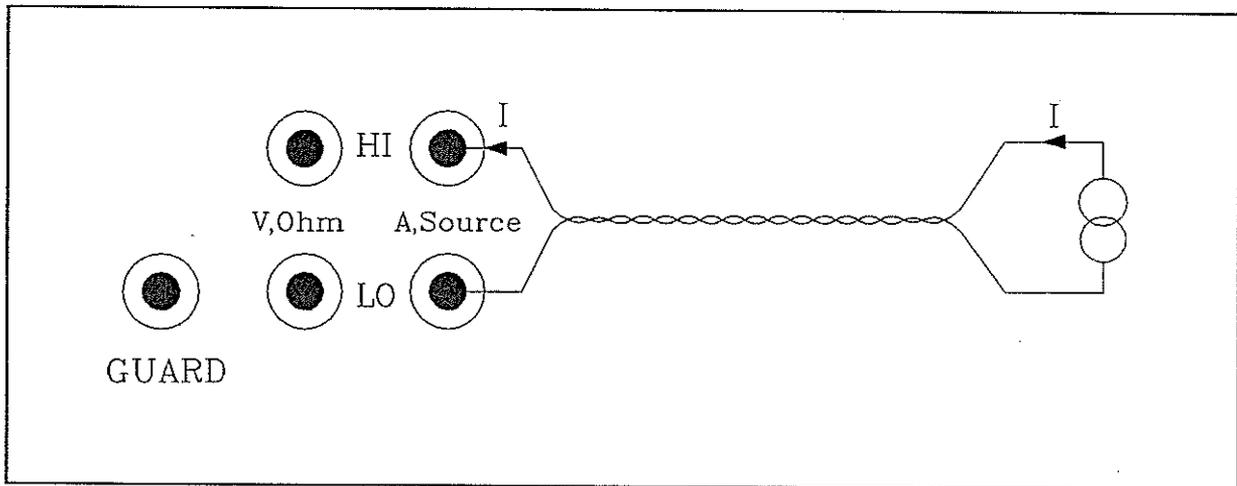


Abb. 8.4.1. Strommessung mit Zweileiter-Kabel

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 beim Abheben der Oberschale in der unteren Gehäuseschale verbleibt. Die beiden Gehäuseschalen sind mit einer Erdungsleitung verbunden, die nicht gelöst werden soll. Die Schmelzsicherung 3A (flink) befindet sich nahe dem 0,1 Ω Shunt und die Schmelzsicherung 0,1A (träge) befindet sich parallel zu dem Stromrelais K9 nahe den Eingangsbuchsen rechts vorne im Meßgerät (siehe Lageplan des Vorverstärkers im Anhang).

8.5. Meßtechnische Hinweise Temperaturmessung °C, °F oder Kelvin

Die Temperaturmessung erfolgt mittels eines Pt100-Elementes, das vierpolig an die Eingänge "Ohm-T-HI-LO" und "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 Vierdraht-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. Abb. 8.2.2. genannten Hinweise zur Vier-Leiter-Widerstandsmessung.

Fühlerabgleich

Der Fühlerabgleich kann bei einer genau bekannten Temperatur z.B. in einem Wasserbad oder mit Hilfe eines genau bekannten Referenzwiderstandes durchgeführt werden (Abb. 8.5.2.). Es ist sinnvoll vor dem Fühlerabgleich eine Offsetkorrektur durchzuführen (siehe Kapitel 6.4. Offsetkorrektur) Der Abgleich geschieht durch Kalibrierung auf diesen genau bekannten Wert (siehe "Kalibrierung").

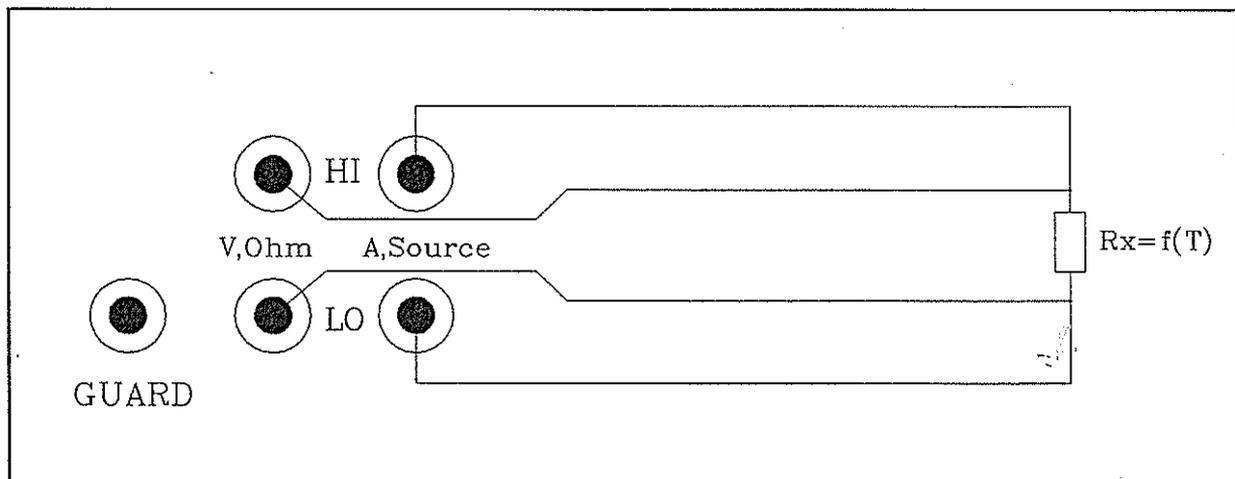


Abb. 8.5.2. Fühlerabgleich bei beliebiger Temperatur

8.6. Automatische Filterung

Liegt die Differenz von zwei aufeinanderfolgenden Meßwerten innerhalb einer bestimmten Anzahl von Digits, so wird in der Betriebsart kontinuierliche Messung der gleitende Mittelwert über 10 Messungen gebildet. Bei Überschreitung der erlaubten Differenz wird die Mittelwertbildung neu gestartet.

Bei der Spannungsmessung wird ab einer Differenz von ca. 40 Digit die alte Filterung beendet und eine neue Mittelwertbildung gestartet. Für die Widerstandsmessung liegt dieser Wert bei ca. 70 Digit.

Ausschalten der Filterung

Durch nochmaliges Drücken der Funktionstaste wird die Filterung, gleich welche Differenz zwischen den Meßwerten vorliegt, neu gestartet.

Über den IEEE-488-Bus wird die Filterung mit dem Befehl "PF" dauerhaft ausgeschaltet. Durch Senden des Befehls "P0" oder Aus- und Einschalten des Gerätes ist das Filter wieder aktiv.

Auch die jeweils ersten Meßwerte nach Kanal-, Funktions- und Meßzeitänderung sind ungefiltert.

9. IEEE-488-Bus-Schnittstelle

Alle Funktionen können sowohl über die Tastatur als auch über die IEEE-Schnittstelle bedient werden. Ausgenommen hiervon ist die Einstellung von Geräteadresse, Ende-Zeichen und die Speicherung der Kanaleinstellung, die nur über die Tastatur vorgenommen werden können.

9.1. Betrieb am IEEE-Bus

Sobald das Gerät über die IEEE-Schnittstelle als Listener adressiert ist, wird die Tastatur für die Bedienung der Gerätefunktionen blockiert. Die Bedienung über die Tastatur ist erst dann wieder möglich, wenn der Rechner sie frei gibt (Kommando "GTL") oder die "REN"-Leitung inaktiv wird und damit den Fernsteuer-Zustand für das Gerät aufhebt. Dies ist auch der Fall, wenn die "LOCAL"-Taste gedrückt wird.

Bei Fernsteuerung leuchtet im rechten Teil der Hauptanzeige das Segment bei "REM"ote.

Das Gerät versteht innerhalb eines Befehles bis zu 30 Zeichen. Alle Zeichen sind ASCII-Zeichen (ISO-7-bit Code). Mehrere Befehle können in einer Zeichenkette zusammengefaßt werden (z.B. "VDR5A1"), einige Befehle müssen jedoch alleine gesendet werden.

Die spezifischen Befehle zur Steuerung und Datenübertragung über die IEEE-Schnittstelle sind dem Handbuch des eingesetzten Rechners oder des verwendeten IEEE-Bus-Interfaces (IEC-Bus) zu entnehmen.

Enthält die vom Computer gesendete Zeichenkette Leerzeichen (SPACE, ASCII-Code 20 H), dann werden sie ignoriert.

Enthält die Zeichenkette mehr als 30 Zeichen wird die Fehlermeldung "ERROR 6" über den IEEE-Bus ausgegeben, z.B. bei falsch eingestelltem Ende-Zeichen. Das Gerät kann sowohl Befehle empfangen (Betrieb als LISTENER) als auch Gerätenachrichten über seinen Zustand abgeben (Betrieb als TALKER).

Der Zeitpunkt, zu dem das Gerät Nachrichten abgibt, kann vom Rechner festgelegt werden. Eine Möglichkeit besteht darin, daß der Rechner es als TALKER adressiert und die Gerätenachricht ausliest, die zweite Möglichkeit besteht darin, das Gerät im SRQ-Betrieb zu betreiben. Es fordert dann die Bedienung durch den Rechner an, wenn eine Zustandsänderung stattgefunden hat. Per Befehl kann auf SRQ-Betrieb umgeschaltet werden. Die Grundeinstellung nach Einschalten des Gerätes ist ein Betrieb ohne SRQ.

9.1.1. Fähigkeiten der IEEE-488-Bus-Schnittstelle

Die IEEE-Rechnerschnittstelle besitzt die folgenden nach der IEEE-488-Norm definierten Fähigkeiten:

SH 1	Handshake Quellenfunktion
AH 1	Handshake Senkenfunktion
T6	TALKER Funktion
L3	LISTENER Funktion
RL1	Fernsteuerung
DC1	Rücksetzfunktion
DT1	Auslösefunktion
SR1	Bedienungsruffunktion

9.1.2. Schnittstellenbefehle

Das Gerät versteht die Universalbefehle DCL, SPE und SPD. Der Befehl DCL bringt das Gerät in seinen Grundzustand (Vdc, 1000V). Von den adressierten Befehlen versteht es GET, GTL, LLO und SDC.

Die Befehle haben folgende Wirkung:

DCL Device Clear	Vdc, 1000V, Scanner aus, Langstring, Automatik aus, Start-, SRQ-, Display- und Rechen-Betrieb aus.
SDC Selected Device Clear	siehe Device Clear
GTL Go To Local	Fernsteuerung wird aufgehoben
LLO Local Lock Out	Gerät kann nicht über die Tastatur(LOCAL-Taste) auf manuelle Bedienung umgeschaltet werden
SPE Serial Poll Enable	Vorbereiten des Serial Poll
SPD Serial Poll Disable	Abschließen des Serial Poll
GET Group Execute Trigger	Starten der adressierten Geräte

9.1.3. Einstellung des Multimeters zum Betrieb am IEEE-Bus

Um das Gerät an einem Rechner mit IEEE-Bus-Schnittstelle betreiben zu können, sind außer der vorhandenen Schnittstelle und dem richtigen Verbindungskabel noch weitere Voraussetzungen zu erfüllen. Damit sich Rechner und Gerät verständigen können, müssen die folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

Das Gerät muß eine Geräteadresse erhalten, unter der es vom Rechner aus angesprochen werden kann. Die IEEE-488-Norm sieht hierzu die Adressen 00-30 als zulässige Nummern vor, unter denen ein Gerät erreichbar sein muß. Damit der Datenaustausch zwischen Computer und Gerät einwandfrei funktioniert, muß weiterhin vereinbart werden, mit welchem Zeichen eine Datenübertragung zwischen beiden beendet wird.

Dieses Zeichen ist bei den meisten Computern unterschiedlich. Daher ist die Einstellung von Ende-Zeichen-Vereinbarungen notwendig. Welches Ende-Zeichen Ihr Rechner verwendet, entnehmen Sie bitte dem Handbuch zum Rechner oder zum IEEE-Interface des Rechners.

Das Gerät läßt 9 Ende-Zeichen-Einstellungen zu, die Sie der nachfolgenden Tabelle entnehmen und mit den Angaben des Rechnerherstellers vergleichen können. Wählen Sie dann das den Angaben im Rechnerhandbuch entsprechende Ende-Zeichen.

Ende-Zeichen (EOS)			typische Rechner
EOS 1	EOS 2	EOI-Leitung	
CR +		EOI-Leitung	Apple
CR			
LF +		EOI-Leitung	IBM
LF			IBM
CR + LF +		EOI-Leitung	IBM
CR + LF			HP
LF + CR +		EOI-Leitung	
LF + CR			
		EOI-Leitung	Commodore

9.1.4. Einstellung von Geräteadresse und Ende-Zeichen

Geräteadresse und Ende-Zeichen zum Betrieb am IEEE-Bus werden über die Tastatur eingestellt.

Angenommen, Sie wollen das Gerät an einem IBM-PC/XT/AT mit dem PREMA 5024-Interface(ohne weitere Einstellung) betreiben, dann muß das Ende-Zeichen LF + EOI-Leitung gewählt werden. Das Gerät soll z.B. die Geräteadresse 17 erhalten.

Wählen Sie Programm 12 an. In der Anzeige erscheint dann "Addr < > Talk Only". Nach Drücken der "<"-Taste erscheint z.B. "Addr(0-30) = 07". Mit der Tastatur kann man nun die Adresse 17 einstellen und mit "Enter" bestätigen. Danach wird "EOS = EOI" angezeigt. Mit den Auf- und Abwärtstasten können Sie dann das gewünschte Schutzzeichen anwählen, hier LF + EOI, und mit "Enter" bestätigen. Jetzt erscheint "Bus Display y < > n". Mit Drücken der ">"-Taste kommen Sie in den Messmodus zurück. Das Gerät ist jetzt auf Adresse 17 mit Endezeichen LF + EOI eingestellt. Der jeweilige Buszustand wird nicht mit angezeigt

Abspeichern der IEEE-Adresse im gesicherten RAM

Soll die Adresse auch nach dem Ausschalten gespeichert sein, dann muß vor dem Starten von Programm 12 der Kalibrierschalter in Stellung "CAL" gebracht werden. Nach dem Beendigung der IEEE-Einstellung bitte nicht vergessen, den Schalter wieder in Stellung "MEAS" zu bringen, da sonst die Original-Kalibrierdaten aus dem EPROM in das RAM geladen werden und die Offsetkorrektur für jeden Bereich neu durchgeführt werden muß.

9.2. Betrieb des Digitalmultimeters als Listener

Um das Gerät zum Empfang von Befehlen vorzubereiten, muß es als LISTENER adressiert werden. Entsprechende Angaben hierzu finden sich im Handbuch des Rechner- oder IEEE-Interfacekartenherstellers. Nach dem Adressieren als LISTENER leuchtet bei angewählter IEEE-Zustandsanzeige die untere Segmenthälfte bei "LTN" auf.

Das Gerät versteht die folgenden Befehle:

- "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. (Nur DMM 6001)
- "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-Fühler, Anzeige in °Celsius. (Nur DMM 6001)
- "TF" wählt die Meßfunktion "Temperatur" mit Pt-100-Fühler, Anzeige in °Fahrenheit. (Nur DMM 6001)
- "TK" wählt die Meßfunktion "Temperatur" mit Pt-100-Fühler, Anzeige in Kelvin. (Nur DMM 6001)
- "Rx" Mit "Rx" wird der Meßbereich gewählt. Für "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.
- "A0" (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 diesem Befehl kann die Verzögerung bis zur Ausführung maximal 12,5 ms dauern. Der "S1" Befehl sollte immer am Ende eines Kommandostrings stehen oder alleine gesendet werden.
- "STxx" Startet den Meßwertspeicher. xx gibt die Anzahl der zu speichernden Messwerte an. (xx = 0 bis 99)
- "SC" Schaltet den Meßwertspeicher in den Continuous Modus, d.h. jeweils die letzten 100 Messwerte werden gespeichert.
- "RCxx" legt die Anfangsadresse beim Auslesen des Meßwertspeichers fest. Jedes weiteres Auslesen einer Gerätemachricht gibt den Meßwert des nächstfolgenden Speicherplatzes. (xx = 0 bis 99)

- "Mx" wählt einen Scanner-Kanal an. Mit "MO" (Buchstabe O) 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 und schaltet in den Meßmodus zurück. Das gleitende Mittelwertfilter wird wieder aktiviert. In der Anzeige steht das Meßergebnis.
- "P1" wählt das Programm zur Offsetkorrektur. Es wird der Wert $R = MW - a$ angezeigt.
- "P1EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante a.
- "P2" wählt das Programm zur Berechnung der %-Abweichung. Es wird der Wert $R = 100 * (MW - b) / b$ angezeigt.
- "P2EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante b.
- "P3" wählt das Programm Incremental an ($R = MW_n - MW_{n-1}$)
- "P4" wählt das Programm Verhältnismessung an ($R = MW / c$)
- "P4EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante c
- "P5" wählt das Programm zur Berechnung der Verstärkung in dB. ($R = 20 * \lg (MW / d)$)
- "P5EN" speichert den letzten Meßwert in die Konstante d.
- "P6" wählt das Programm zur Berechnung des Pegels in dB. Es wird der Wert $R = 20 * \log (MW / e)$ angezeigt. Dabei besitzt e den Wert 0,775 V bei Spannung und 1,29 mA bei Strom.
- "PF" schaltet das gleitende Mittelwertfilter aus (siehe Kap. 8.6).
- "AFxxxxxx" Übergibt die Konstante "f" der Analoganzeige an das Meßgerät. Die beiden letzten Stellen der Konstanten werden dann mit +/- 100 Digit aufgelöst. Form der Eingabe siehe unter "Cx".
- "AF" Startet die Analoganzeige (Programm B) mit dem alten Wert der Konstanten f.
- "Cx" "Konstanteneingabe", Nach "C" erwartet das Digitalmultimeter eine Konstantenangabe. Wird z.B. "CA" eingegeben, erscheint in der Hauptanzeige des Digitalmultimeters der Wert der Konstanten A. Als folgende Zeichen erwartet das Digitalmultimeter den numerischen Wert der Konstanten. Soll kein neuer Wert eingegeben oder die Eingabe beendet werden, muß ein weiterer String gesendet werden, der einen beliebigen Befehl enthält, z.B. eine Programmnummer "Px", die Meßzeit "Tx" oder eine beliebige Meßfunktion. Konstanten können als Gleitkommazahl mit Mantisse und Exponent eingegeben werden.

Die Mantisse darf bis zu 7 Stellen haben. Das Komma darf an jeder Stelle der Mantisse stehen. Das Vorzeichen kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt geändert werden. Der Exponent wird mit "E" gekennzeichnet und sein Wert darf nicht länger als eine Stelle und größer als 7 sein. Sein Vorzeichen muß vor dem Exponenten geändert werden. Wird kein Vorzeichen für den Exponenten eingegeben, wird der Exponent positiv gewertet. Beispiel: Der Wert +300.581 für Konstante A kann als CA300.581 oder CA + 300.581E0 oder CA3.00581E2 eingegeben werden.

- "D1 text" Nach "D1" kann die Anzeige mit einem beliebigen Text beschrieben werden.
- "D0" schaltet den Displaybetrieb ab. Es erscheint Meß- oder Rechenergebnis in der Anzeige.
- "Ix" Reguliert die Helligkeit der Anzeige. (x = 0 bis 7)
- "ID?" sendet beim nächsten Auslesen die Gerätekenung zurück. (z.B. DVM6001/SC)
- "NVxxxxxxxx" nach NV erwartet das Multimeter eine 8-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 Kalibriermessung.

9.2.1. Tabelle der vom Gerät akzeptierten Befehle

VD	Gleichspannung				
VA	Wechselspannung				
O2	Widerstand 2-Draht-Messung				
O4	Widerstand 4-Draht-Messung (nur DMM 6001)				
ID	Gleichstrom				
IA	Wechselstrom				
TC	Temperatur in °C (nur DMM 6001)				
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	2 mAdc, mAac
R3	Bereich: 20	Vdc, Vac,	20	kOhm
R4	Bereich: 200	Vdc, Vac	200	kOhm
R5	Bereich: 1000	Vdc, Vac,	1600	kOhm	2000 mAdc, mAac
R6	Bereich:		16000	kOhm	
A0	(A/Null) Bereichsautomatik aus				
A1	Bereichsautomatik ein				
T1	Integrationszeit	50ms;	Anzeige	5 1/2	-stellig
T2	"	100ms;	"	5 1/2	"
T3	"	0,5 s;	"	5 1/2	"
T4	"	1 s;	"	6 1/2	"
T5	"	5 s;	"	6 1/2	"
T6	"	10 s;	"	6 1/2	"
ZO	Zero (Buchstabe O), Offsetkorrektur				

S1	Startbetrieb, Start		
S0	(S/Null) kontinuierliches Messen		
STxx	Startet die Meßwertspeicherung mit xx Speicherplätzen (xx = 0 bis 99)		
RCxx	Initialisiert den Speicherplatz von dem aus mit dem Auslesen des Meßwertspeichers begonnen wird. (xx = 0 bis 99)		
MO	Scanner abgeschaltet (Buchstabe O)		
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		
NVxxxxxxx	Sollwert (für Kalibrierung), bei Temperatur immer mit Vorzeichen (erstes x) .		
P0	(P/null) Schaltet in den Meßmodus zurück		
P1	Anzeige des offsetkorrigierten Meßwertes $R = MW-a$		
P2	% -Abweichung $R = 100 * (MW-b)/b$		
P3	Incremental $R = MW_n - M_{n-1}$		
P4	Ratio $R = MW/c$		
P5	dB-Anzeige $R = 20 * \log (MW/d)$		
P6	dBm-Anzeige $R = 20 * \log (MW/e)$ mit e = 0,775V an 600 Ohm für Spannungen und e = 1,29 mA für Strom		
PF	schaltet gleitenden Mittelwertfilter aus.		
Cx	wählt die Konstante Cx an (x = a bis e). Eine direkt folgende Zahl wird als Konstante übernommen		
AF	schaltet die Analoganzeige an und übergibt einen nachfolgenden Wert als Konstante f.		
PxEN	Meßwert übernehmen für Programmkonstante bei P1, P2, P4 und P5, x = 1, 2, 4, 5		
D1	Display-Betrieb an.		
D0	(D/NULL) Display-Betrieb aus.		
Ix	Intensitätseinstellung der Anzeige. (x = 0 bis 7), x = 0 schaltet die Anzeige dunkel.		
ID?	Beim nächsten Auslesen des Gerätes wird die Geräteerkennung ausgegeben.		

9.2.2. Display-Betrieb

Im Display-Betrieb kann der Rechner unabhängig von anderen Gerätefunktionen Texte auf der Anzeige des Gerätes ausgeben. Mit "D1" wird der Display-Betrieb eingeschaltet. Die nächstfolgenden ASCII-Zeichen werden als Text auf die Anzeige geschrieben. 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 Display-Betrieb wieder abgeschaltet und es erscheint die zur momentanen Betriebsart und Funktion gehörige Anzeige.

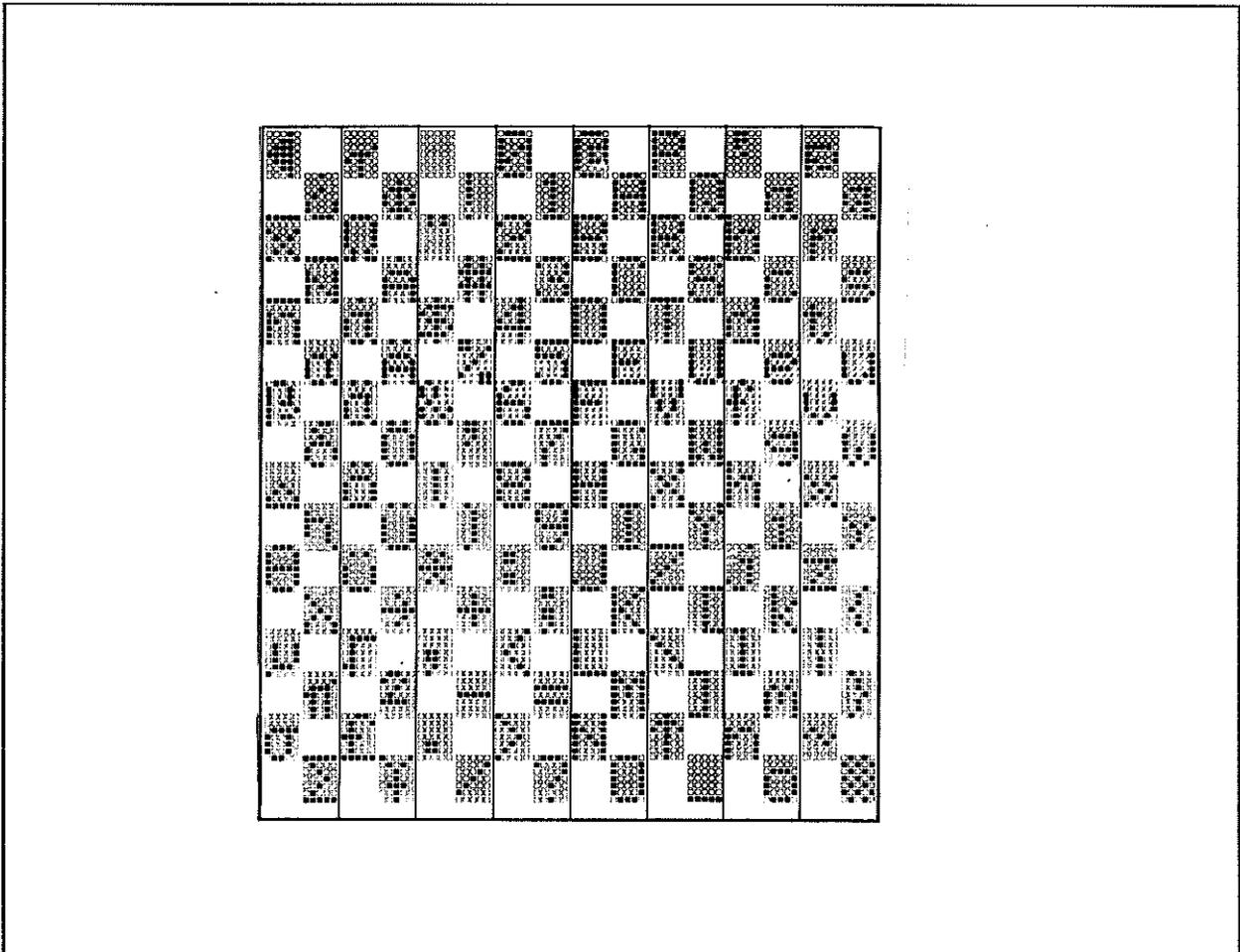


Abb. 9.2.2 In der Anzeige darstellbare Zeichen

9.3. Betrieb des Digitalmultimeters als TALKER

Die vom Multimeter gesendeten Gerätenachrichten bestehen 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 + Endezeichen. Wird die Zeichenübertragung des Multimeters abgebrochen bevor dieses in den Zustand TIDS übergegangen ist, beginnt die Übertragung nach erneutem Aufruf wieder mit dem 1. Zeichen des Nachrichtensatzes.

Als Endezeichen der Nachricht wird das im Kapitel "Programmieren des Digitalmultimeters über die IEEE-488-Bus-Schnittstelle" gewählte Endezeichen 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 dem IEEE-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.

9.3.1. 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

"ERROR X", "NULL", "CAL",
"NO VALUE" im Startbetrieb
"DVM6001/SC" Geräteerkennung, hier DMM6001 mit Scanner

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. Ab hier wird der programmierte Zustand des Multimeters ausgegeben.

Durch den DMM-Befehl "L0" (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.

9.3.2. Tabelle der vom Multimeter gesendeten Gerätenachrichten

Formeller Aufbau der Gerätenachricht (-Strings)

1. Zeichen	13. Zeichen	32. Zeichen + Endezeichen	
!	!	!	
+X.XXXXXXE+XVDR1A0T1S0Q0MOP0D0B0			
-	-	VA 2 1 2 1 1 0 1 1 1	
		O2 . 3 . 2 .	
		O4 . 4 . 3 .	
		ID 6 5 9 4 9	
		IA 6 5 A	
		TC 6 .	
		TF B E	
		TK F	+ EO1, EOS1, EOS2

(-----)	(-----)
1.Nachrichteneinheit	2.Nachrichteneinheit

+/- Vorzeichen der Mantisse bei VD,ID,TC,TF,TK Null bei VA, O2, O4 und IA

X.XXXXXX 7 Stellen Mantisse

E + X 1-stelliger Exponent mit Vorzeichen

VD,VA,O2,O4,ID, IA,TC,TF,TK Meßfunktion:
 VD - Gleichspannung
 VA - Wechselspannung
 O2 - Widerstand 2-Draht-Messung
 O4 - Widerstand 4-Draht-Messung (nur 6001)
 ID - Gleichstrom
 IA - Wechselstrom
 TC - Temperaturmessung mit Pt-100 in °C (nur 6001)
 TF - Temperaturmessung mit Pt-100 in °F (nur 6001)
 TK - Temperaturmessung mit Pt-100 in K (nur 6001)

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, 1600 kOhm, mAdc, mAac
 R6 = 16000 kOhm, ,

A0, A1 Bereichsautomatik (0(= Null) = AUS, 1 = EIN)

T1-6	Integrationszeit,	Stellenzahl
T1	50ms	5 1/2
T2	100ms	5 1/2
T3	0,5s	5 1/2
T4	1s	6 1/2
T5	5s	6 1/2
T6	10s	6 1/2
S0, S1	kontinuierliches Messen (S0), Startbetrieb bzw. Start einer Messung (S1)	
Q0, Q1	SRQ-Betriebsart (0(=Null) = AUS, 1 = EIN)	
P0	Meßergebnis (P/null), Ende Mathematikprogramm	
P1	Rechenergebnis Offsetkorrektur	$R = MW - a$
P2	Rechenergebnis %-Abweichung	$R = 100 * (MW - b) / b$
P3	Rechenergebnis Incremental	$R = MW_n - M_{n-1}$
P4	Rechenergebnis Ratio	$R = MW / c$
P5	Rechenergebnis dB	$R = 20 * \log (MW / d)$
P6	Rechenergebnis dBm	$R = 20 * \log (MW / e)$
	mit $C = 0,775V$ an 600 Ohm für Spannungen und $C = 1,29 mA$ für Strom	
PB	Analoganzeige an.	
PF	Gleitendes Mittelwertfilter "AUS"	
M0, M0-9	MO(Buchstabe O) = Scanner ist abgeschaltet, die Frontbuchsen liegen an. 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", $x = 1, \dots, 9$ und A, B, C, D, E gedrückt.	
ERROR X	Fehlermeldung (siehe Kap. 7.)	
NULL	Nullmessung läuft	
CAL	Kalibrierung läuft	
NO VALUE	Es wurde im Startbetrieb kein "S1" gesendet oder der Meßwert bereits ausgelesen.	
EOI	EOI-Signal aktiv mit dem letzten Zeichen, das ausgegeben wird, wenn über die Einstellung ein Endezeichencode mit EOI gewählt wurde	
EOS1	Endezeichenvereinbarung EOS1, EOS2 (End of String)	
EOS2	Am Ende der Gerätenachricht, wahlweise mit oder ohne EOI-Signal bei Ausgabe des letzten Zeichens. Ob nur ein Endezeichen (EOS1) oder zwei Endezeichen (EOS1 + EOS2) ausgegeben werden, bestimmt der für die Endezeichen vereinbarte Code.	

9.3.3. Bedienungsruffunktion (SR-Schnittstellenfunktion)

Das IEEE-Bus-Interface beim Digitalmultimeter ist mit einer Bedienungsruffunktion (SR-Funktion) ausgerüstet. Es wird ein Zustandsbyte ausgesendet dessen Bedeutungen aus der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

- Bit 0: Meßende
- Bit 3: Fehlermeldungen
- Bit 6: SRQ
- Bit 7: Tastendruck

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

9.3.4. Stringlängen-Auswahl

Das Digitalmultimeter kann Nachrichten unterschiedlicher Länge an den Rechner senden, wobei der Rechner die Länge der gewünschten Nachricht mit "L0" oder "L1" anwählt. Sendet der Rechner den Befehl "L0", dann wird ein Kurzstring ausgegeben, der nur das Meßergebnis in Exponentialdarstellung enthält. Die Zustandsinformation wird bei "L0" nicht mit ausgegeben. Nach "L1" sendet das Gerät die neuesten Daten als Langstring inclusive der Zustandsinformation.

9.3.5. Abfragen der Tastatur über den IEEE-Bus

Im Remote-(Fernsteuer-)Zustand führt das DMM nach Tastendruck nicht die zugehörige Funktion aus, jedoch gibt es 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 Benutzerprogramm überlassen. So ist es möglich die Tasten als Ja/Nein-Antworten für Abfrageprozeduren zu verwenden, Menü-Nummern auszuwählen oder Testsequenzen zu starten.

Die vierzehn Tasten haben den in Bild 9.3.3. 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 SRQ-Funktion, löst jeder Tastendruck eine SRQ-Anforderung aus.

					B1	B2	B3
					B4	B5	B6
B7	B8	B9	BA	BB	BC	BD	BE

Bild 9.3.3. Tastencodes für Tastaturabfrage

9.4. 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 EOI empfohlen.

9.4.1. COMMODORE CBM 3032

Bedienung des Digitalmultimeters durch den CBM 3032. Der CBM 3032 ist CONTROLLER, das Digitalmultimeter ist LISTENER.

```
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.

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

9.4.2. TEKTRONIX 4051

Bedienung des DMM mit dem Tektronix 4051:
Der Tektronix-Rechner ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

```
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

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

9.4.3. HEWLETT PACKARD HP 85

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Endezeichen ist CR + LF ohne EOI.

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 85.
Der HP 85 Rechner ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

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

Lesen der Zeichenkette vom Digitalmultimeter mit dem HP 85.
Der HP 85 Rechner ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

```
530 DIM A$(50)                                Feldvereinbarung, sehr groß gewählt, minde-  
                                                stens 32 Plätze reservieren  
540 ENTER 707;A$  
580 DISP A$  
590 END
```

9.4.4. HEWLETT PACKARD HP 87

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Endezeichen ist CR + LF ohne EOI.

```
10 DIM A$(50) ,B$(32)
```

Feldvereinbarung, mindestens 32 Plätze notwendig DIM A\$ mindestens 32

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 87.
Der HP 87 ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

```
20 INPUT B$
```

Eingabe über die Tastatur des HP 87

```
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 DMM ist TALKER.

```
40 ENTER 707;A$
```

String-Übertragung vom Digitalmultimeter zum HP 87 Rechner

```
50 PRINT A$
```

```
60 GOTO 20
```

9.4.5. HEWLETT PACKARD HP 87

Betrieb des Digitalmultimeters wie zuvor, jetzt aber mit SRQ.

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Endezeichen ist CR + LF ohne EOI.

10	ON INTR 7 GOSUB 500	prüft auf IRQ durch IEEE-488-Bus
20	DIM A\$(50), B\$(50)	Feldvereinbarung, mindestens 32 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 Anwender programms
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 Digitalmultimeter
1010	PRINT A\$, P, "GERAETE NR.7"	Ausgabe auf den Bildschirm zusammen mit der Status Information
1020	RETURN	

9.4.6. HEWLETT PACKKARD HP 9816 (200er Serie) mit DMM

```

1000 !***** Datenübertragung HP 9816 - - Digitalmultimeter
1010 !
1020 !Vereinbarung der Variablen
1030 !
1040 COM / DMM 6001/ @Dmmnr, Setup$[32], Anzeige$[32]
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 SRQS
1180 Haupt:      !
1190             GOTO Haupt           !Anwenderprogramm
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 6001/ @Dmmnr, Setup$[30], Anzeige$[32], 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 6001/@Dmmnr, Setup$[30], Anzeige$[32], P
1420 ENTER @Dmmnr; Anzeige$
1430 PRINT Anzeige$,P
1440 SUBEND

```

9.4.7. 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- DRÜCKEN"
8 INPUT C$

12 PRINT:PRINT
15 PRINT "IHRE EINGABE BITTE"
20 INPUT B$
30 PR#3                               Slot #3 für Ausgabe initialisieren
40 PRINT "@`:"                          Im Adressmode, REN und ATN aktiv, wird Li-
                                         steneradresse 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

99 CALL 1002                              siehe Anmerkung unten
100 GOTO 20

```

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

Durch den Befehl PR#3 im Programm werden die DOS-Funktionen abgehängt, so daß z.B. keine Diskettenoperationen mehr möglich sind. Mit einem nachfolgenden CALL 1002 werden die DOS-Funktionen reinitialisiert. Durch die Benutzung der komplizierteren Syntax PRINT CHR\$(4);"PR#3" wird diese Schwierigkeit umgangen, jedoch handelt man sich Probleme bei der Bildschirmausgabe ein, wenn Text formatiert ausgegeben wird.

9.4.8. IBM Personal-Computer oder Kompatible mit National Instruments Interfacekarte PC2A

```

1000 CLEAR      ,50000!          ' BASIC Deklarationen '
1010 IBINIT1 = 50000!
1020 IBINIT2 = IBINIT1 + 3
1030 BLOAD "bib.m",IBINIT1
1040 CALL IBINIT1(IBFIND,IBTRG,IBCLR,IBPCT,IBSIC,IBLOC,IBPPC,
  IBNA,IBONL,IBRSC,IBSRE,IBRSV,IBPAD,IBSAD,IBIST,IBDMA,
  IBEOS,IBTMO,IBEOT,IBRDF,IBWRTF)
1050 CALL IBINIT2(IBGTS,IBCAC,IBWAIT,IBPOKE,IBWRT,IBWRTA,IBCMD,
  IBCMDA,IBRD,IBRDA,IBSTOP,IBRPP,IBRSP,IBDIAG,IBXTRC,IBRDI,
  IBWRTI,IBRDIA,IBWRTIA,IBSTA%,IBERR%,IBCNT%)
1060 REM
1070 PRINT " --- MULTIMETER STEUER SOFTWARE ---"
1080 PRINT
1090     CMD$ = SPACE$(30)
1100     WRT$ = SPACE$(30)
1110     RD$ = SPACE$(40)
1120     EOS$ = CHR$(13)
1130 REM --- SUCHE IN DER GERAETETABELLE ---
1140 PRINT" GERAETENAME IST DEV1, ADRESSE SIEHE IN IBCONF.EXE "
1150 PRINT" GERAETEADRESSE AUF IEEE.01.0 STELLEN (IEEE-TASTE)"
1160 PRINT" GERATETADRESSE STEHT IN DER TABELLE IBCONF.EXE  "
1170 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1180 PRINT " *** Korrekte Adress-Schlusszeichenkombination ***"
1190 PRINT " *** in IBCONF.EXE pruefen ***"
1200 PRINT
1210 REM
1220 REM --- DBESTIMMUNG DER ADRESSE ---
1230 REM -----
1240     BDNAME$ = "DEV1":CALL IBFIND (BDNAME$,DEV1%)
1242 REM -----
1250 PRINT "EINGABE EINES BEFEHLES AN DAS MULTIMETER "
1254 PRINT "SIEHE KAPITEL 11, IEEE BEFEHLE z.B. VD,VA,T1, ..."
1256 PRINT "RETURN bewirkt nur das Lesen einer Nachricht "
1260 LINE INPUT CMD$
1261 PRINT CHR$(12);CMD$
1262 IF CMD$="" THEN 1268
1264 GOSUB 1280:REM BEFEHL SENDEN
1265 FOR I=1 TO 1000:NEXT I: REM CA. 1 SEC WARTEN
1268 GOSUB 1340:REM NACHRICHT LESEN
1269 GOTO 1250
1270 REM -----

```

IEEE-BUS-SCHNITTSTELLE

Unterprogramme fuer die Ausgabe von Befehlen und das Lesen von Geraetenachrichten

```
1270 REM -----
1280 REM --- AUSGABE VON BEFEHLEN AN DAS MULTIMETER ---
1290 WRT$=CMD$+EOS$:REM BEFEHL UND SCHLUSSZEICHEN (EOS)
1300 CALL IBWRT (DEV1%,WRT$)
1310 RETURN
1320 REM --- AUSGABE VON BEFEHLEN AN DAS MULTIMETER ---
1330 REM -----
1340 REM --- LESEN VON GERAETENACHRICHTEN VOM MULTIMETER ---
1350 CALL IBRD (DEV1%,RD$)
1360 MW=VAL(RD$)
1370 PRINT RD$;MW
1380 RD$=SPACE$(40)
1390 RETURN
1400 REM --- LESEN VON GERAETENACHRICHTEN VOM MULTIMETER ---
1410 REM -----
```

9.4.9. Steuerung eines Digitalmultimeters unter Turbo Pascal mit IBM PC oder kompatiblen und IEEE488-Interfacekarte PCIIA von National Instruments

```

program Beispiel;      {liest 2 Kanäle des DMM im SRQ-Betrieb aus und stellt
                       die Ergebnisse am Bildschirm dar }
uses tpdecl,crt;      {Einbinden der Pascal-Treiberschnittstelle der PCIIA
                       IEEE-488-Interfacekarte mit der unit "tpdecl"}

Type
  cbuf  = array[1..6] of char;
  rbuf  = array[1..12] of char;

Var cmd      : cbuf;      (* command buffer                *)
  rd        : rbuf;      (* read data buffer         *)
  wrt       : cbuf;      (* write data buffer        *)
  bd        : integer;   (* board or device number   *)
  dvm       : integer;   (* device number            *)
  v         : integer;   (* "value" parameter        *)
  cnt       : integer;   (* byte count for transfers  *)
  mask      : integer;   (* events to be waited for *)
  ppr       : char;      (* parallel poll response byte *)
  spr       : char;      (* serial poll response byte *)
  brdname   : nbuf;      (* board name buffer        *)
  devname   : nbuf;      (* device name buffer       *)
  i,j       : integer;
  srq       : integer;
  status    : string;

const
  on :integer=1;
  off:integer=0;

procedure prvars;
begin
  writeln ('ibsta=',ibsta,'iberr=',iberr,'ibcnt=',ibcnt);
end;

procedure finderr;
begin
  writeln (' Find error');
end;

procedure error;
begin
  writeln (' Error');
  prvars;
end;

procedure dvmerr;
begin
  writeln (' DVM error');
  prvars;
end;

```

```

procedure sp_byte;    {Auswertung des Serial Poll Bytes}
begin
    srq:=ord(spr);
    str(srq,status);
    if srq = 65 then status := 'Meßwert ok.';
    if srq = 192 then status := 'TASTE gedr.';
    if srq = 72 then status := 'Fehler      ';
end;

{***** Hauptprogramm *****}
begin
    brdname := 'gpib0  ';
    bd := ibfind(brdname);           {Interfacekarte deklarieren}
    devname:='dev7  ';
    dvm:=ibfind (devname);          {Digitalmultimeter deklarieren}
    if (dvm < 0) then finderr;
    ibsre(bd,on);                   {setzt die REMOTE ENABLE Leitung auf logisch high}
    ibclr(dvm);                     {führt Device Clear am DMM aus}
    if ((ibsta AND ERR) <> 0) then error;
i:=0;
j:=0;
clrscr;
mask:=timo or rqs;                 {maskieren auf SRQ und Timeout}
wrt:='o2l0q1';                     {Voreinstellung des Gerätes auf 2-Draht-Ω "o2",
                                   Kurzstringformat "l0" und SRQ-Betrieb "q1"}
ibwrt (dvm,wrt,6);                 {Befehl an DMM senden}
while not keypressed or (I=1000) do
begin
    i:=i+1;
    j:=j+1;
    wrt:= 't4r3m5';                 {1s Meßzeit, 20kΩ-Bereich, Kanal 5}
    ibwrt (dvm,wrt,6);              {Befehl an DMM senden}
    ibwait (dvm,mask);              {Warten auf SRQ oder Timeout}
    ibrsp (dvm,spr);                {Auslesen des Serial Poll Bytes}
    sp_byte;
    ibrd (dvm,rd,12);                {Meßwert einlesen}
    gotoxy(1,j);
    write(rd, ' ** ', status, ' ** ');
    wrt:='t2r4m6';                  {100ms Meßzeit, 200kΩ-Bereich, Kanal 6}
    ibwrt (dvm,wrt,6);              {Befehl an DMM senden}
    ibwait (dvm,mask);              {Warten auf SRQ oder Timeout}
    ibrsp (dvm,spr);                {Auslesen des Serial Poll Bytes}
    sp_byte;
    ibrd (dvm,rd,12);                {Meßwert einlesen}
    gotoxy(40,j);
    write(rd, ' ** ', status, ' ** ');
if j=25 then j:=0;
end;
ibloc (dvm);                        {setzt DMM in LOCAL-Zustand zurück}

end.

```

10. 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, die sogenannten ORIGINAL Kalibrierdaten sind im Programm-Eprom und in einem batteriegepufferten CMOS-RAM gespeichert. Das Multimeter verwendet die Korrekturwerte, die im CMOS-RAM gespeichert sind. Die Lebensdauer der internen Lithium Batterie beträgt ca. 10 Jahre.

Eine unbeabsichtigte Änderung der Korrekturwerte im CMOS-RAM wird durch einen versenkt angeordneten Schiebeschalter S2, der sich rechts auf der Geräterückwand befindet und mit "MEAS" und "CAL" beschriftet ist, verhindert. 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 ein periodisch in der Hauptanzeige erscheinendes "CAL" dargestellt. In diesem Betriebszustand sind die Korrekturwerte im CMOS-RAM ungeschützt und können überschrieben werden. Anschließend muß unbedingt wieder auf "MEAS" zurückgeschaltet werden.

10.1. Zurückladen der ORIGINAL Kalibrierdaten

Sind Korrekturwerte versehentlich durch unsachgemäße Kalibrierversuche zerstört worden und können wegen fehlender Kalibrierquellen nicht mehr nachkalibriert werden, besteht die Möglichkeit die von PREMA in das Programm-EPROM abgespeicherten ORIGINAL Kalibrierdaten 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 ORIGINAL Kalibrierdaten vom EPROM in das gepufferte CMOS-RAM umgespeichert und alle Korrekturwerte des Eingangsoffsets gelöscht. Deswegen ist jetzt die Neukompensation des Eingangsoffsets aller Funktionen und Bereiche notwendig. Hierzu werden die Eingangsbuchsen "V/ Ω -I" des Digitalmultimeters kurzgeschlossen, 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 Offsetkorrektur eines einzelnen Meßbereiches ist möglich, indem ein Bereich fest vorgewählt, "Auto" also abgeschaltet wurde. Auf die gleiche Weise wird für alle anderen Funktionen verfahren (Kap. 10.2.-10.6. beachten).

10.2. Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche

Zuerst wird der Meßbereich angewählt und eine genau bekannte positive oder negative Referenzspannungsquelle, 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 momentanen Kalibrierfaktor errechnet wurde. Weichen Soll- und Istwert zu stark voneinander ab, ist es notwendig diesen Bereich neu zu kalibrieren.

Bei der Spannungsmessung ist darauf zu achten, daß der positive und der negative Meßbereich getrennt kalibriert werden müssen.

Zur Kalibrierung muß gewartet werden, bis der Messwert entsprechend den Genauigkeitsanforderungen für die Kalibrierung hinreichend stabil ist. Danach wird Programm 13 angewählt und bei Drücken der "PRG"-Taste der angezeigte Messwert automatisch gespeichert. Falls der "Cal"-Schalter noch nicht geöffnet ist wird kurz "CAL switch!" als Fehlermeldung angezeigt.

Bei offenem Schalter wird die Eingabe des Sollwertes über die Tastatur (blaue Tasten) gefordert. Nach Eingabe des Sollwertes wird die Kalibrierung durch Drücken der ENTER-Taste abgeschlossen. Der neu kalibrierte Messwert wird dann nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit (bis zu 10 s) angezeigt.

Sollen weitere Bereiche und Funktionen nachkalibriert werden, beginnt man den oben beschriebenen Vorgang von neuem.

ACHTUNG !!!!!

Nach Beendigung der kompletten Kalibrierung muß unbedingt der versenkte Schalter auf der Rückwand des Gerätes von "CAL" auf "MEAS" zurückgestellt werden, damit die Kalibrierdaten geschützt bleiben.

Kalibrierung über den IEEE-488-Bus

Die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus läuft grundsätzlich analog zur Bedienung über die Frontplatte ab. Der Sollwert wird hierbei als ganze Zahl mit Hilfe des Befehls "NVxxxxxxx" bei der Temperaturkalibrierung mit "NV+xxxxxx" oder "NV-xxxxxx" eingegeben (siehe Befehlsbeschreibung im Kapitel IEEE 488-Bus-Schnittstelle). Mit Übertragung des Sollwertes wird das Kalibrierprogramm automatisch gestartet. Auch hier wird vorausgesetzt, daß der Messwert hinreichend stabil ist. Sollen keine weiteren Bereiche und Funktionen kalibriert werden, wird die Kalibrierung durch Umschalten des rückwärtigen Kalibrierschutzschalters von "CAL" auf "Meas" abgeschlossen.

10.3. Kalibrierung der Widerstandsbereiche

Die Widerstandsbereiche werden bei dem DMM 6001 mit der Vierdraht-Widerstandsanordnung kalibriert, bei DMM 5001 in Zweidraht-Anordnung. Zuvor sollte der Nullpunkt wie vorne beschrieben kompensiert werden. Es müssen ferner die Hinweise in Kapitel "Meßtechnische Hinweise Ohm/kOhm", hierbei besonders die Kompensation von Meßkabelwiderständen, beachtet werden. Der Kalibriervorgang der Widerstandsbereiche läuft analog zur Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche ab.

Bei dem DMM 6001 wird zur Zweidraht-Widerstandsmessung keine Kalibrierung durchgeführt. Die Kalibrierdaten sind mit denen der Vierdrahtmessung identisch und werden automatisch von dort übernommen. Lediglich die Nullpunkte müssen separat korrigiert werden. Die Kalibrierdaten sind mit den Daten der Vierdrahtmessung identisch.

10.4. Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche

Die Einstellung wird auf Wechselspannung mit Gleichspannungskopplung vorgenommen. Die Wechselspannungsbereiche sollen mit einer Sinuswechselspannung kalibriert werden.

Als Referenz sind Sinusspannungen entsprechend nachfolgender Tabelle erforderlich.

Vor Kalibrierung des Gerätes ist die Linearität der Wechselspannungsmessung wie folgt einzustellen bzw. zu überprüfen:

- 1) Spannungseingang kurzschließen
- 2) Vac, 2V-Bereich anwählen
- 3) Vac Offset mit "ZERO"-Taste kompensieren
- 4) 1V/1kHz anlegen und entsprechend Kap. 10.2 kalibrieren
- 5) 10mV/1kHz anlegen und mit Trimmer R23 einstellen
- 6) Vorgang 4) und 5) wiederholen bis die beiden Spannungswerte (1V und 10mV) angezeigt werden.

Die Kalibrierung der einzelnen Bereiche erfolgt mit untenstehenden Kalibrierwerten (Spannung/Frequenz). Nach der Kalibrierung kann ein Frequenzabgleich für die Bereiche ab 10V durchgeführt werden.

Bereich/Vac	Kalibrierwert		Abgleich	
	Spannung	Frequenz	Frequenz	Drehkondensator
0,2 V	0,1 V	1 kHz	---	---
2 V	1 V	1 kHz	---	---
20 V	10 V	90 Hz	1 kHz	C5
200 V	100 V	90 Hz	10 kHz	C3
700 V	600 V	90 Hz	10 kHz	C7

10.5. Kalibrierung der Gleich- und Wechselstrombereiche

Für die Strombereiche gelten ebenfalls die vorne beschriebenen Kalibriervorbereitungen. 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 zur Gleichspannungskalibrierung ab.

10.6. Kalibrierung der Temperaturmessung (nur DMM 6001)

Vor Kalibrierung der Temperaturmessung muß eine Offsetkorrektur durchgeführt werden. Die Offsetkorrektur wird ausgeführt, indem die Eingangsbuchsen (V, Ohm) kurzgeschlossen werden und die Offsetkorrektur ausgelöst wird (Kapitel 6.5., Bild 6.5.1.). Nach der Korrektur wird "done" angezeigt 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 z.B. Wasser- oder Ölbad. Der Temperaturwert muß über die Tastatur oder den IEEE-Bus an das DMM übertragen werden.

Alle Temperaturen im Bereich von -200°C bis +850°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. Für den Abgleich auf eine Temperatur von +174,86°C wird der Befehl "NV +017486" an das DMM gesendet.

```

*****
*      Nach der Kalibrierung nicht vergessen den Schalter      *
*      in Stellung "MEAS" zurückzustellen.                    *
*****

```


11. Aufbau eines selbständigen Systems zur automatischen Erfassung von Meßwerten

11.1. Beschreibung des Meßaufbaus

Ein kleines Meßdatenerfassungssystem für 20 Kanäle (4-polig), das ohne Steuerung durch einen Rechner selbstständig arbeitet, kann mit den PREMA-Meßgeräten Digitalmultimeter 5001 und 6001 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 5001 und 6001 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.

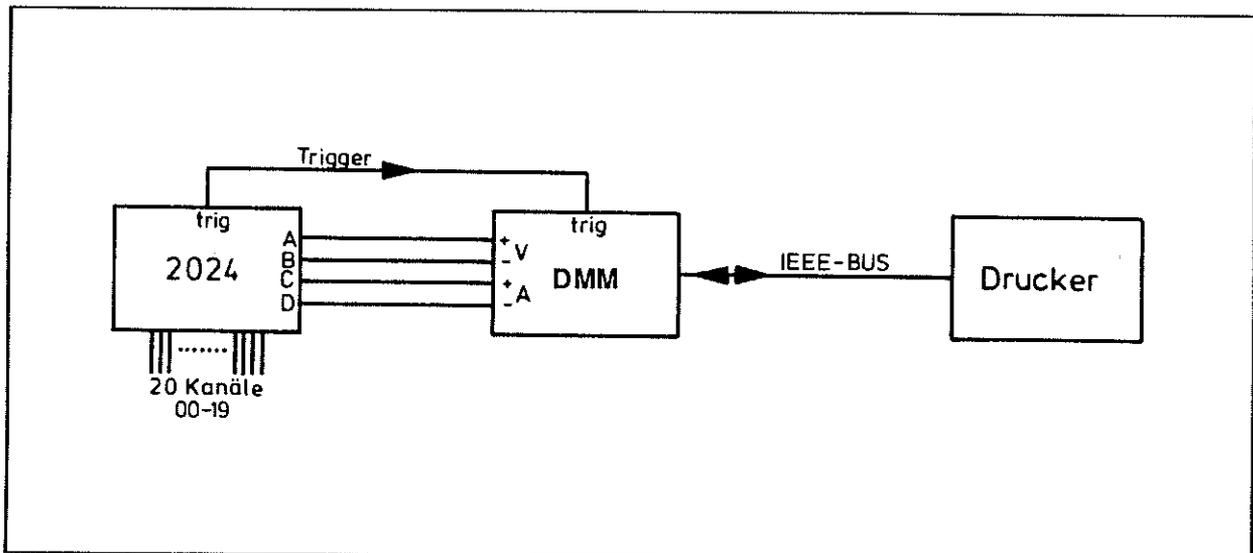


Abb. 11.1. Aufbau eines automatischen Meßsystems

11.2. Beispiel eines Meßablaufes

Es sollen z.B. alle 10 Min. die Kanäle CH 10 - CH 19 mit einer Einschaltdauer von jeweils 5 Sec. automatisch gemessen werden. Das Ergebnis der Messung soll dann an einen Drucker ausgegeben werden.

11.2.1. Einstellungen von Scanner 2024 und Multimeter 5001

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 5001 wird die Integrationszeit z.B. auf 10 Sec. eingestellt. Die IEEE-Einstellung erfolgt auf "TALK ONLY", als Schlußzeichen wird CR + LF 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.

11.2.2. 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 Kanales (CH 19) wird das Ende der eingestellten 10 Min.-Intervallzeit abgewartet und ein neuer Meßzyklus gestartet. Der Meßablauf kann jederzeit angehalten oder abgebrochen werden.

11.2.3. 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.

12. ZUBEHÖR

12.1. 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.

12.2. Adapterkarte (Option 6000/02)

Eine Adapterkarte wird von außen auf die 50-poligen Subminiatur-D-Buchsenleiste des DMM 5001 und 6001 aufgesteckt und ermöglicht den Schraubanschluß von Meßleitungen. Außerdem ist die Adapterkarte mit jeweils zwei antiparallelen Klemmdioden für jeden Stromkanal ausgerüstet (siehe Lageplan Adapterkarte auf S. 13-11). 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.

Abmessungen ca. 115 mm x 123 mm

12.3. IEEE 488-Bus-Schnittstellenzubehör

Die Bedienung des Meßgerätes über den IEEE-Bus setzt die dazugehörige IEEE-Schnittstellenkarte in dem Computer voraus. Für IBM PC/XT/AT und kompatible hat PREMA zwei IEEE-488 Interfacekarten im Programm.

- 5024 IEEE-Interfacekarte GPIB 1000 für IBM/PC/XT/AT.
Mitgelieferte Treibersoftware in Basic, C, Turbo Pascal, Assembler und Quickbasic.
- 5025 IEEE488-Interfacekarte PC II A für IBM PC/AT, 488.2 und DMA fähig.
Mitgelieferte Treibersoftware in C, Basic, Quickbasic. Weitere Treibersoftware in einer anderen Hochsprache (z.B. Turbo Pascal, Turbo C und Fortran..) auf Anfrage.

12.4. Sicherheitskabelset (3014)

Das Set enthält 2 Meßkabel mit thermospannungsarmen Sicherheitssteckern und 2 aufsteckbaren Prüfspitzen mit 4 mm Lamellensteckern. Die Kabellänge beträgt 1 m.

12.5. Kurzschlußsteckerset (3016)

Das Set enthält 3 vergoldete Kurzschlußstecker die aufsteckbar sind. In dieser Ausführung kann nicht nur in der Spannungsmessung ein sehr guter Kurzschluß für die Offsetkorrektur erzeugt werden, mit 3 Steckern ist diese auch für die 4-Draht-Widerstandsmessung ideal.

12.6. Pt100 Oberflächen-Temperaturfühler mit Handgriff (3011)

Pt100 Temperatursensor in 4-Draht-Anordnung. Kontaktierung zum DMM über 1,5m langes Kabel mit 4 vergoldeten Bananensteckern.

Fühlerlänge: 160mm

Durchmesser der Kontaktfläche: 7mm

Temperaturbereich: -50°C bis +200°C mit 1/3 DIN Genauigkeit

12.7. Pt100 Eintauch-Temperaturfühler mit Handgriff (3012)

Pt100 Temperatursensor in 4-Draht-Anordnung. Kontaktierung zum DMM über 1,5m langes Kabel mit 4 vergoldeten Bananensteckern.

Fühlerlänge: 160mm

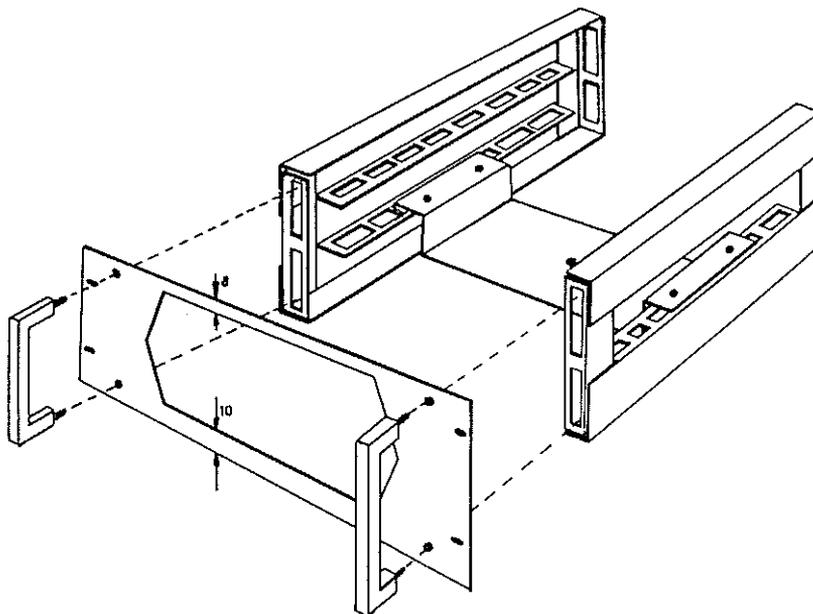
Durchmesser der Fühlerröhrchens: 5mm

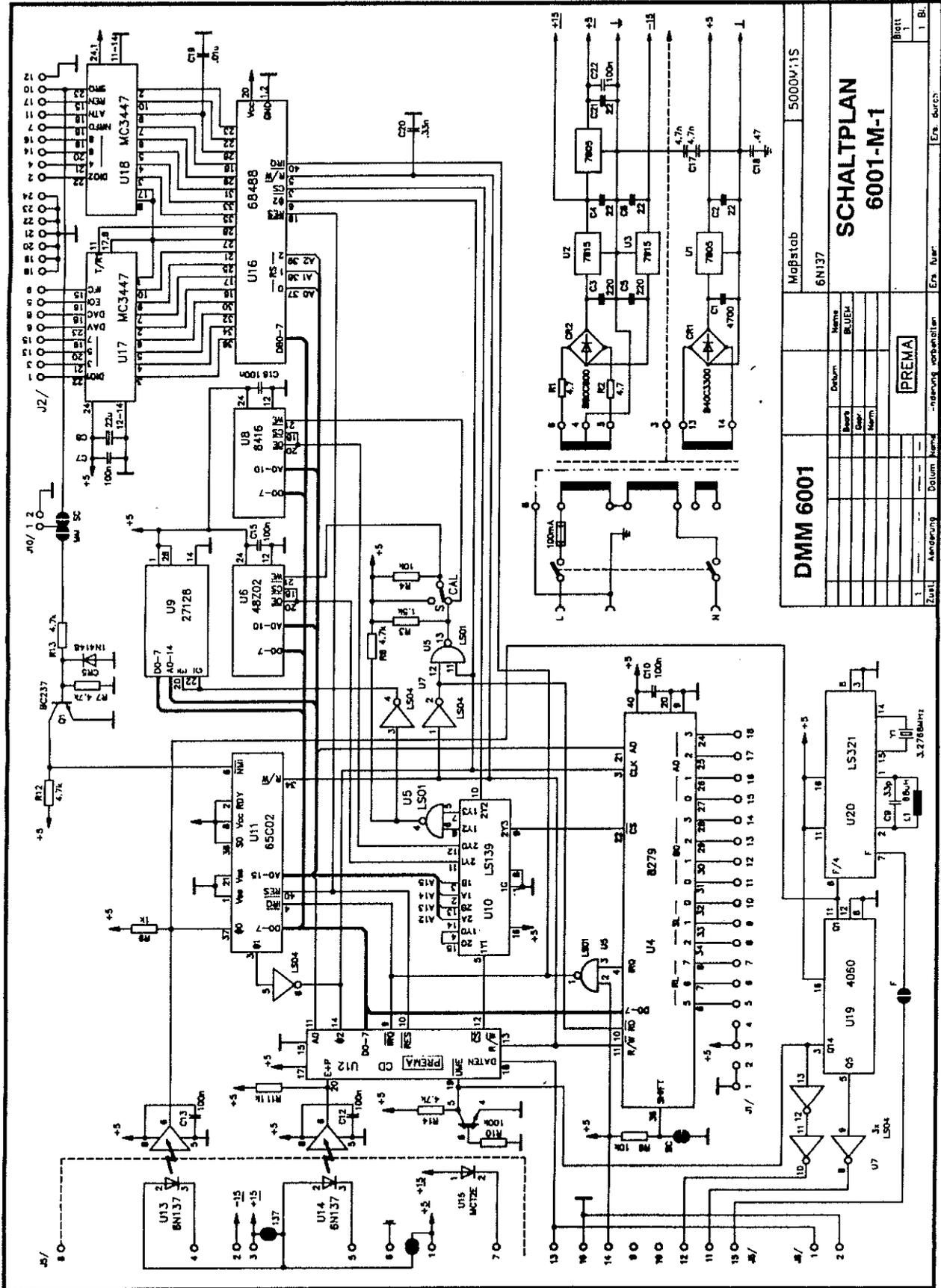
Temperaturbereich: -50°C bis +600°C mit 1/3 DIN Genauigkeit

12.8. 19-Zoll Gestelleinbausatz (Option 6000/04)

Kompletter Einschubbausatz zur Montage eines DMM in ein 19" - Gestell.

Höhe 2 HE





DMM 6001		Maßstab	5000V:1:5
		6N137	
		SCHALTPLAN 6001-M-1	
Zust.	Änderung	Datum	Erz. Nr.
1			
PREMA		-änderung vorbehalten	
		Erz. Nr.	Erz. Datum
		Blatt 1	
		1 Bl.	

Bild 13.2. Schaltplan der Mikroprozessorplatte DMM 5001 und 6001

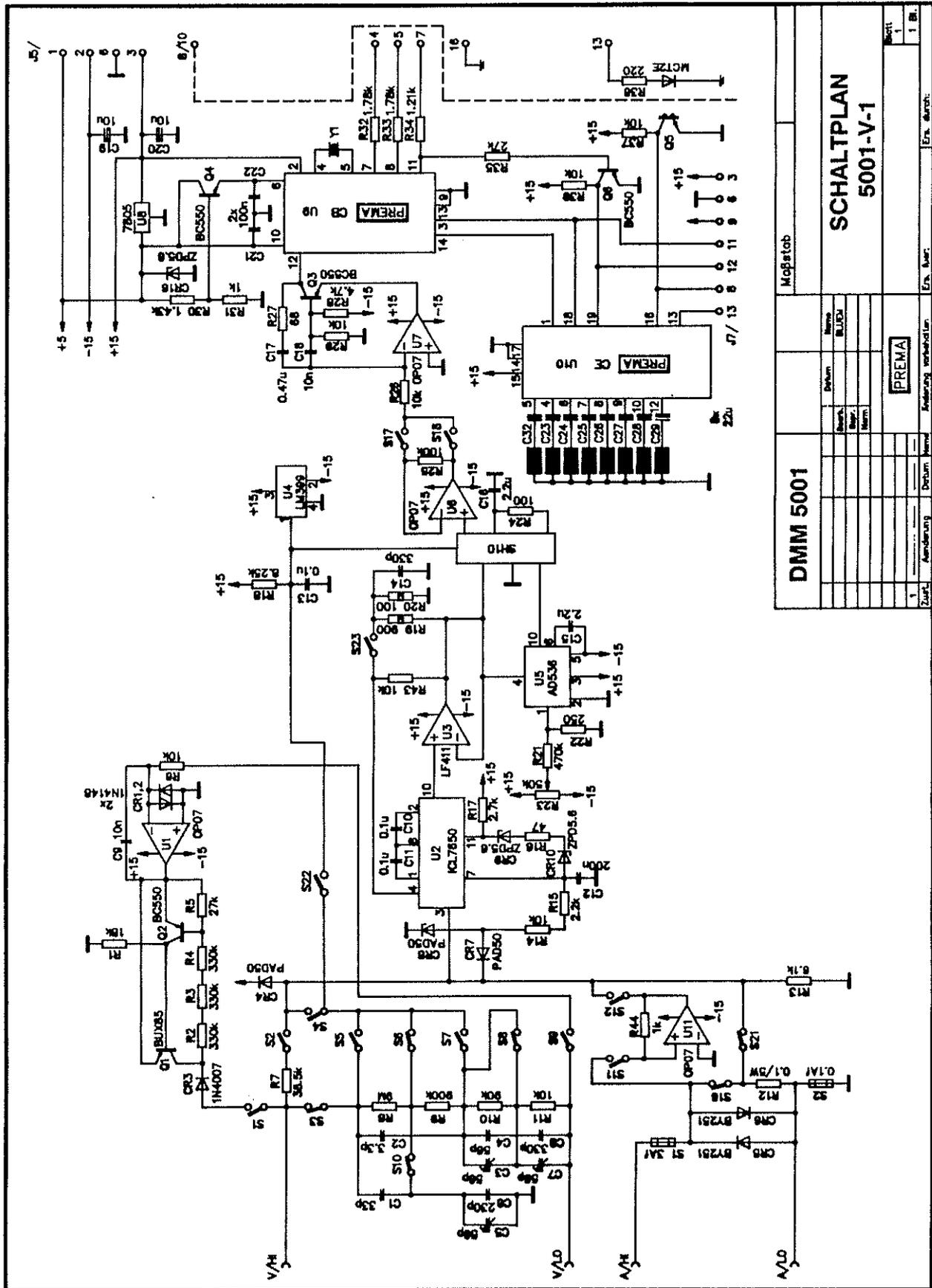


Bild 13.4. Schaltplan der Vorverstärkerplatine DMM 5001

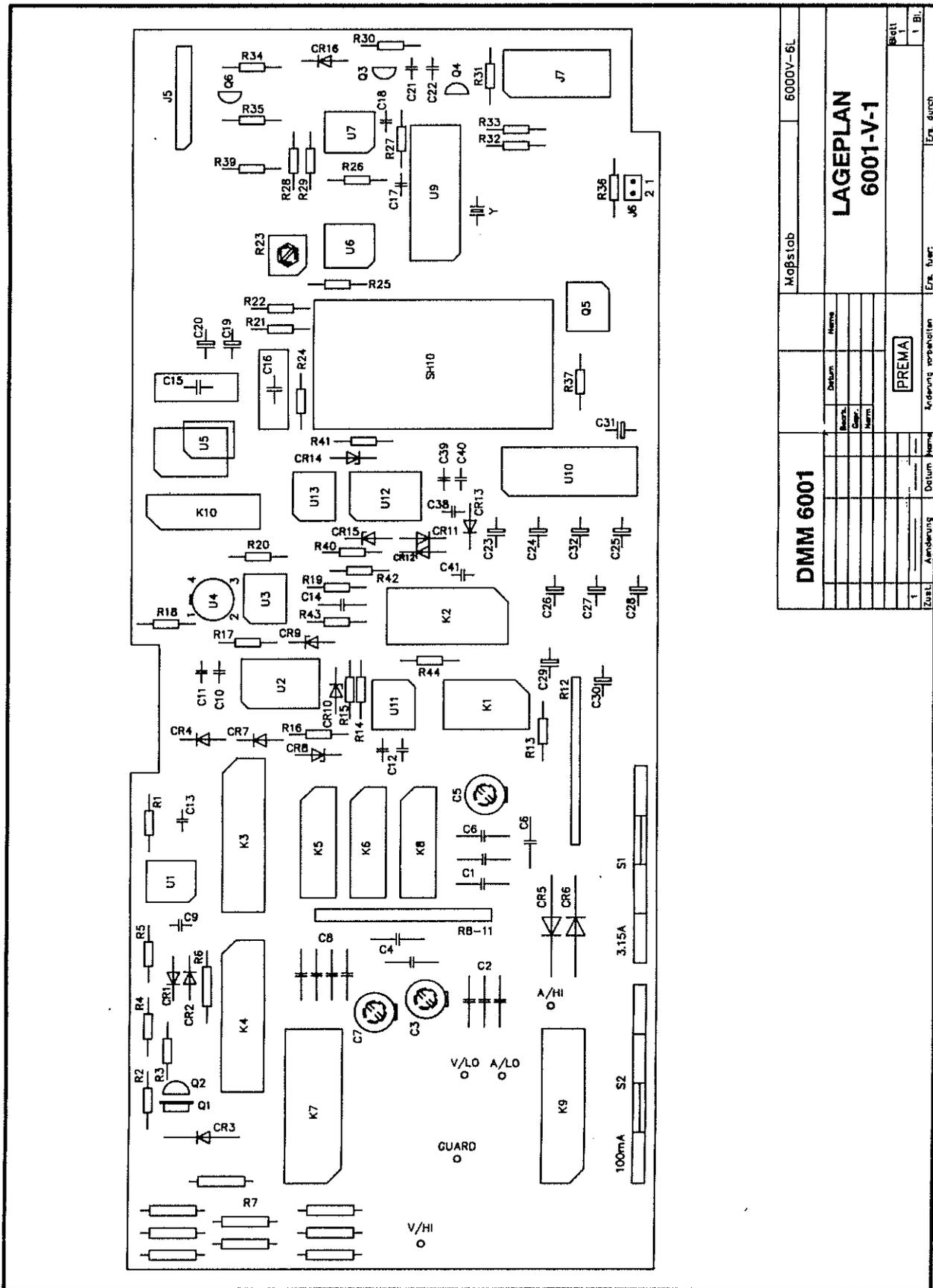


Bild 13.5. Lageplan der Vorverstärkerplatine DMM 6001

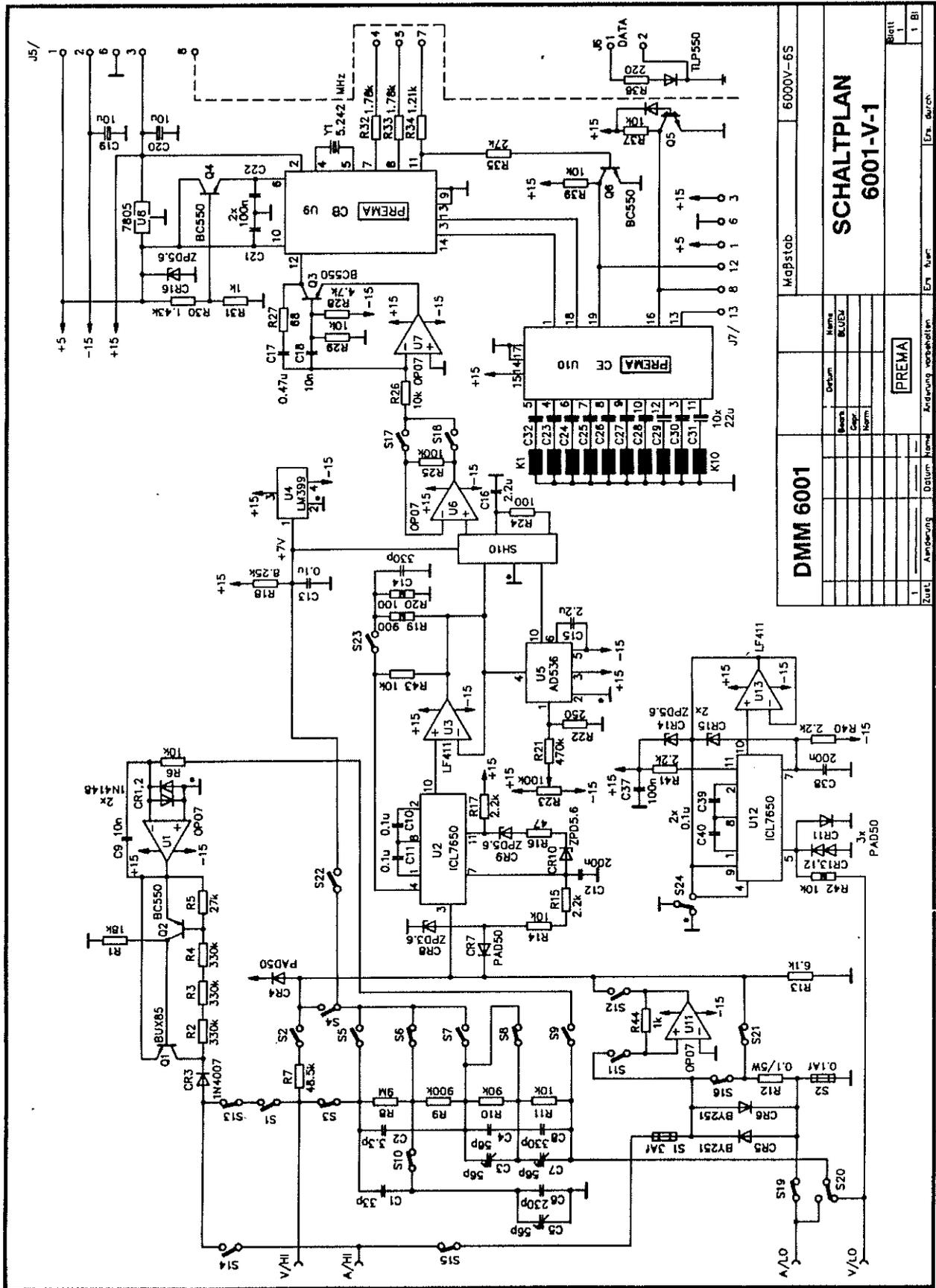
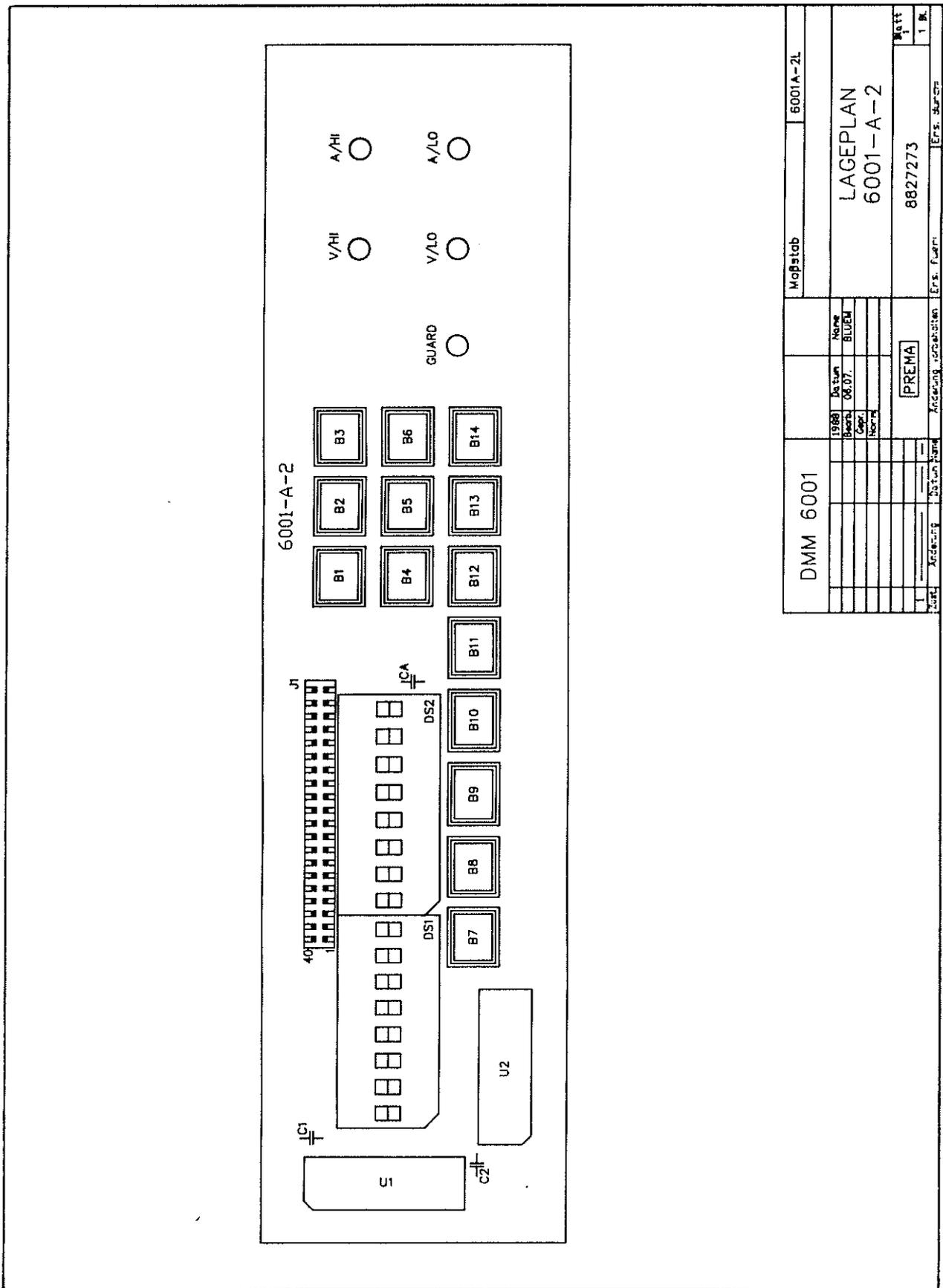


Bild 13.6. Schaltplan der Vorverstärkerplatine DMM 6001



DMM 6001		Mößstab		6001A-2L	
1968	23.07.	Name	LAGEPLAN		
Bach	08.07.	BLUBM	6001-A-2		
Gen			8827273		
Norm			PREMA		
U	Adressierung	23.07.1968	Angelegenheit	Ers. Fuen	Ers. Suchen

Bild 13.7. Lageplan der Anzeige DMM 5001 und DMM 6001

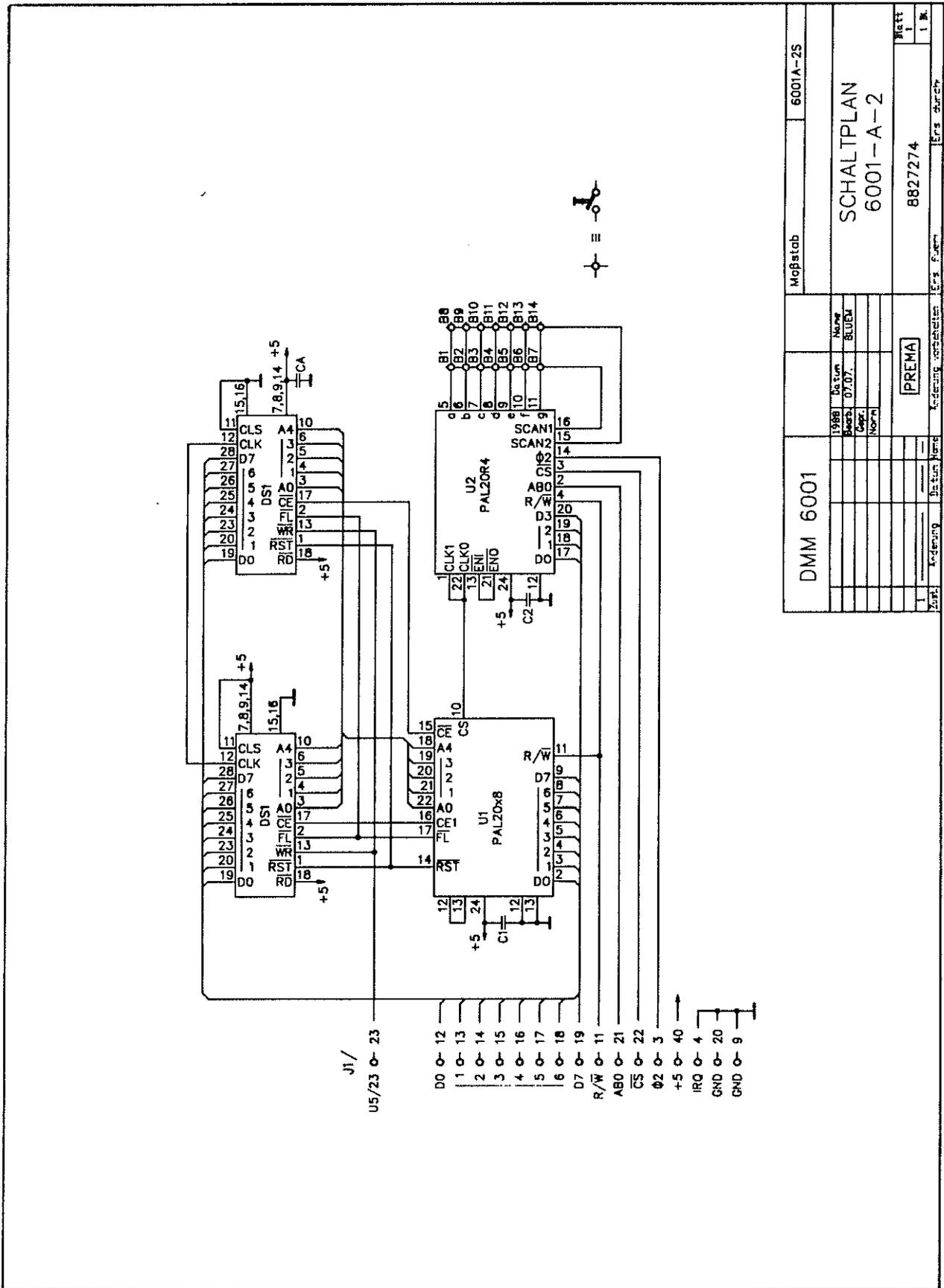
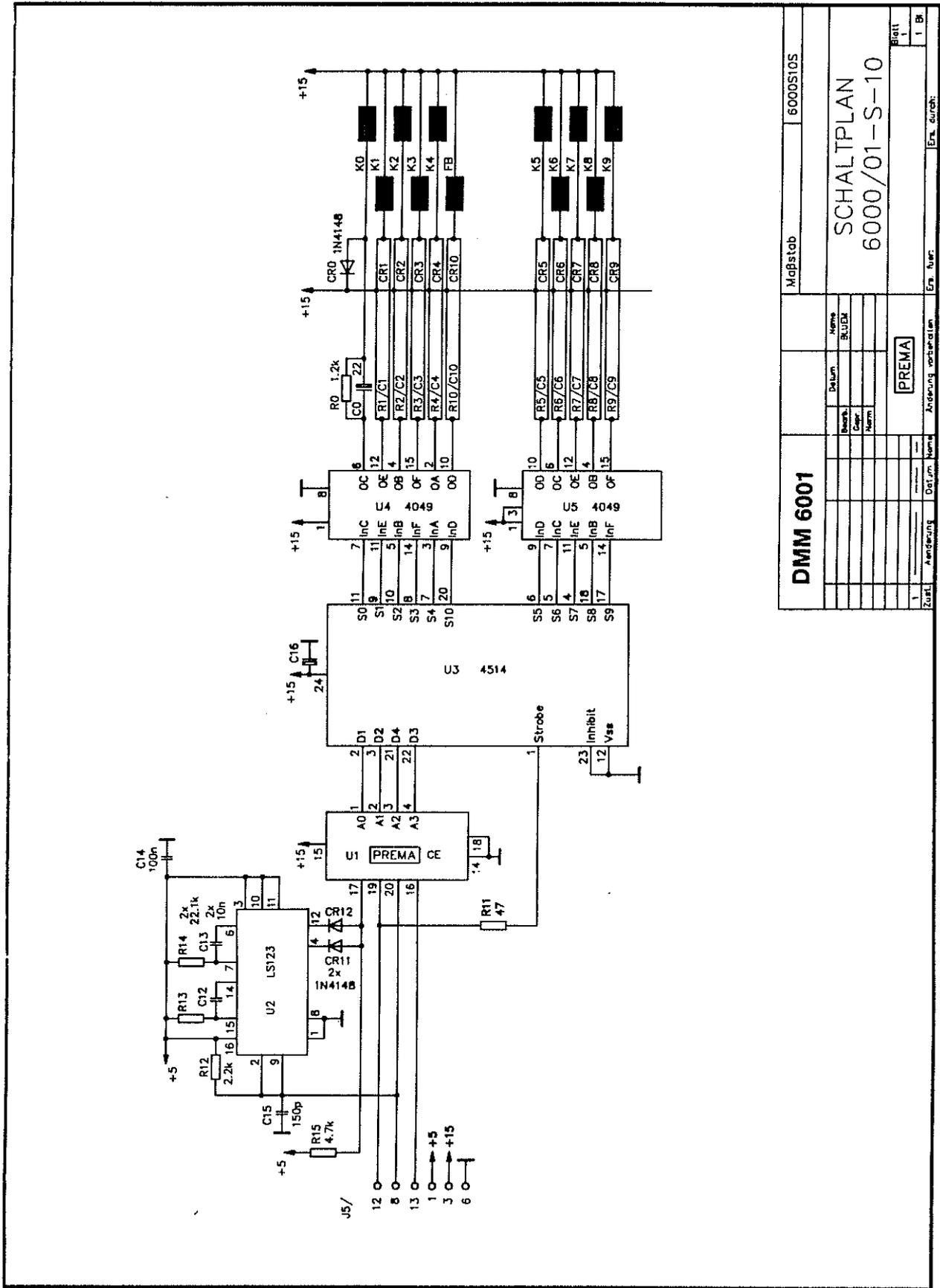


Bild 13.8. Schaltplan der Anzeige DMM 5001 und DMM 6001



DMM 6001		Maßstab		6000S10S	
Bezeichnung	Datum	Name	BLUBM		
Code					
Norm					
Zust.		Änderung		Datum	
1		PREMA			
Erst ausf.				Erst durch:	
				Blatt	
				1 B	

SCHALTPLAN
6000/01-S-10

Bild 13.10. Schaltplan der Scannerplatine DMM 5001 und DMM 6001

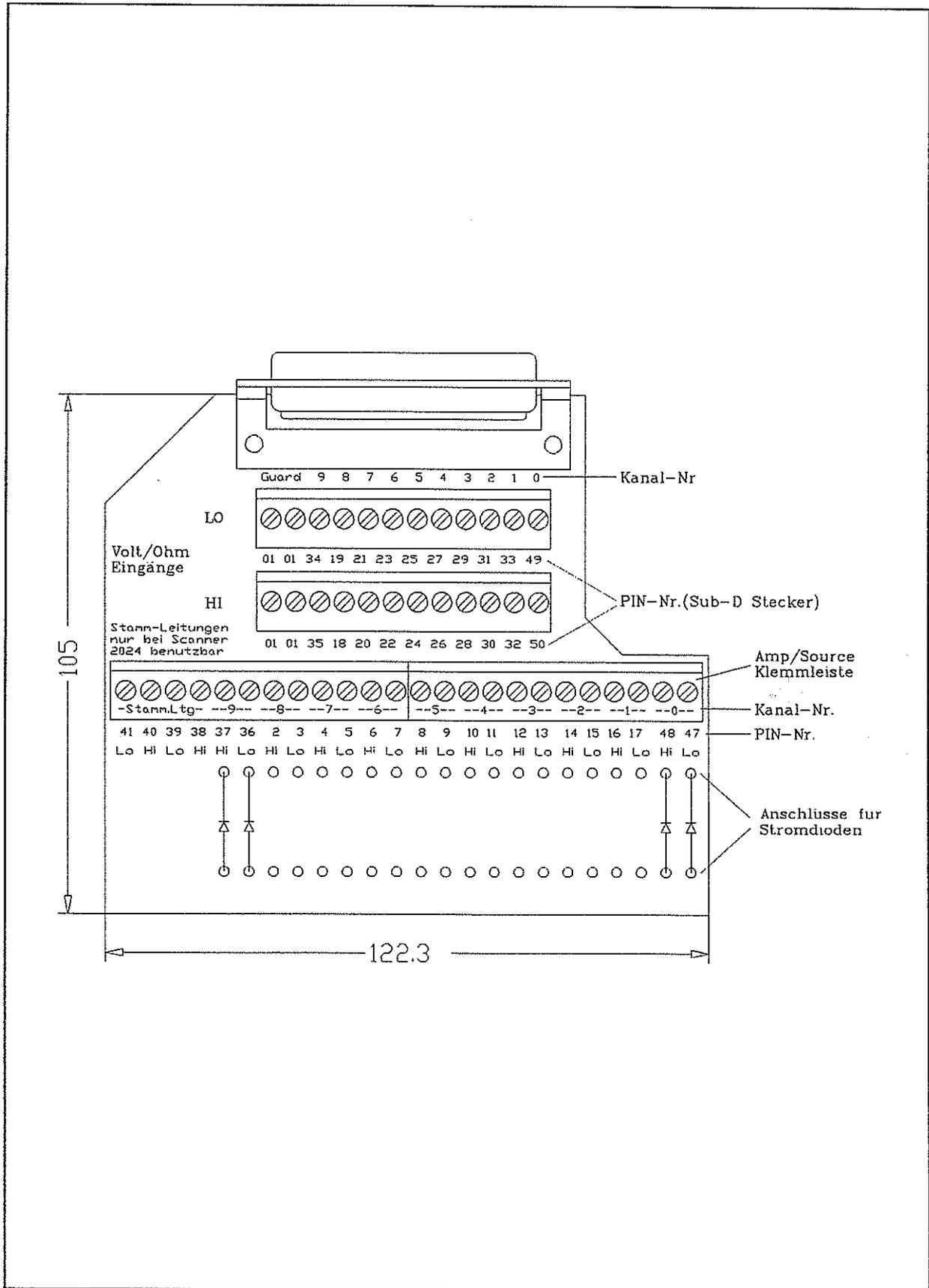


Bild 13.11. Lageplan der Adapterkarte

SACHWORTVERZEICHNIS**A**

A/D-Wandlung 1-2
 Abmessungen 2-13
 Adapterkarte 12-1
 Adresseinstellung 9-3
 Anschlußbelegung des Meßstellenumschalters 4-9

Anwahl der Meßbereiche 5-1
 Anzeige 4-2
 Aufwärmzeit 10-1
 Aufwärmzeit 2-13
 Automatik 5-1

B

Bedienung
 Einstellprogramme 5-5
 Manuell 5-1
 Bedienung
 Mathematikprogramme 5-1
 Bereichsanwahl 5-1
 Bereichsfeld und -tasten 4-3
 Betriebsbedingungen 2-13
 Buchsenleiste 12-1
 Bus Display 5-7
 Bürdenspannung
 Gleichstrom 2-7
 Wechselstrom 2-8

C

Check-Routinen 7-2
 Crest-Faktor 2-6

D

Device Clear 9-2
 Display-Betrieb 9-8
 Durchgangswiderstand 2-11

E

Eingangswiderstand
 Gleichspannung 2-2
 Wechselspannung 2-6
 Eingangswiderstand 8-1
 Einschaltzustand 3-2
 Einstellprogramme, Anwahl 5-5
 Ende-Zeichen 2-12
 Ende-Zeichen 9-2
 Erdung 3-1
 Error-Anzeige 7-1

F

Fehlermeldungen 7-1
 Filterung 8-7
 Funktioneller Geräteaufbau 4-1
 Funktionsfeld und -tasten 4-3

G

Garantie 3-2
 Gegenstecker 12-1
 Geräteaufbau 4-1
 Gestelleinbausatz 19-Zoll1 2-2
 Gewicht 2-13
 Gleichtaktunterdrückung 8-2
 Grenzdaten der Meßeingänge 4-4
 Guard 4-4

H

Handshake-Funktionen 9-1

I

IEEE-488-Bus-Schnittstelle
 Befehle 4-4
 Daten- und Steuerleitungen 4-7
 Gerätenachrichten 9-9
 Pogramierbeispiele 9-13
 Steckerbelegung 4-7
 Textmeldungen 9-9
 IEEE-488-Interfacekarten1 2-1
 Inbetriebnahme 3-1
 Integrationszeiten 9-11
 Intensität 5-6
 Interfacekarte 12-1
 Isolationswiderstand 2-11

K

Kalibrierdaten, Original 10-1
 Kalibrierschalter 4-10
 Kalibrierung 10-1
 Gleichspannung 10-1
 IEEE-488-Bus Anwendung 10-2
 Strom 10-2
 Temperatur 10-3
 Wechselspannung 10-2
 Widerstand 10-2
 Kontakte je Kanal 2-11

Kurzstring 9-12

Sachwortverzeichnis

L

Lageplan
 Adapterkarte 13-11
 Anzeigeplatine 13-7
 Mikroprozessorplatine 13-1
 Scannerplatine 13-9
 Vorverstärkerplatine DMM 5001 13-3
 Vorverstärkerplatine DMM 6001 13-5
Langstring 9-12
Lebensdauer der Relais 2-11
Leerzeichen 9-1
Leistungsaufnahme 3-1
Leitungswiderstand je Kanal 2-11
Lieferumfang 3-1
Listen Only 11-1
Listener 9-4
Luftfeuchtigkeit 2-13

M

Mathematikprogramme, Anwahl 5-1
Mehrfach-Rampen-Verfahren 1-2
Messpausen
 Gleichspannung 2-2
 Gleichstrom 2-7
 Temperatur bei 6001 2-9
 Wechselspannung 2-6
 Wechselstrom 2-8
 Widerstandsmessung 2-4
Meßablauf, Beispiel 11-2
Meßeingänge 4-4
Meßkabel 2-2
Meßmodus, Rückkehr 5-2
Meßprinzip 1-2
Meßstellenumschalter 4-8
Meßstrom 2-4
Meßstrompolarität 8-4
Meßzeiten im Rechenmodus 5-2

N

Nachrichteneinheit 9-10
Netzanschluß 3-1
Netzsicherung 3-1
Nullpunktmessung 6-1

O

Offsetkorrektur
 Spannung 6-1
 Strom 6-1
 Temperatur 6-2
 Widerstand 6-1
Offsetkorrektur 5-9

P

Polarität des Meßstromes 8-4
Programmwahlfeld 4-3

S

Schaltfrequenz 2-11
Schaltplan
 Anzeigeplatine 13-8
 Mikroprozessorplatine 13-2
 Scannerplatine 13-10
 Vorverstärkerplatine DMM 5001 13-4
 Vorverstärkerplatine DMM 6001 13-6
Schirmung 4-4
Schmelzsicherung 8-6
Selbsttest 7-2
Service Request 9-12
Sicherung 3-1
Speicherung
 Geräteeinstellungen 5-9
 Kanaleinstellung 5-9
 Meßwerte 5-5
Stabilität-Fehlergrenzen
 Gleichspannung 2-1
 Gleichstrom 2-7
 Temperatur bei 6001 2-9
 Wechselspannung 2-5
 Wechselstrom 2-8
 Widerstand 2-3
Statusbyte 9-12
String 9-10
Stringlänge 9-12
Strom durch Messwiderstand 2-4
Stromversorgung 2-13

T

Talk Only-String 9-9
Talk Only1 1-1
Tastaturabfrage 9-12
Tastaturfelder 4-3
Tastencode 9-12
Technische Daten 2-1
 Gleichspannung 2-1
 Gleichstrommessung 2-7
 IEEE-488-Schnittstelle 2-12
 Meßstellenumschalter 2-11
 Temperaturmessung 2-9
 Triggereingang 2-10
 Wechselspannungsmessung 2-5
 Wechselstrommessung 2-8
 Widerstandsmessung 2-3

Temperaturkoeffizient

- Gleichspannung 2-1
- Gleichstrommessung 2-7
- Temperatur bei 6001 2-9
- Wechselspannungsmessung 2-5
- Wechselstrommessung 2-8
- Widerstand 2-4

Temperaturmessung

- Fühlerabgleich 8-7
- Linearisierung 2-9
- Meßstrom 2-9

Thermospannungen 2-11

Triggereingang 4-5

Triggerfunktion 4-5

Triggerunsicherheit, zeitlich 4-5

U

Überlastschutz 8-1

Überlastgrenzen

- Gleichspannung 2-2
- Gleichstrom 2-7
- Wechselspannung 2-6
- Wechselstrom 2-8
- Widerstand 2-4

V

Vierdraht-Widerstandsmessung 8-3

Z

Zubehör 12-1

Zustandsbyte 9-12

Zweidraht-Widerstandsmessung 8-2

EG - Konformitätserklärung *EC Declaration of Conformity*

Hersteller / *Manufacturer*PREMA Präzisionselektronik GmbH
Robert-Bosch-Str.6 • D-55129 Mainz
Tel: 06131 5062-0 • Fax: 06131 5062-22Produktbezeichnung / *Product Name***Digitalmultimeter**Typ / *Type***DMM 6001 / Scanner**

Das bezeichnete Produkt stimmt mit den Vorschriften folgender Europäischer Richtlinie überein:

EG-Richtlinie 89/336/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die **Elektromagnetische Verträglichkeit**, geändert durch 92/31/EWG und 93/68/EWG

The named product is in conformity with the requirements of the following European Directive:

EC-Directive 89/336/EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to the **Electromagnetic Compatibility** amended by 92/31/EEC and 93/68/EEC.

Diese Erklärung gilt für alle Exemplare diesen Typs und verliert ihre Gültigkeit bei nicht mit uns abgestimmten Geräteänderungen.

This declaration is valid for all units of this type and is void when changes are made without consulting PREMA.

Die Übereinstimmung mit den Vorschriften dieser Richtlinie wird nachgewiesen durch die vollständige Einhaltung folgender Normen:

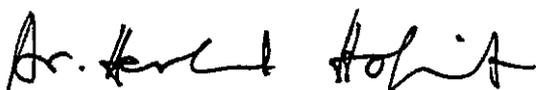
The Conformity with the requirements of this directive is testified by complete adherence to the following standards:

Harmonisierte Europäische Normen / Harmonised European Standards:

EN 50081-1

EN 50082-1

Mainz, den 02.01.1996



Dr. Herbert Hofmeister
Leiter Qualitätssicherung/*Quality Assurance Manager*



Dr. Joachim Scheerer
Technischer Leiter/*Technical Manager*