

**DIGITALMULTIMETER
DMM 6031**

Benutzerhandbuch

PREMA Präzisionselektronik GmbH
Robert-Bosch-Str. 6 • D-6500 Mainz 42
Tel 06131/5062-16 • Fax 06131/5062-22
Telex 4 187 666 prem d

Technische Änderungen vorbehalten
6031A/8739

ACHTUNG!



Vermeiden Sie die Entladung statischer Spannungen über Gerätebuchsen (insbesondere über den IEEE 488 Anschlußstecker)!

Sie kann zur Zerstörung Ihres Meßgerätes führen.



Beachten Sie Vorsichtsmaßnahmen

Vor dem Berühren von Gerätebuchsen und mit ihnen verbundenen Leitungen ist auf die Ableitung statischer Elektrizität zu achten.

Beschädigungen durch elektrostatische Spannungen werden durch die Garantie nicht abgedeckt.

1. EINFÜHRUNG

- 1.1. Gerätebeschreibung
- 1.2. Meßprinzip
- 1.3. Funktionsübersicht
 - 1.3.1. Bedienelemente und Anschlüsse der Frontplatte
 - 1.3.2. Bedienelemente und Anschlüsse der Rückwand

2. TECHNISCHE DATEN

- 2.1. Gleichspannung Vdc
- 2.2. Widerstand Ohm
- 2.3. Wechselspannung Vac
- 2.4. Gleichstrom Idc
- 2.5. Wechselstrom Iac
- 2.6. Temperatur °C, °F, K (nur 6031)

- 2.7. Triggereingang
- 2.8. Meßstellenumschalter (nur 6031, Option)
- 2.9. IEEE-Bus-Schnittstelle
- 2.10. Allgemeine Daten
- 2.11. Basis-Geräteeinstellungen

3. INBETRIEBNAHME

- 3.1. Lieferung
- 3.2. Anschluß des Gerätes ans Netz
 - 3.2.1. Erdung
- 3.3. Unfallverhütung
- 3.4. Besonderheiten beim Einbau des Meßstellenumschalters
- 3.5. Garantie
- 3.6. Einschalten des Gerätes

4. GERÄTEAUFBAU

- 4.1. Meßeingänge
 - 4.1.1. Anschluß der Meßkabel
 - 4.1.2. Grenzdaten der Meßeingänge
- 4.2. Schirmung
- 4.3. Triggereingang
- 4.4. IEEE 488-Bus-Interface
- 4.5. Meßstellenumschalter
- 4.6. Kalibrierschalter
- 4.7. Tastatur
 - 4.7.1. Tastatur zur Wahl der Betriebsart
 - 4.7.2. Tastatur zur Funktionswahl und Dateneingabe
- 4.8. Anzeige
 - 4.8.1. Hauptanzeigefeld mit IEEE-Zustandsanzeige
 - 4.8.2. Integrationszeitanzeige
 - 4.8.3. Programm- und Konstantenanzeige
 - 4.8.4. Kanalnummernanzeige

5. GERÄTEFUNKTIONEN

- 5.1. Meßfunktion
- 5.2. Meßbereiche
 - 5.2.1. Bereichsvorwahl
 - 5.2.2. Automatische Bereichswahl
- 5.3. Integrationszeiten
- 5.4. Digitaler Filter
- 5.5. Offsetkorrektur
 - 5.5.1. Offsetkorrektur bei festeingestelltem Bereich
 - 5.5.2. Offsetkorrektur bei automatischer Bereichswahl
- 5.6. Startbetrieb
- 5.7. Meßbetrieb
- 5.8. Rechenbetrieb
 - 5.8.1. Auswahl von Rechenprogrammen
 - 5.8.2. Auswahl von Konstanten
 - 5.8.3. Beschreibung der Rechenprogramme
 - 5.8.4. Programm Kombination
- 5.9. Meßstellenumschalter
 - 5.9.1. Direkte Kanalanwahl
 - 5.9.2. Automatische Kanalabfrage
- 5.10. Selbsttests
- 5.11. Fehlermeldungen
- 5.12. Zusätzliche Funktionen beim Betrieb am IEEE-488-Bus
 - 5.12.1. IEEE-Adresseinstellung
 - 5.12.2. Displaybetrieb
 - 5.12.3. Tastaturabfrage
 - 5.12.4. Bedienungsruf (SRQ)

6. Bedienungshinweise

- 6.1. Gleichspannungsmessung Vdc
- 6.2. Widerstandsmessung Ohm
 - 6.2.1. Zweidrahtmessung
 - 6.2.2. Vierdrahtmessung
- 6.3. Wechselspannungsmessung
- 6.4. Gleichstrommessung- und Wechselstrommessung
- 6.5. Temperaturmessung °C, °F, K
- 6.6. Meßstellenumschalter (nur 6031)

7. MANUELLE BEDIENUNG

- 7.1. Wahl einer Meßfunktion
- 7.2. Wahl eines Meßbereiches
- 7.3. Einstellung einer Integrationszeit
- 7.4. Digitaler Filter
- 7.5. Offsetkorrektur
- 7.6. Kontinuierliche Messung / Startbetrieb
 - 7.6.1. Meßergebnis
 - 7.6.2. Rechenergebnis
 - 7.6.3. Anzahl der Messungen im Startbetrieb
- 7.7. Eingabe von Daten über die Tastatur

- 7.8. Benutzung von Rechenprogrammen
 - 7.8.1. Eingaben von Rechenprogrammen
 - 7.8.2. Eingaben von Konstanten
- 7.9. Einstellung des Meßstellenumschalters
 - 7.9.1. Anwahl eines Meßkanales
 - 7.9.2. Einstellung der automatischen Kanalabfrage
 - 7.9.3. Betrieb der automatischen Kanalabfrage
- 7.10. Selbsttest
- 7.11. Kalibrierung
- 7.12. IEEE-Adresseinstellung und TALK-ONLY
- 7.13. Umstellen auf manuellen Betrieb

8. IEEE-BUS-SCHNITTSTELLE

- 8.1. Betrieb am IEEE-Bus
 - 8.1.1. Fähigkeiten der IEEE 488-Bus-Schnittstelle
 - 8.1.2. Schnittstellenbefehle
 - 8.1.3. Einstellung zum Betrieb am IEEE-Bus
 - 8.1.4. Einstellung von Geräteadresse und Schlußzeichen
- 8.2. Betrieb des Digitalmultimeters als Listener
 - 8.2.1. Befehle zur Steuerung des Digitalmultimeters
 - 8.2.2. Display-Betrieb
 - 8.2.3. Stringlängenauswahl
 - 8.2.4. SRQ-Betrieb
- 8.3. Betrieb des Digitalmultimeters als Talker
 - 8.3.1. Beschreibung des gesendeten Nachrichtensatzes
 - 8.3.2. Beschreibung der gesendeten Zeichen
 - 8.3.3. Abfragen der Tastatur über den IEEE-Bus
 - 8.3.4. Tabelle der gesendeten Nachrichten
- 8.4. Programmbeispiele
 - 8.4.1. Commodore 3032
 - 8.4.2. Tektronix 4051
 - 8.4.3. Hewlett-Packard HP 85
 - 8.4.4. Hewlett-Packard HP 87
 - 8.4.5. Hewlett-Packard HP 87 im SRQ-Betrieb
 - 8.4.6. Hewlett-Packard HP 9816 im SRQ-Betrieb
 - 8.4.7. Apple II mit CCS-7490-Interface

9. Elektronische Kalibrierung

- 9.1. Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche
- 9.2. Kalibrierung der Widerstandsbereiche
- 9.3. Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche
- 9.4. Kalibrierung der Gleich- und Wechselstrombereiche
- 9.5. Kalibrierung des Temperaturbereiches/Fühlerabgleich

10. Zubehör

- 10.1. Gegenstecker 6000/03
- 10.2. Adapterkarte 6031/02
- 10.3. Gestelleinbausatz 5020G

11. Anhang

Lagepläne und Schaltpläne

1. Einführung

Dieses Handbuch gilt gleichzeitig für die Geräteserie 6030S und 6031. Das Digitalmultimeter 6031 weist zusätzlich zu den Funktionen des 6030S den optionellen 20-Kanal-Meßstellenumschalter (Scanner), die Funktion der PT-100-Temperaturmessung sowie einen 2A-Strombereich und zwei weitere Integrationszeiten von 40 msec und 20 msec auf.

Ansonsten sind die Geräte in den Funktionen und der Bedienung gleich. Die Gerätedaten weichen jedoch in den gemeinsamen Funktionen voneinander ab. Ungeachtet der gleichen Auflösung von 6 1/2-Stellen besitzt das 6031 DMM eine gegenüber dem 6030 DMM in allen Funktionen gleiche oder höhere Genauigkeit.

Dieses Handbuch gilt nicht für die Serie 6030 ohne Zusatz 6030S. Wo es erforderlich ist, wird auf die zusätzlichen Funktionen des 6031-Digitalmultimeters hingewiesen.

100-Elementen, zwei- oder vierpolig mit einer Auflösung von $0,01^{\circ}\text{C}$ (wahlweise auch $^{\circ}\text{F}$ oder K). Die Messungen können kontinuierlich erfolgen oder als Einzel- oder Gruppenmessung durch ein (6031) externes oder internes Triggersignal ausgelöst werden. Durch Verringerung der Auflösung auf $4\frac{1}{2}$ Anzeigestellen kann beim 6031 eine Meßrate von 50 Messungen/sec erreicht werden.

Mit dem umfangreichen Mathematikprogrammsatz der Digitalmultimeter kann eine Vielzahl von Berechnungen, direkt am Meßobjekt, vorgenommen werden. Es können Grenzwerte überwacht, Meßwerte skaliert oder mittels zahlreicher mathematischer Funktionen, in das gewünschte Anzeigeformat umgerechnet werden. Kennlinienentzerrung ist über eine Polynomfunktion 8. Grades möglich. Statistische Funktionen wie z.B. Mittelwertbildung und Standardabweichung erlauben mühelos die Beobachtung eines Signales über längere Zeit ohne weitere Hilfsmittel (wie z.B. den Anschluß an einen Computer). Die Benutzung des Mathematikprogrammsatzes erübrigt in vielen Fällen das Sammeln und Auswerten von Meßwerten und entlastet einen zur Steuerung angeschlossenen Computer von vielen Routine-Aufgaben.

Zum Anschluß an einen Computer sind die PREMA Digitalmultimeter standardmäßig mit einem IEEE-Bus-Interface (IEEE 488) ausgerüstet, das die Fernsteuerung des Digitalmultimeters einschließlich der digitalen Kalibrierung ermöglicht. Die Geräte ermöglichen ebenso das Beschreiben der Anzeige und das Abfragen der Tastatur über das IEEE-Interface. Die hervorragende Auflösung der Digitalmultimeter bleibt auch im Systembetrieb durch die einwandfreie, galvanische Trennung zwischen Meßsignal und IEEE-Interface unbeeinflusst.

Die digitale Kalibrierung gestaltet den Abgleich des Digitalmultimeters denkbar einfach. Der AD-Wandler ist so linear, daß die Eingabe eines einzigen Sollwertes (über Tastatur oder IEEE-Schnittstelle) zur Kalibrierung eines jeden Meßbereiches ausreicht. Jeder Meßbereich läßt sich unabhängig vom anderen kalibrieren; der Sollwert darf zwischen 5% und 100% des Bereichsendwertes liegen. Ein verdeckt angebrachter Schalter verhindert das unbeabsichtigte Ändern von Kalibrierwerten und Geräte-Grundeinstellungen.

Nach dem Einschalten überprüft ein Selbsttestprogramm die Funktionstüchtigkeit des Digitalmultimeters. Fehlermeldungen geben in jeder Situation Aufschluß über Bedienungs- oder Gerätefehler. Während des Selbsttests entdeckte Fehler zeigen Defekte in Hardware, EPROM, RAM oder Kalibrierdaten an, die übrigen Fehlermeldungen melden Überlauf, Offset- oder Kalibrierfehler und Fehler bei Bedienung des IEEE-Interfaces.

Der optionell im Digitalmultimeter (6031) eingebaute Meßstellenumschalter ermöglicht das vierpolige Umschalten von bis zu 20 Präzisions-Meßkanälen. Die Daten des Digitalmultimeters bleiben bis auf den Höchstbetrag der zugelassenen Spannungen durch den Einbau des Meßstellenumschalters nahezu unbeeinflusst.

Der klare und übersichtliche Aufbau sowie die minimale Anzahl elektronische Bauelemente, sorgen für eine große Servicefreundlichkeit und tragen wesentlich zu der hohen Zuverlässigkeit der PREMA Digitalmultimeter bei.

1.2. Meßprinzip

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

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

Dieses Verfahren hat eine hohe Linearität, weil die Eingangsspannung nicht weggeschaltet werden muß, sonst verursachen nämlich die Kapazitäten der heute üblicherweise als Schalter verwendeten Transistoren durch den unterschiedlichen Schaltstoß einen Fehler, der sich mit der Eingangsspannung ändert.

Der Kondensator wird (Bild 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 Komparatorauschlag und einer Pulsflanke des Taktoszillators festgelegt. Da die Gesamtladungsänderung des Kondensators während einer Meßzeit gleich Null ist folgt

$$\frac{1}{R_e} \int_0^T U_e dt + \frac{1}{R_0} U_{ref} \sum t_i = 0$$

oder

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

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

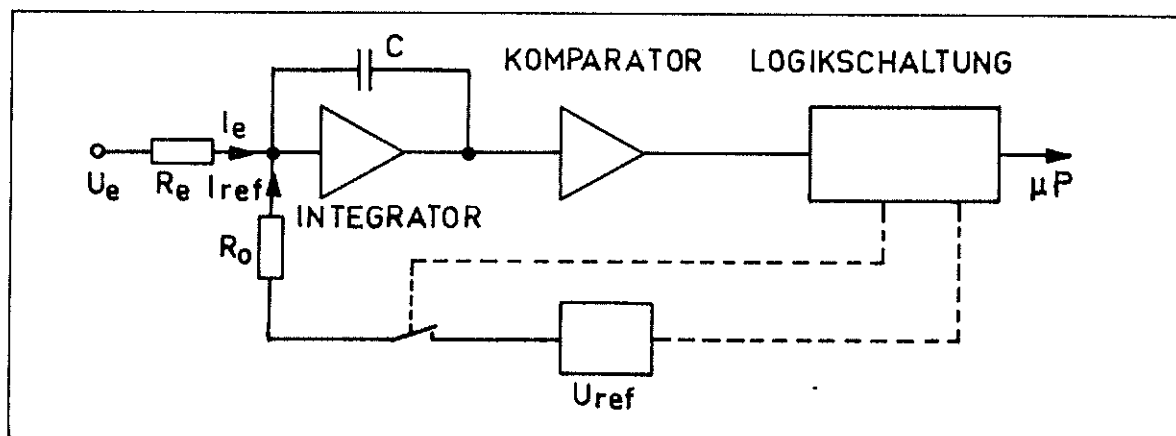


Bild 1.2.1 Vereinfachtes Prinzipschaltbild

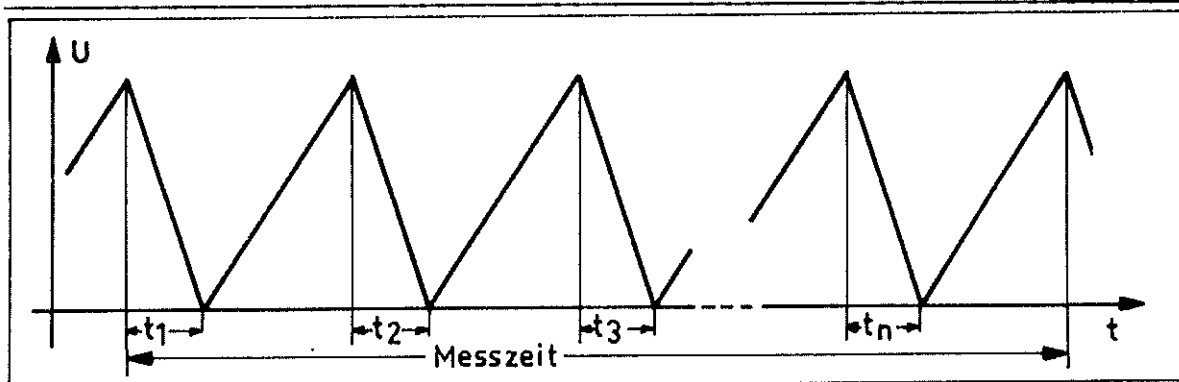


Bild 1.2.2 Ausgangssignal des Integrators

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 Komparator 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.

1.3. Funktionsübersicht

Das PREMA Digitalmultimeter weist eine Vielzahl von Funktionen und Anschlußmöglichkeiten auf. Das nachfolgende Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die Lage und Funktion der Bedienelemente und Geräteanschlüsse. Die Bilder 1.3.1 bis 1.3.4. zeigen die Lage der Bedienelemente.

1.3.1. Bedienelemente und Anschlüsse auf der Frontplatte

Auf der Frontplatte befinden sich alle für die manuelle Bedienung des Digitalmultimeters notwendigen Elemente in übersichtlicher Anordnung. Die Bedienung aller Gerätefunktionen erfolgt über die in zwei logische Blöcke unterteilte Tastatur. Mit der rechten Tastatur wird die Betriebsart gewählt. Das linke Tastenfeld dient mit drei Funktionsebenen der Wahl von Funktion und Bereich, Integrationszeit oder zur Dateneingabe. Die in vier Felder gegliederte Anzeige gibt zusammen mit den Tastenfeld-Leuchtdioden einen ständigen Überblick über die Gerätefunktion. Der Anschluß des Meßsignals erfolgt über die Sicherheits-Meßbuchsen auf der rechten Seite. Die nachfolgend genannten Nummern bezeichnen die Lage der Elemente im Lageplan (Bild 1.3.1 und 1.3.2).

- (1) Der Netzschalter dient zum sicheren zweipoligen An- oder Abschalten des Gerätes.
- (2) Das Hauptanzeigefeld dient zur Anzeige von bis zu 6 1/2-stelligen Meßergebnissen und bis zu 7 1/2-stelligen Rechenergebnissen. Ferner werden über das Hauptanzeigefeld die Eingabe von Kalibrierwerten, Konstanten, IEEE-Adresse und Schlußzeichen kontrolliert sowie Geräte- und Fehlermeldungen ausgegeben.
- (3) Die IEEE-Zustandsanzeige gibt an, in welchem Zustand das Gerät sich beim Betrieb über den IEEE-Bus befindet. Ist das Gerät im Fernsteuerzustand, leuchtet das Anzeigesegment "REMOTE". Der Betrieb des Gerätes als Listener oder Talker wird durch zwei weitere Segmente angezeigt.

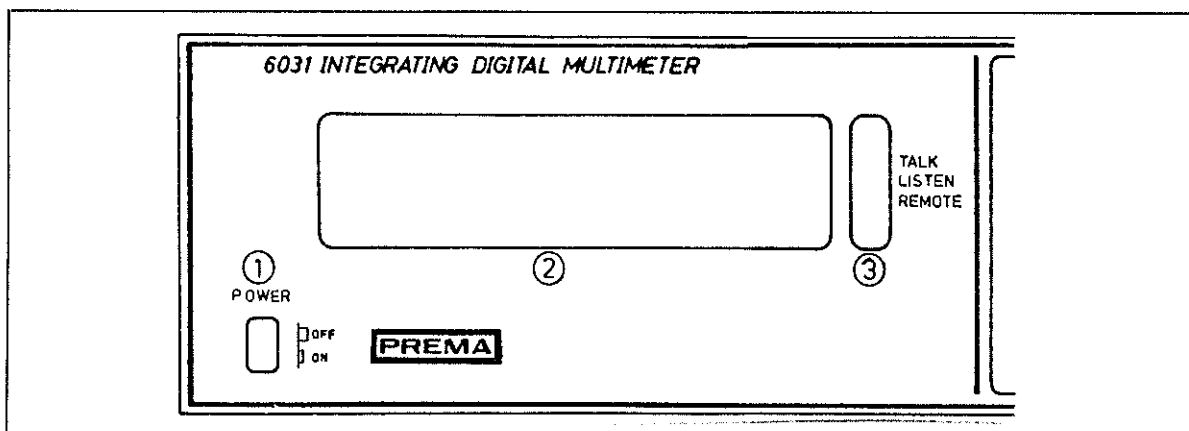


Bild 1.3.1. Hauptanzeige und IEEE-Zustandsanzeige

- (4) Die Integrationszeitanzeige zeigt die gerade gewählte Meßzeit an. Bei Meßzeiten ab 4 sec wird die verbleibende Meßzeit in der Anzeige heruntergezählt.
- (5) Dieses Nebenanzeigefeld besitzt mehrere Funktionen. Je nach gewählter Betriebsart zeigt die Anzeige die gewählte Programmnummer aus dem Mathematikprogrammsetz, die gewählte Konstantennummer bei Eingabe einer Konstanten oder bei der Betriebsart "Einzelmessung", die Anzahl der vorgewählten Messungen an.
- (6) Die Kanalwahlanzeige zeigt bei eingebautem Meßstellenumschalter (6031) die Nummer des gerade an den Meßeingängen des Multimeters liegenden Kanales an.
- (7) Tastatur zur Wahl der Betriebsart. Mit dieser Tastatur kann vorgewählt werden, in welcher Betriebsart das Multimeter arbeiten soll: Ausgabe des Meßergebnisses, Ausgabe des Rechenergebnisses, Programmanwahl, Integrationszeitanwahl, Konstantenanzeige, Einzel-, Gruppen- oder kontinuierliche Messung, Kanalwahl für den Meßstellenumschalter (6031), Wahl der IEEE-Adresseinstellung und Zu- oder Abschalten des digitalen Filters. Beim Betrieb des Gerätes

am IEEE-Bus kann über die Tasten 2nd LOCAL die manuelle Bedienung ermöglicht werden. Die Tastatur besitzt zwei Funktionsebenen. Die blau beschrifteten Zweitfunktionen werden durch vorheriges Betätigen der 2nd-Taste angewählt. Die beiden mittleren Tasten dienen zur CURSOR-Steuerung bei Zahleneingaben.

- (8) Je nach gewählter Betriebsart dient die Tastatur zur Auswahl von Meßfunktionen und -bereichen, zur Auswahl von Meßzeiten oder zur Eingabe numerischer Werte, wie z.B. bei der Konstanten- oder Programmnummerneingabe. Die blau beschrifteten Zweitfunktionen werden durch vorheriges Betätigen der 2nd-Taste, die rot beschrifteten Meßzeiten durch vorheriges Betätigen der ENTER-Taste angewählt.

Die Tasten in der oberen Reihe dienen zum Einschalten der Bereichsautomatik, zum Einschalten des digitalen Filters, zur Auswahl der Offsetkorrektur und zum Zurückschalten des Gerätes aus dem Fernsteuerzustand.

- (9) Leuchtdioden in den Tasten zeigen den Betriebszustand des Gerätes an.

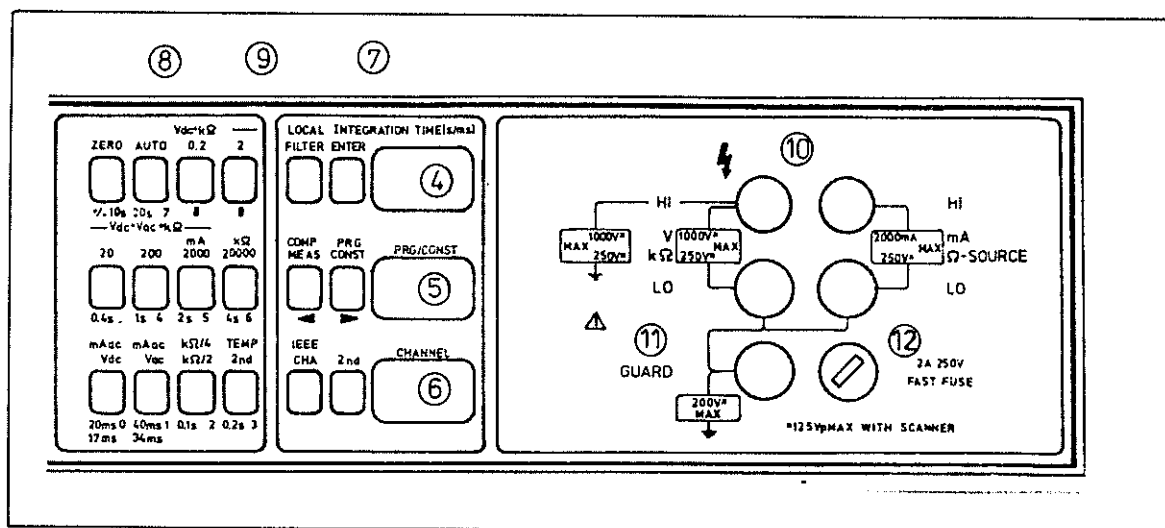


Bild 1.3.2 Tastatur, Nebenanzeigen und Eingangsbuchsen

- (10) Die Sicherheits-Meßbuchsen garantieren durch ihren hohen Isolationswiderstand den für das Digitalmultimeter spezifizierten Eingangswiderstand von über 10 GOhm. Spannung und Strom werden über getrennte Buchsen an den Eingang des Multimeters geführt.
- (11) Die Guard-Buchse ermöglicht die Abschirmung des Meßsignals durch Verbindung mit der internen Schirmleitung des Gerätes.
- (12) Die frontseitig zugängliche Stromsicherung (Feinsicherung 2A, flink muß nach Überlastung des Stromeinganges gegen eine Sicherung gleichen Typs gewechselt werden.

1.3.2. Bedienelemente und Anschlüsse auf der Rückwand

Auf der Rückwand befinden sich der Netzanschluß, Triggereingang, IEEE-Bus-Anschluß oder die Eingangsbuchsen des optionalen Meßstellenumschalters (6031). Nachfolgend genannte Nummern bezeichnen die Position im Lageplan (Bild 1.3.3 und 1.3.4).

- (13) Der Anschluß des Gerätes erfolgt über einen 3-poligen DIN-Kaltgerätestecker. Der Anschluß ist für ein Netz von 220V/50 Hz vorbereitet. Die Erdung des Gerätes erfolgt über den Schutzkontakt der Steckdose. Das Gehäuse ist von den Meßbuchsen, dem Triggereingang und dem IEEE-Interface galvanisch getrennt.
- (14) Die Netzsicherung ist auf den Betrieb an 220V/50Hz ausgelegt. Verwendet wird eine 200mA-Feinsicherung, träge. Bei Bedarf muß eine defekte Sicherung gegen eine solche gleichen Typs gewechselt werden. Dazu ist das Gerät in jedem Fall vom Netz zu trennen!

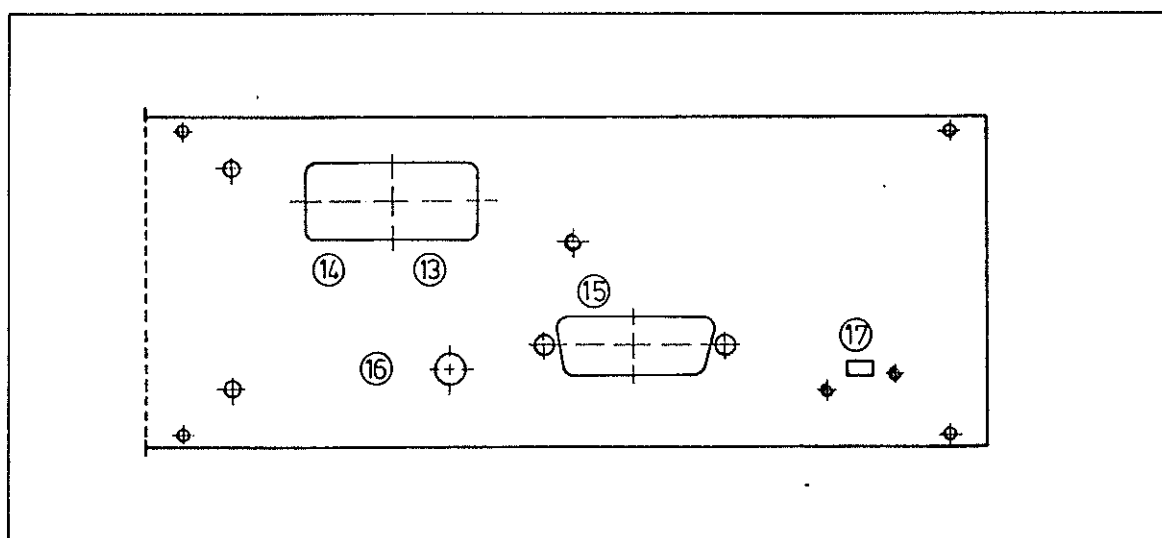


Bild 1.3.3 Netzanschluß, IEEE-Bus, Trigger und Kalibrierschutzschalter

- (15) Der Anschluß des Digitalmultimeters an einen Rechner mit IEEE-Bus erfolgt über diese Schnittstelle. Zum Betrieb des Gerätes sind die in der Norm IEEE-488 vorgeschriebenen Werte, z.B. maximal 16 Geräte am Bus, Leitungslänge zwischen zwei Geräten max. 2 Meter einzuhalten.

- (16) Triggereingang: In der Betriebsart Einzel- oder Gruppenmessung können Messungen durch ein externes Triggersignal gestartet werden. Dazu muß der Triggereingang kurzzeitig (TTL-Pegel, 400 usec) auf High-Pegel gelegt werden.
- (17) Der verdeckt angebrachte Kalibrierschalter ermöglicht das Nachkalibrieren von Meßbereichen sowie das Ändern von Geräte-Grundeinstellungen. In der Stellung "MEAS" sind alle Kalibrierdaten und Geräte-Grundeinstellungen gegen Verlust geschützt. In der Stellung "CAL" ist größte Vorsicht geboten, da ein kurzzeitiger Netzausfall oder Bedienfehler zur Zerstörung eines Teiles oder aller zum einwandfreien Betrieb notwendigen Daten führen können.

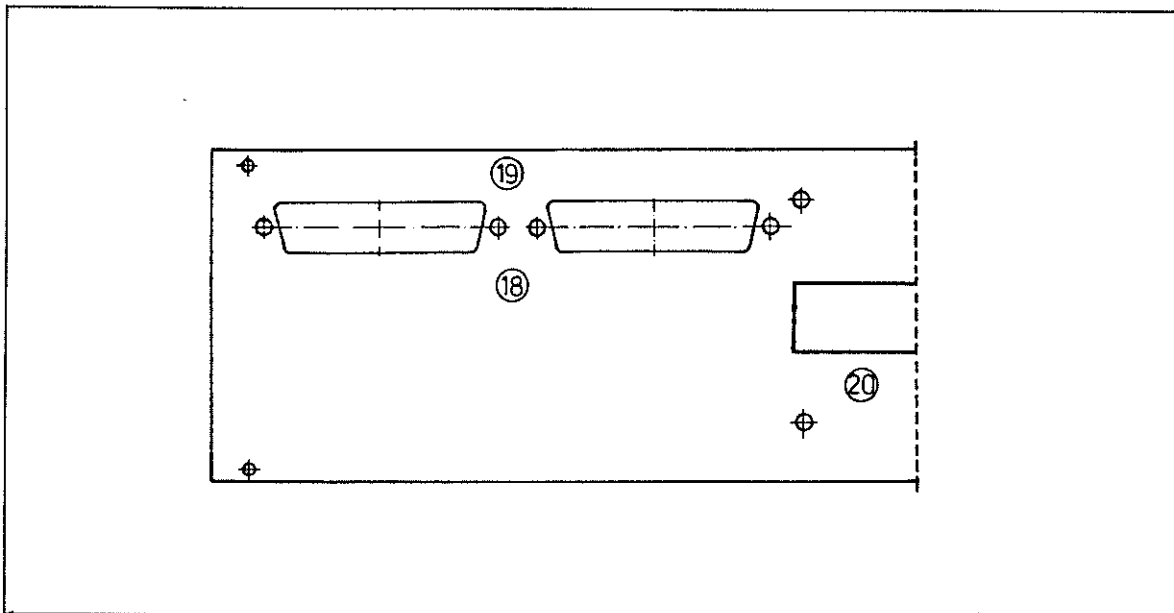


Bild 1.3.4. Meßeingänge an der Rückwand

- (18) Eingang des Meßstellenumschalters: Bis zu 20 Kanäle können über die rückwärtigen 50-poligen Sub-D-Buchsen zur Auswahl an den Meßeingang des 6031-Digitalmultimeters gelegt werden. Die Verbindung zum Meßeingang (parallel zu den Frontbuchsen) erfolgt jeweils vier-polig. Alle Gerätefunktionen des 6031 können sowohl über die Frontbuchsen als auch über den optionell eingebauten Meßstellenumschalter genutzt werden. Bei Benutzung des Meßstellenumschalters darf an den Frontbuchsen ein weiteres Meßsignal anliegen. Der optionell eingebaute Meßstellenumschalter limitiert den Wert der maximal zulässigen Eingangsspannung auf 125V (bezogen auf jeden der Anschlüsse des Multiplexers, auf Guard und auf Schutz Erde). Bei eingebautem Meßstellenumschalter können keine Rückwandbuchsen montiert werden.

-
- (19) Alternativ zu den Anschlußbuchsen des Meßstellenumschalters kann das Gerät Meßeingänge an der Rückwand besitzen. Meßanschlüsse dürfen dann nur an der Rückwand vorgenommen werden. Die Montage von Rückwandbuchsen ist nur bei Geräten ohne Meßstellenumschalter möglich.
- (20) Das Typenschild gibt Auskunft über Gerätetyp und Seriennummer des Gerätes. Geben Sie bitte bei allen Rückfragen Gerätetyp und Seriennummer des betreffenden Gerätes an.

2. TECHNISCHE DATEN

2.1. GLEICHSPANNUNG Vdc

BEREICHE	+/-0,2V; +/-2V; +/-20V; +/-200V; +/-1000V		
MESSZEITEN (sec.).....	0,02+0,04	0,1+0,2+0,4	1+2+4+10+20
MAX. ANZEIGEUMFANG	19 999	199 999	1 999 999 (außer 1000V)
AUFLÖSUNG.....	10 uV	1 uV	100nV
BEREICHSWAHL.....	manuell, automatisch oder fernge- steuert		

FEHLERGRENZEN +/-(% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige
(%m.Az)) 1,2)

24h, 23°C +/- 1°C

	%Az	%m.Az	
0,2V-Bereich	0,001	0,0005	
2 V-Bereich	0,0008	0,0001	
20 V-Bereich	0,0008	0,0001	
200 V-Bereich	0,002	0,0002	
1000 V-Bereich	0,003	0,0003	3)

90 Tage, 23°C +/- 5°C

	%Az	%m.Az	
0,2V-Bereich	0,002	0,0020	
2 V-Bereich	0,002	0,0003	
20 V-Bereich	0,002	0,0001	
200 V-Bereich	0,004	0,0003	
1000 V-Bereich	0,004	0,0004	3)

1 Jahr, 23°C +/- 5°C

	%Az	%m.Az	
0,2V-Bereich	0,004	0,0020	
2 V-Bereich	0,003	0,0003	
20 V-Bereich	0,003	0,0003	
200 V-Bereich	0,004	0,0005	
1000 V-Bereich	0,004	0,0005	3)

1) Werte jeweils +/- 1 Digit, gültig für konstantes Eingangssig-
nal; es sind 0,0005% innerhalb 80 ms nach einer Signaländerung zu
addieren

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

3) 1000V-Bereich nur bei Geräten ohne Scanner

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

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

	+/- (%Az. + %m.AZ)/°C		
0,2V-Bereich	0,0003	0,0001	
2 V-Bereich	0,0002	0,00005	
20 V-Bereich	0,0002	0,00005	
200 V-Bereich	0,0004	0,0001	
1000 V-Bereich	0,0004	0,0001	1,2)

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN
(0°C-10°C und 40°C-50°C) Werte bei (10°C-40°C)x2

NULLPUNKT

Offsetspannung (nach einer Stunde Aufwärmzeit)

Temperaturkoeffizient besser als 0,3 uV/°C
Langzeitstabilität besser als 5 uV über 90 Tage

EINGANGSWIDERSTAND

+/- 0,2V, +/-2V, +/-20V-Bereich 10 GOhm (bis zu +/-0,2V, bzw. +/-2V, bzw. +/-20V Eingangsspannung)
+/-200V, +/-1000V-Bereich . 10 MOhm 1)

STÖRUNGSUNTERDRÜCKUNG (gemessen durch Erhöhen des Störungsspitzenwertes bis zur Fehlanzeige von 1 Digit bei einer Meßzeit von 400 msec. ohne Filter)

SERIENAKTUNTERDRÜCKUNG

50 Hz Netz besser als 100 dB
46 Hz bis 56 besser als 50 dB

Der Spitzenwert der überlagerten Wechselspannung muß kleiner als der Gleichspannungsanteil sein.

- 1) 1000V-Bereich nur bei Geräten ohne Scanner
- 2) % m.Az. bezieht sich immer auf einen Anzeigeumfang von 1 999 999

GLEICHTAKTUNTERDRÜCKUNG (Schirm niederohmig mit einem der beiden Eingänge verbunden, mit 1 kOhm in einer der beiden Zuleitungen)

Gleichspannung 160 dB
50 Hz Netz 160 dB

MESSPAUSEN keine, außer bei Anwahl eines Rechenprogramms mit einer die Meßzeit überschreitenden Rechenzeit oder bei Polaritätswechsel, 50 msec nach Bereichs- oder Funktionswechsel

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

POLARITÄTSWECHSEL automatisch, max. 100 msec.

ÜBERLASTGRENZEN

zwischen "V/Ohm-HI" und "V/Ohm-LO"-Eingang +/-0,2V, +/-2V, +/-20V-Bereich für 60 sec..... +/- 1000V 1)
dauernd +/- 700V 1)
+/-200V, +/- 1000V-Bereich, dauernd +/- 1000V 1)

zwischen "V/Ohm/LO"-Eingang und Guard 200V Gleich- oder Spitzenspannung 1)

zwischen "V/Ohm/LO"-Eingang und Guard 200V Gleich- oder Spitzenspannung 1)

zwischen Guard und Gehäuse. 200V Gleich- oder Spitzenspannung 1)

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Hauptanzeige

1) Max. 125V-Spitze bei Geräten mit Scanner

2.2. WIDERSTAND kOhm

MESSVERFAHREN	4-polig, wahlweise 2-polig		
BEREICHE	200 Ohm, 2 kOhm, 20 kOhm, 200 kOhm, 2 MOhm, 20 MOhm		
MESSZEITEN (sec.).....	0,02+0,04	0,1+0,2+0,4	1+2+4+10+20
MAX.ANZEIGEUMFANG	19 999	199 999	1 999 999
AUFLÖSUNG	10 mOhm	1 mOhm	100 uOhm
MESSPAUSEN	100 msec nach Bereichs- oder Funk- tionsumschaltung		

BEREICHSWAHL

manuell, automatisch oder fernge- steuert
--

FEHLERGRENZEN +/- (% der Anzeige (%Az) + % der maximalen
Anzeige (%m.Az)) 1)

24h, 23°C +/- 1°C

	%Az	%m.Az
200 Ohm-Bereich	0,002	0,0005
2 kOhm-Bereich	0,001	0,0003
20 kOhm-Bereich	0,001	0,0003
200 kOhm-Bereich	0,002	0,0003
2 MOhm-Bereich	0,004	0,0009
20 MOhm-Bereich	0,03	0,0025

90 Tage, 23°C +/- 5°C

	%Az	%m.Az
200 Ohm-Bereich	0,003	0,002
2 kOhm-Bereich	0,002	0,0007
20 kOhm-Bereich	0,002	0,0007
200 kOhm-Bereich	0,003	0,0008
2 MOhm-Bereich	0,007	0,0009
20 MOhm-Bereich	0,04	0,0025

1 Jahr, 23°C +/- 5°C

	%Az	%m.Az
200 Ohm-Bereich	0,004	0,003
2 kOhm-Bereich	0,003	0,0007
20 kOhm-Bereich	0,003	0,0007
200 kOhm-Bereich	0,004	0,001
2 MOhm-Bereich	0,009	0,001
20 MOhm-Bereich	0,05	0,0025

1) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur, gültig für konstanten Meßwert; es sind 0,0005% m.Az. innerhalb 80 ms nach einer Signaländerung zu addieren

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

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN
(10°C-18°C, 28°C-40°C)

	+/- (%Az. + %m.Az)°C	
200 Ohm-Bereich	0,001	0,0001
2 kOhm-Bereich.....	0,0005	0,0001
20 kOhm-Bereich	0,0003	0,0001
200 kOhm-Bereich	0,0006	0,0001
2 MOhm-Bereich	0,0006	0,0001
20 MOhm-Bereich	0,004	0,00015

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN
(0°C-10°C, 40°C-50°C)

Werte bei (10°C-40°C) x 2

STROM DURCH MESSWIDERSTAND

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

SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN ca. 5V max.

ÜBERLASTGRENZE +/- 250V-Spitze 1)

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Hauptanzeige

1) Max. 125V-Spitze bei Geräten mit Scanner

2.3. WECHSELSPANNUNG Vac

WANDLUNGSART echter Effektivwert, umschaltbar auf reine Wechselspannung oder auf die Summe aus Gleich- und Wechselspannung

BEREICHE	2 V	20 V	200 V	700 V
MAX. ANZEIGEUMFANG.....	1 99999	19 9999	199 999	700 00
AUFLÖSUNG	10 uV	100 uV	1mV	10mV
MESSZEITEN	100 msec bis 20 sec			

BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder ferngesteuert

FEHLERGRENZEN (1 Jahr) +/- (% der Anzeige (%Az) + % der maximalen Anzeige (%m.Az)) 1,2,3), (23°C +/- 5°C)

Bereich	DC+30Hz	1kHz	10kHz	100kHz	300kHz
2V	/--0,07+0,05--/	--0,1+0,07--/	--0,4+0,1--/	--7+2--/	
20V	/--0,07+0,05--/	--0,1+0,07--/	--0,4+0,1--/	--5+2--/	
200V 1)	/--0,07+0,05--/	--0,1+0,07--/	--0,4+0,1--/		
700V 1)	/--0,1 +0,05--/	--0,7+0,5---			

Der Schirm muß mit der schwarzen Buchse des Eingangs Vac verbunden sein, Sinus-Signal größer als 5% der maximalen Anzeige. Bei Angabe dieser Werte wird vorausgesetzt, daß die "V/Ohm-LO"-Buchse auf geeignete Weise mit Erdpotential verbunden ist.

TEMPERATURKOEFFIZIENT
(10°C-18°C und 28°C-40°C)

0 - 20 kHz	+/- (0,01% der Anzeige + 0,004% der maximalen Anzeige)/°C
20 - 300 kHz	+/- (0,04% der Anzeige + 0,005% der maximalen Anzeige)/°C

TEMPERATURKOEFFIZIENT

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

- 1) Max. 125V-Spitze bei Ausrüstung mit Scanner
- 2) 700V-Bereich entfällt bei Ausrüstung mit Scanner
- 3) % m.Az. bezieht sich immer auf einen Anzeigeumfang von 199999

CREST-FAKTOR 7 : 1

Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 3,5 x Meßbereichs-nennwert oder 1000V (bei Geräten mit Scanner 125V).

EINGANGSWIDERSTAND 1 MOhm/kleiner 60pF

ÜBERLASTGRENZEN

Eingang V +/- 1000V-Spitze mit der Begren-
zung 10.000.000V x Hz 1)

zwischen "V/Ohm/LO"-Eingang
und Guard 200V Gleich- oder Spitzenspannung 1)

zwischen "V/Ohm/LO"-Eingang
und Guard 200V Gleich- oder Spitzenspannung 1)

zwischen Guard und Gehäuse. 200V Gleich- oder Spitzenspannung 1)

MESSPAUSEN 320 msec nach Bereichs- oder
Funktionswechsel

EINSCHWINGZEIT 1 s auf 0,1%

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Hauptanzeige

1) Bei Geräten mit Scanner maximal 125V-Spitze

2.4. GLEICHSTROM mAdc

BEREICH	+/- 2A	
MAX. ANZEIGENUMFANG	1999 99	
MESSZEITEN	20 msec - 20 sec	
AUFLÖSUNG	10 uA	
GENAUIGKEIT +/- (% der Anzeige (%Az.) + % der maximalen Anzeige (%m.Az)) 1) 1 Jahr, 23°C +/- 5°C		
2A-Bereich bis 1000 mA	0,007	0,002
bis 2000 mA	0,01	0,005
TEMPERATURKOEFFIZIENT (10°C-18°C und 28°C-40°C)		
2A-Bereich	+/- (0,002% der Anzeige + 0,001% der maximalen Anzeige)/°C	
TEMPERATURKOEFFIZIENT (0°C-50°C)	Werte bei 10°C-40°C) x 2	
BÜRDENSPANNUNG		
2A-Bereich	kleiner 0,6V	
mit Option 6031/01 installiert	kleiner 2V	
MESSPAUSEN	100 ms nach Bereichs- oder Funktionswechsel	
ÜBERLASTGRENZEN	max. 2A/250V-Spitze (Schmelzsicherung 2A) Bei der Funktion Gleichstrom sind die V/Ohm-LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen beiden Buchsen darf +/- 100mA (Schmelzsicherung 100mA) betragen	
ÜBERLAUFANZEIGE	ERROR 1 in der Anzeige	

1) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur, gültig für konstantes Eingangssignal; es sind 0,0005% m.Az. innerhalb 80 ms nach einer Signaländerung zu addieren

2.5. WECHSELSTROM mAac

BEREICH +/- 2A eff
 MAX. ANZEIGEUMFANG 1999 99
 MESSZEITEN 100 msec - 20 sec
 AUFLÖSUNG 10 uA

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

2A-Bereich DC+30Hz 1kHz 5kHz

/---0,1+0,1---/---1,0+0,4---/

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

TEMPERATURKOEFFIZIENT
 (10°C-18°C und 28°C-40°C)

0 - 1 kHz +/- (0,01% der Anzeige + 0,004%
 der max. Anzeige)/°C
 1 - 5 kHz +/- (0,04% der Anzeige + 0,005%
 der max. Anzeige)/°C

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(0°C-50°C) Werte bei (10°C-40°C) x 2

CREST-FAKTOR 7 : 1

Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 1,5 x Meßbereichs-
 nennwert oder 3A.

BÜRDENSPANNUNG

2A-Bereich kleiner 0.6V
 mit Option 6031/01
 installiert kleiner 2V

MESSPAUSEN 320 msec nach Bereichs- oder
 Funktionswechsel

ÜBERLASTGRENZEN max. 2A/250V-Spitze
 (Schmelzsicherung 2A)

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

EINSCHWINGZEIT 1 sec auf 0,1%

2.6. TEMPERATUR °C, °F, K

MESSVERFAHREN	4-polig, PT 100-Messung mit Linearisierung	
ANZEIGEBEREICH	Anzeigeumfang	Auflösung
Celsius	- 200°C bis + 850°C	0,01°C
Fahrenheit	- 328°F bis + 1562°F	0,01°F
Kelvin	+ 73 K bis + 1123 K	0,01 K
MESSTROM	100 uA	
SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN	ca. 5V	
MESSZEITEN (sec).....	0.2+0.4+1+2+4+10+20	
MESSPAUSEN	100 msec nach Bereichs- oder Funktionsumschaltung	
FEHLERGRENZEN	+/- 0,05°C über den gesamten Be- reich bei 23°C +/- 5°C für 1 Jahr (ohne Fühlertoleranz)	
TEMPERATURKOEFFIZIENTEN		
10°C-18°C, 28°C-40°C	0,001°C/°C	
0°C-10°C, 40°C-50°C	0,002°C/°C	
FÜHLERABGLEICH	bei beliebiger, genau bekannter Temperatur im gesamten Bereich wahlweise °C, °F oder Kelvin	
LINEARISIERUNG	nach Norm DIN IEC 751	

2.7. TRIGGEREINGANG

TRIGGERUNG	positive Flanke mit einer zeitlichen Unsicherheit von maximal 10 msec bis zum Start einer Messung
min. Impulshöhe	+ 2V
max. Impulshöhe	+ 15V
Überlastgrenze	+/- 25V
Steckverbindung	3,5 mm Klinkenstecker
max. Spannung zwischen Buchse und Netzerde	50V

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

2.8. MESSTELLEN-UMSCHALTER 6031/01 (Option)

SCHALTUNGSART	4-fach 1 aus 20
KANÄLE	20
KONTAKTE JE KANAL	4
SCHALTUNGSART	monostabiler mechanischer Schalter
THERMOSPANNUNG	kleiner 1 uV nach 1.5h Aufwärmzeit
SCHUTZSCHIRM	vorhanden
MAX. SPANNUNG ZWISCHEN 2 KONTAKTEN EINES KANALS	125V-Spitze mit der Begrenzung 1 000 000 x V x Hz
MAX. MESSPANNUNG	125V-Spitze mit der Begrenzung 1 000 000 x V x Hz
MAX. SCHALTSTROM	2Adc oder 3A-Spitze
ZEIT ZWISCHEN 2 SCHALT- VORGÄNGEN	kleiner 100 ms
VERZÖGERUNG DES MESSBE- GINNS NACH KANALUMSCHAL- TUNG	20 msec, die Zeiten für die Be- reichs- oder Funktionsumschaltung müssen stets hinzuaddiert werden
MAX. DAUERSCHALTFREQUENZ ..	2 Hz
MAX. DURCHGANGSWIDERSTAND (PRO LEITUNG)	1 Ohm
LEBENSDAUER	2 x 100 000 000 Schaltspiele (0,1A, 10V=)
ISOLATIONSWIDERSTAND ZWISCHEN 2 KONTAKTEN	3 GOhm bei rel. Luftfeuchtigkeit unter 60%
ISOLATIONSWIDERSTAND GEGEN GEHÄUSE	3 GOhm bei rel. Luftfeuchtigkeit unter 60%
KAPAZITÄT ZWISCHEN DEN KONTAKTEN	kleiner 100 pF
INTERVALLZEIT	1 bis 9999 Minuten
TRIGGERVERZÖGERUNGSZEIT ...	0,1 bis 999,9 sec
EINSCHALTDAUER	0,1 bis 999,9 sec

2.9. IEEE 488-SCHNITTSTELLE

BETRIEBSARTEN	TALKER/LISTENER oder TALK ONLY
ENTKOPPLUNG VOM EINGANG ...	galvanisch von der Eingangsstufe getrennt
AUSGANGSINFORMATION	numerische Daten von Meßergebnis, Rechenergebnis, Funktion, Bereich Meßzeit, Rechenprogrammnummer, Tastencode, Konstanten und andere Geräteeinstellungen
EINGANGSINFORMATION	Funktion, Bereich, Meßzeit, Startbefehl, Kalibriersollwert, Anzeigetext und andere Geräteein- stellungen, triggerbar über GET
ADRESSE	wählbar von 0 bis 30, TALK ONLY einstellbar über die Tastatur
AUSRÜSTUNG	SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, DT1, SRI
TASTATUR	abschaltbar über REN, zuschaltbar über GTL, verriegelbar über LLO
SCHLUSS-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
1h bis zur vollen Genauigkeit

LUFTFEUCHTIGKEIT

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

STROMVERSORGUNG 100V, 120V, 220V, 240V umschaltbar,
50 oder 60 Hz, 20VA

GEWICHT ca. 5,1 kg

GEHÄUSE Aluminium-19-Zoll-Flachgehäuse

ABMESSUNGEN

Tischgehäuse

Höhe ohne Füße ca. 88 mm
Höhe mit Füßen ca. 105 mm
Breite ca. 444 mm
Tiefe ohne Griffe und Bedienungselemente ca. 356 mm
Tiefe mit Griffen ca. 396 mm

2.11. BASIS-GERÄTEEINSTELLUNGEN nach dem Einschalten

MESSFUNKTION	Gleichspannung Vdc
MESSBEREICH	1000V-Bereich
INTEGRATIONSZEIT	1 sec
AUTOMATIK	abgeschaltet
BETRIEBSART	Meßbetrieb, kontinuierlich
PROGRAMM	kein Programm eingestellt
ANZEIGE	Meßwert, 6 1/2-stellig
DIGITALER FILTER	abgeschaltet
KONSTANTEN	alle Konstanten C0 bis C9 gelöscht
KANALANWAHL (Option Scanner)	alle Kanäle abgeschaltet, Front- buchsen angeschaltet
KANALVORWAHL (Option Scanner)	kein Kanal angewählt, alle Zeiten = 0, Automatische Kanalumschaltung abgeschaltet
IEEE-Bus	
STRINGFORMAT	Langstring, Meßwert- und Zustands- information
SERVICE-REQUEST-FUNKTION ..	abgeschaltet, kein SRQ
DISPLAY-BETRIEB	abgeschaltet
FERNSTEUERUNG	abgeschaltet, manuelle Bedienung
IEEE-ADRESSE UND SCHLUSS- ZEICHEN	Einstellung Adresse 07, Schluß- zeichen 8 oder letzte gesicherte Einstellung
TRIGGEREINGANG	abgeschaltet

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 Schadenbestandsaufnahme abzufassen. Vergleichen Sie bitte auch sofort den auf dem Lieferschein angegebenen Lieferumfang mit dem Inhalt der Lieferung.

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. Das Gerät ist auf die im europäischen Raum übliche Netzspannung 220V/50Hz eingestellt. Überzeugen Sie sich bitte vor Anschluß des Gerätes an das Netz von der richtigen Einstellung (Typenschild/Netzsicherung). (Zur Umstellung des Gerätes auf eine andere Netzfrequenz siehe Kapitel Kalibrierung.)

Spannungsänderungen von +/- 10% und Frequenzänderungen von +/- 4% sind zulässig. Die Leistungsaufnahme beträgt ca. 20VA. Für den Netzanschluß befindet sich auf der Rückseite des Gerätes ein DIN-Kaltgerätestecker mit Schutzkontakt. Das Gerät ist mit einer Feinsicherung 0,2A träge abgesichert. Bei Umstellung auf eine Netzspannung von 100V oder 120V sollte diese gegen eine Feinsicherung 0,4A träge ausgetauscht werden.

Über den auf der Frontplatte befindlichen Drucktastenschalter "POWER" wird das Meßgerät zweipolig mit dem Netz verbunden.

3.2.1 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 (ausgenommen PIN 12) galvanisch getrennt.

3.3. 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 (6031)

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 Vdc-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 eines Jahres 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

Das Gerät wird durch Eindrücken des Drucktastenschalters "POWER" eingeschaltet. Nach dem Einschalten und dem Ablauf der Selbsttestroutinen, bei denen die Funktion der im Gerät enthaltenen elektronischen Komponenten sowie der Relais getestet wird, schaltet das Gerät in die Einstellung Gleichspannungsmessung, 1000V-Bereich. Die Automatik ist ausgeschaltet. Alle Multiplexereingänge bei eingebautem optionellen Meßstellenumschalter sind abgeschaltet. Die Integrationszeit beträgt im kontinuierlichen Meßbetrieb 1 sec, das Gerät zeigt das Meßergebnis. Ferner ist kein Mathematikprogramm angewählt (Programmnummern-Anzeige "00"). Der Triggereingang ist abgeschaltet und das Gerät ist für manuelle Bedienung bereit, also nicht im Fernsteuerzustand. Das digitale Filter ist abgeschaltet.

Beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus gilt:

Die Basis-Geräteadresse ist vom Werk auf IEEE.07.8, also Adresse 7, Endzeichen 8 (EOI) eingestellt, Displaybetrieb und SRQ-Betrieb sind abgeschaltet. Ohne weitere Vereinbarung wird im Langstring-Format ausgegeben (s. Kapitel IEEE-Bus).

Die nach dem Einschalten vorhandene Basis-Geräteadresse kann vom Anwender - abweichend von der Firmeneinstellung - gewählt werden (s. Kapitel IEEE-Bus).

4. Geräteaufbau

Der Aufbau des Digitalmultimeters ist in mehrere funktionell unterschiedliche Komponenten gegliedert. Der zentrale Mikroprozessor (Bild 4.1) steuert die Durchführung der Messung, die Abfrage der Tastatur, das Beschreiben der Anzeige, das Schalten der Funktions- und Bereichsrelais sowie die Auswahl des Meßkanales bei optionell eingebautem Meßstellenumschalter. Ferner bedient er die IEEE-Bus-Schnittstelle und organisiert den internen, seriellen Datenverkehr.

Unabhängig von der Steuerung der Hardware ermöglicht der Prozessor eine Fülle von rein softwaremäßigen Funktionen wie z.B. die Ausführung von Mathematikprogrammen, die einfache digitale Kalibrierung sowie Selbsttests und Fehlererkennung.

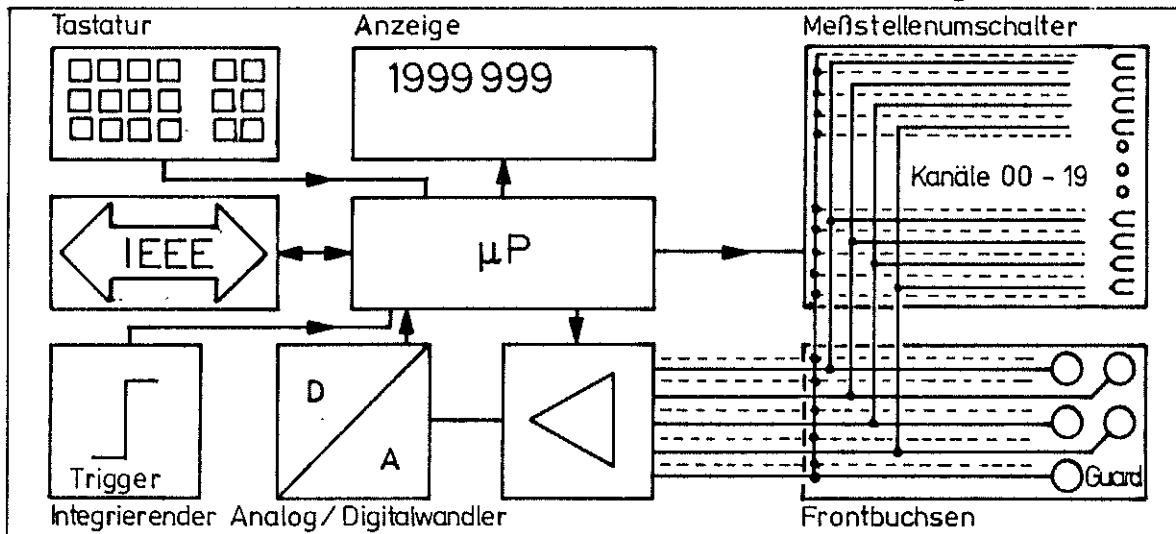


Bild 4.1. Blockschema des Geräteaufbaus

Mikroprozessorplatine, Digitalteil, Analogplatine und der optionelle Meßstellenumschalter sind zur gegenseitigen Entkopplung räumlich getrennt voneinander angeordnet. Der Datenaustausch zwischen Analogteil und Prozessorplatine erfolgt, über Optokoppler galvanisch getrennt, durch serielle Übertragung. Eine Beeinflussung zwischen den analogen und digitalen Komponenten ist somit nahezu ausgeschlossen.

Für die Relaiskontakte des optionellen Meßstellenumschalters können Thermospannungen kleiner 1 μV garantiert werden.

Der durchdachte Aufbau des Analogteils reduziert die Anzahl kritischer Komponenten und den Bauteileaufwand auf ein Mindestmaß und erhöht damit die Zuverlässigkeit.

Der Gesamtaufbau garantiert die mühelose Einhaltung aller angegebenen Daten. Die Verwendung eines 19"-Gehäuses erlaubt den einfachen Einbau in ein Mess-System.

4.1. Meßeingänge

Zum Anschluß der Meßsignale besitzt das Digitalmultimeter auf der Frontplatte oder auf der Rückwand Sicherheitsbuchsen. Bei Einbau des optionellen Meßstellenumschalters können die Frontbuchsen abgeschaltet oder als 21. Kanal zugeschaltet werden. Die Rückwandbuchsen können nicht montiert werden, wenn das Multimeter mit dem Meßstellenumschalter bestückt ist.

4.1.1. Anschluß der Meßkabel

Meßsignale sollen 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, kOhm gekennzeichneten Buchsen vorgenommen. Anschlüsse für Vierdraht-Widerstands- oder Temperaturmessungen werden über die beiden linken Buchsen (Meßeingänge) und über die beiden rechten Buchsen (Stromquelle) vorgenommen. Dabei muß auf die richtige Polung geachtet werden (HI-HI, LO-LO). Stromanschlüsse erfolgen über die beiden rechten mit "mA" und "OHM-Source" gekennzeichneten Buchsen.

4.1.2. Grenzdaten der Meßeingänge

Beim Anschluß von Meßsignalen müssen die vorgeschriebenen Grenzdaten beachtet werden. Diese Grenzdaten sind auf der Frontplatte neben den Meßeingängen angegeben (Bild 4.1.2). Die Grenzdaten unterscheiden sich bei Geräten mit und ohne optionellem Meßstellenumschalter wie folgt

	ohne	eingebautem Meß- stellenumschalter	mit
Meßeingang			
HI-LO	1000V peak		125V peak
LO-Erde	200V peak		125V peak
GUARD-Erde	200V peak		125V peak
GUARD-LO	50V peak		50V peak
Ohm-Source			
HI-LO	250V peak/2A peak		125V peak/2A peak
LO-Erde	125V peak		125V peak

Die maximale Spannung zwischen "LO"-Eingang und Erde beträgt 50V-Spitze.

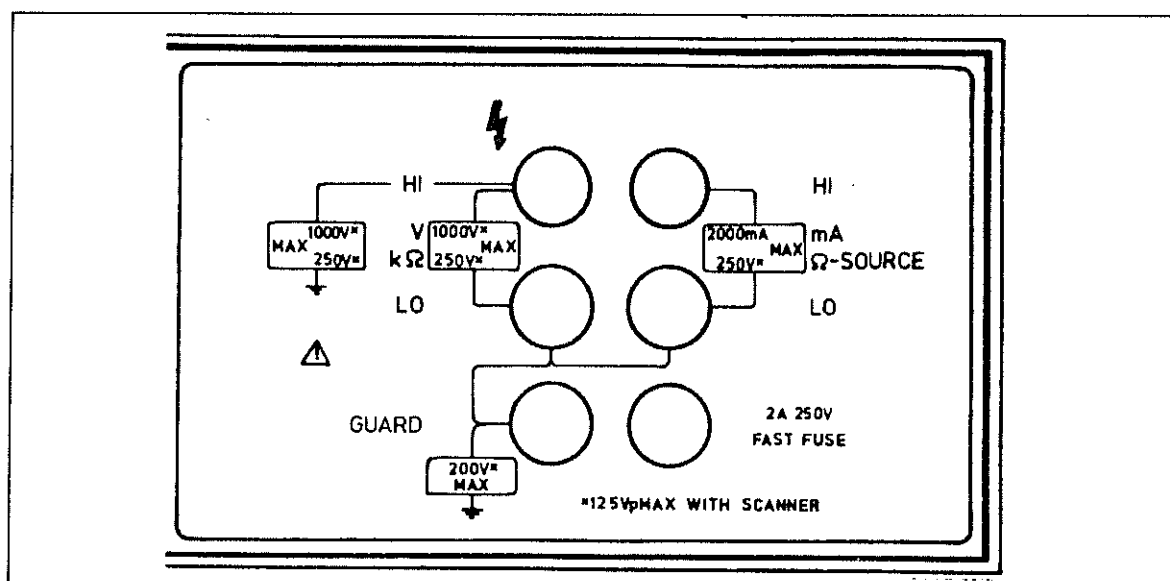


Bild 4.1.2. Kennzeichnung der Grenzdaten auf der Frontplatte

4.2. Schirmung (GUARD)

Alle Meßeingänge von Schirmleitungen umgeben. Für eine einwandfreie Schirmung ist die Beachtung einiger Regeln (siehe Bedienungshinweise der jeweiligen Meßfunktion) 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.

4.3. Triggereingang

Über den auf der Rückwand isoliert montierten Triggereingang können einzelne Messungen durch einen kurzen Triggerimpuls gestartet werden. Dazu muß das Gerät in die Betriebsart "Einzelmessung" geschaltet 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 up-Masse (IEEE-), der innere Teil führt das Signal (Bild 4.3.1.).

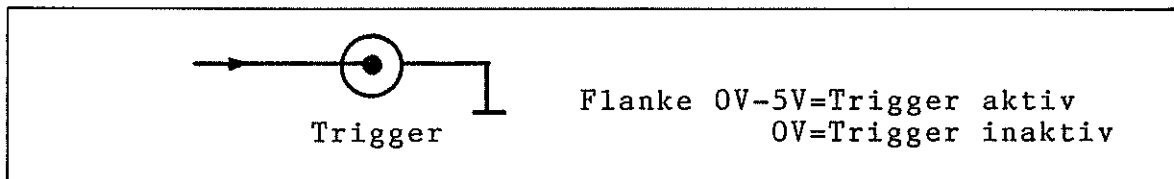


Bild 4.3.1. Anschlußbelegung der Triggerbuchse

Die Triggerbuchse ist galvanisch von Schutz Erde getrennt. Startzeitpunkt für eine Einzelmessung ist die ansteigende Flanke des Triggerpulses mit einer zeitlichen Unsicherheit von 10 msec (Bild 4.3.2.). 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.

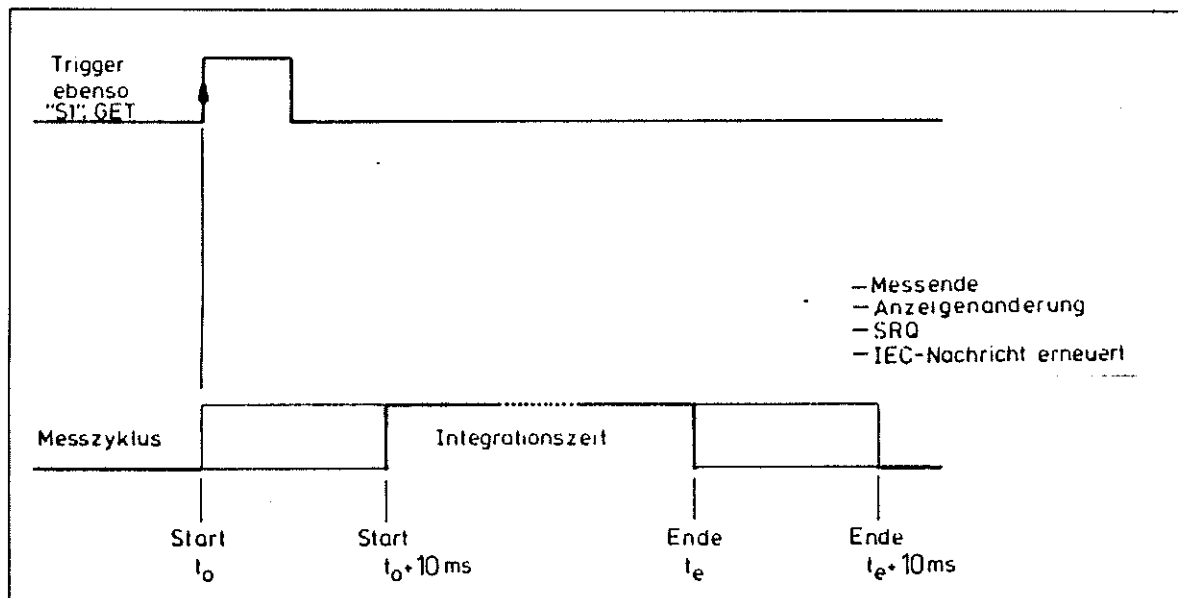


Bild 4.3.2. Start der Messung durch Triggersignal

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 usec betragen.

4.4. IEEE-488-Bus-Interface

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 äußere Abschirmung des IEEE-Bus-Kabels ist meist mit Pin 12 verbunden. Im Digitalmultimeter ist Pin 12 nicht angeschlossen. Die restlichen Leitungen liegen auf Signalmasse. Die Anschlußbelegung (Bild 4.4.1.) 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 Signalmasse
 SHIELD Anschluß für Abschirmung (Schutzerde)

Bild 4.4.1 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.

Die für den Betrieb des Digitalmultimeters am Bus notwendige Geräteadresse wird per Software eingestellt.

4.5. Meßstellenumschalter (Option)

Das Digitalmultimeter (6031) kann optionell mit einem thermospannungsarmen 20-kanaligen, vierpoligen Meßstellenumschalter ausgerüstet werden.

Die Anschlüsse des Multiplexers werden über zwei 50-polige Subminiatur-D-Buchsen an der Rückwand vorgenommen. Die linke Buchse dient zum Anschluß der Kanäle 00-09, die rechte Buchse zum Anschluß der Kanäle 10-19. Es können Spannungen, Ströme und Widerstände (zwei- oder vierpolig) über den Multiplexer geschaltet werden.

Die Thermospannung der Kontakte ist kleiner 1uV. Der maximal zulässige Strom beträgt 2A. Die maximal zulässige Spannung zwischen allen beliebigen Kontakten beträgt 125V-Spitze mit der Begrenzung 1V/usec. Diese Begrenzung gilt für alle Eingänge des Digitalmultimeters, auch für die Frontbuchsen und auch bei abgeschalteten Kanälen.

Die Umschaltung ist vom Typ 1 aus 20, d.h. es kann immer nur ein Kanal durchgeschaltet sein. Wird ein neuer Kanal geschlossen, dann wird der zuvor geschlossene Kanal zuerst abgeschaltet. Zwischen dem Abschalten des zuvor geschalteten Kanals und dem Zuschalten eines neuen Kanales liegen ca. 1-3 msec Verzögerungszeit (BREAK before MAKE).

Die vier Ausgangsleitungen des Multiplexers sind über abschaltbare Relais mit den Frontbuchsen "V, kOhm" und "mA, Ohm-Source" verbunden. Pin 1 der Subminiatur-Buchse ist mit der Schirmleitung und der blauen Buchse "GUARD" verbunden. Der Schirm umschließt jede einzelne der 20-vierpoligen Signalleitungen. Bild 4.5.1. zeigt die Anschlußbelegung der Subminiatur-D-Buchsen.

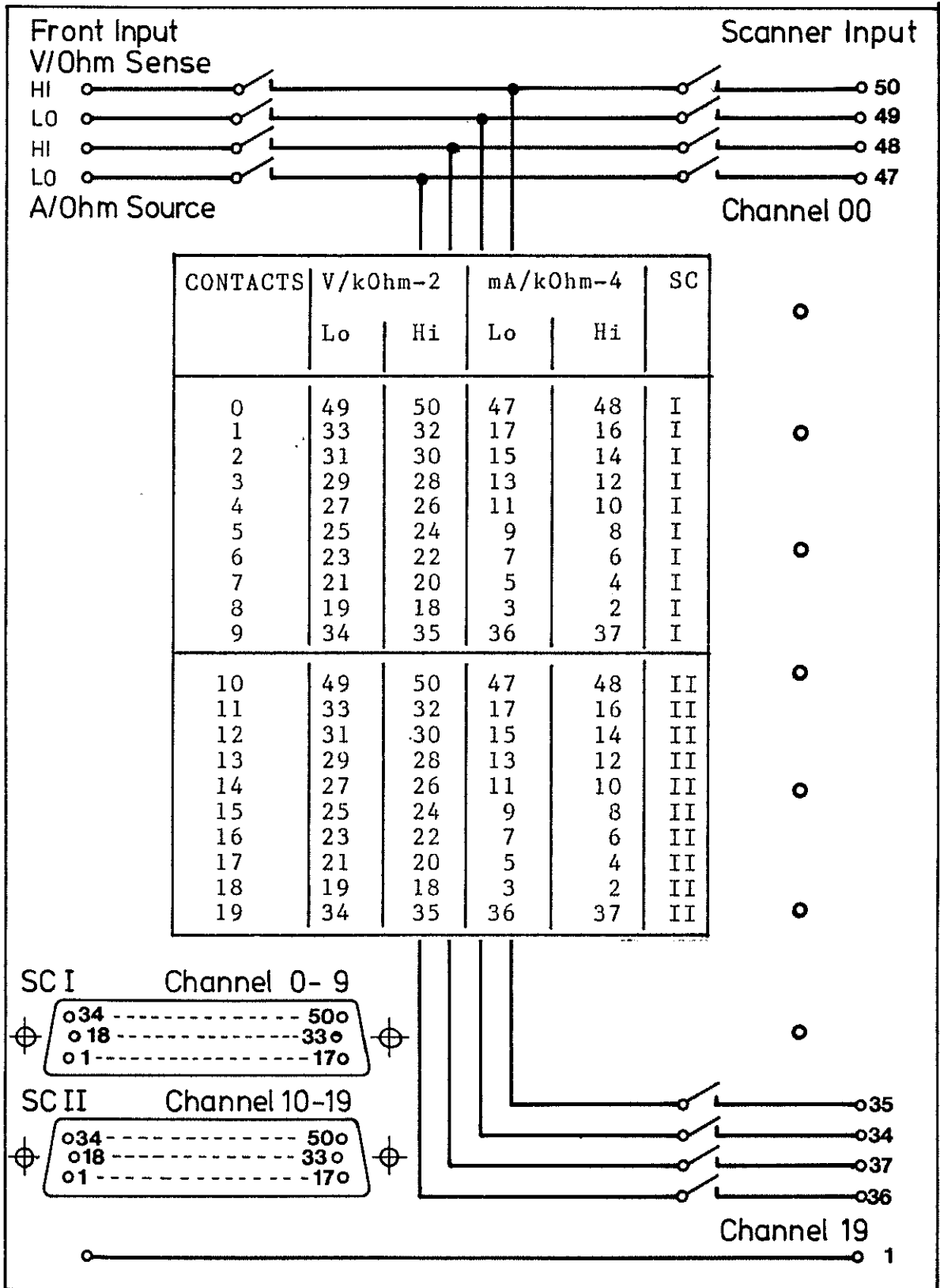


Bild 4.5.1. Anschlußbelegung des 20-Kanal-Meßstellenumschalters

4.6. Kalibrierschalter

Zum Ändern von Gerätegrundeinstellungen (IEEE-Geräteadresse, Konstanten etc.) und zum Nachkalibrieren von Meßfunktionen muß der Schalter (Bild 4.6.1) 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 liegenden Gerätedaten sind geschützt.

Durch Umlegen des Schalters aus Stellung "MEAS" in Stellung "CAL" wird der Schutz der Daten aufgehoben, das Gerät befindet sich im Kalibriermodus.

In diesem Zustand ist größte Sorgfalt geboten, um ein unbeabsichtigtes Ändern von Daten zu vermeiden. Das Digitalmultimeter sollte im Kalibriermodus 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.

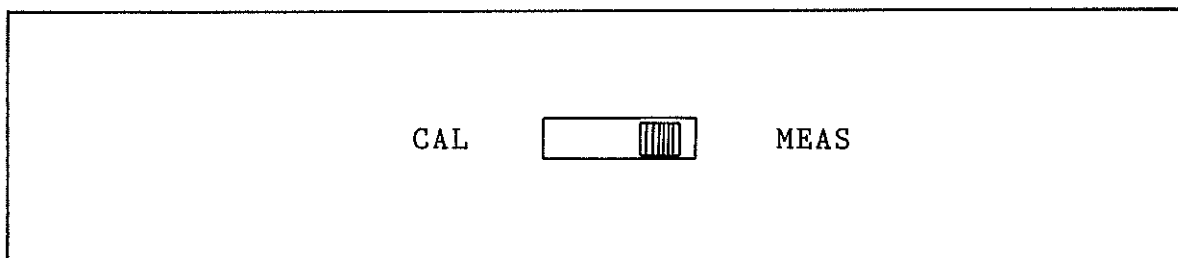


Bild 4.6.1. Stellungen des Kalibrierschalters

Das Umlegen des Schalters erfolgt mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugs, z.B. mit einem kleinen Schraubendreher.

4.7. Tastatur

Das Tastenfeld des Digitalmultimeters ist in zwei Felder unterteilt. Mit dem rechten Tastenfeld wird die Betriebsart des Multimeters gewählt, mit dem linken Tastenfeld werden Meßfunktionen und Bereiche eingestellt oder Dateneingaben durchgeführt. Leuchtdioden in den Tasten zeigen den Betriebszustand an.

4.7.1. Tastatur zur Wahl der Betriebsart

Die sechs Tasten im rechten Feld dienen der Wahl der Betriebsart oder zur Einstellung spezieller Gerätefunktionen. Zur Anwahl der Funktionen stehen zwei Ebenen zur Verfügung. Durch einfachen Tastendruck werden die schwarz beschrifteten Funktionen angewählt, durch vorheriges Drücken der 2nd-Taste und das Drücken einer anderen Taste werden die blau beschrifteten Zweitfunktionen angewählt.

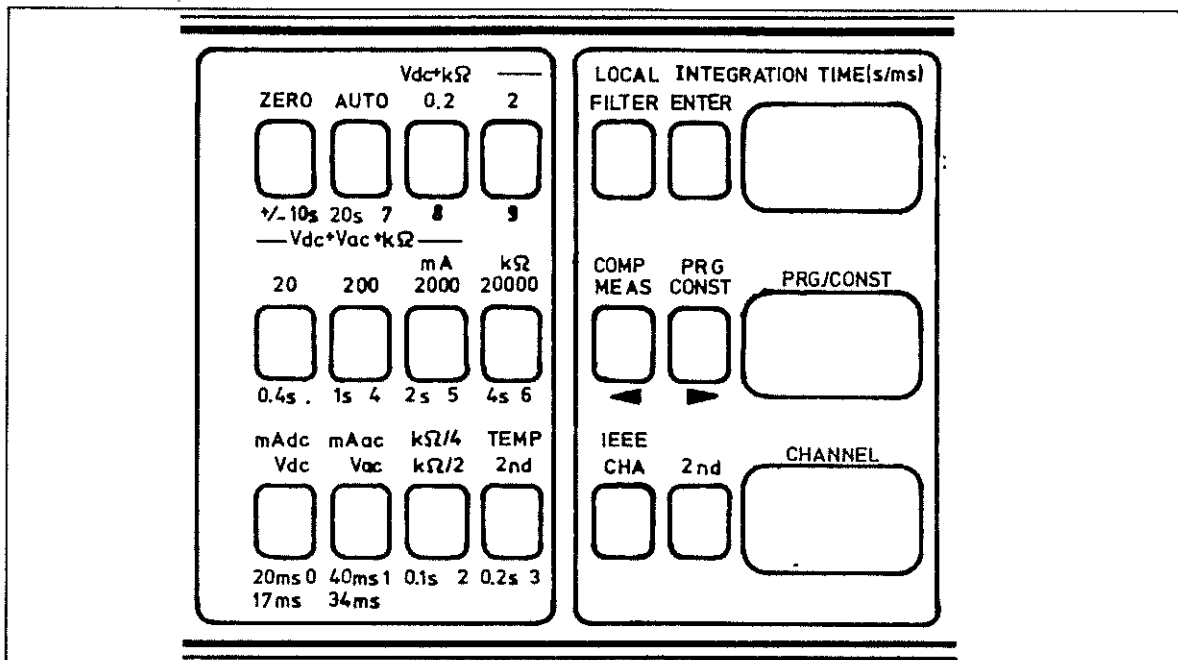


Bild 4.7. Tastatur des Digitalmultimeters

Einmaliges Drücken der 2nd-Taste schaltet auf die 2. Funktionsebene um, nochmaliges Drücken der 2nd-Taste schaltet auf die 1. Funktionsebene zurück. Nach dem erstmaligen Drücken der 2nd-Taste bleibt das bisherige Anzeigeergebnis in der Anzeige stehen, was zum Zwischenspeichern von Meßergebnissen benutzt werden kann. Die Taste "MEAS" schaltet in die Betriebsart "Messen", "2nd COMP" schaltet in die Betriebsart "Rechnen". Die Taste "CONST" ermöglicht die Eingabe von Konstanten, mit "2nd PRG" können Programm-Codes für den Rechenbetrieb ausgewählt werden. Während der Eingabe von Ziffern über das Dateneingabefeld dienen diese Tasten zur Cursor-Steuerung. Die

Taste "ENTER" schließt Eingaben über das Dateneingabefeld ab oder bereitet die Anwahl der rot beschrifteten Integrationszeiten vor ("ENTER", dann Integrationszeit). Mit der "FILTER"-Taste kann das digitale Filter an- oder abgeschaltet werden.

Die Taste "2nd LOCAL" dient zum Umschalten des Gerätes aus dem Fernsteuerbetrieb (IEEE-Bus) in den manuellen Betrieb. Über die Taste "CHA" und Dateneingabe im linken Tastenfeld können die Kanäle des Meßstellenumschalters auf den Meßeingang geschaltet werden. Die Taste "2nd IEEE" erlaubt die Eingabe einer IEEE-Geräteadresse und eines Schlußzeichen-Codes über das Dateneingabefeld.

4.7.2. Tastatur zur Funktionsanwahl und Dateneingabe

Die zwölf Tasten im linken Tastenfeld, schwarz beschriftet in der 1. Funktionsebene zur Wahl von Funktion und Bereich sowie zur Dateneingabe, blau beschriftet in der 2. Funktionsebene zur Wahl von weiteren Meßfunktionen und rot beschriftet in der 3. Funktionsebene zur Integrationszeiteingabe, ermöglichen neben der Wahl der bereits genannten Funktionen die Anwahl spezieller Funktionen wie Automatische Bereichswahl ("AUTO") oder Offsetkorrektur ("ZERO"). Die schwarz beschriftete 1. Funktionsebene führt Funktionen sofort auf Tastendruck aus, während die blau beschrifteten Funktionen der 2. Funktionsebene durch vorheriges Drücken der 2nd-Taste (jetzt im linken Tastenfeld) und nachfolgendes Drücken der entsprechenden Funktionstaste angewählt werden. Nach dem Drücken der 2nd-Taste bleibt bis zum weiteren Tastendruck das bisherige Anzeigergebnis in der Anzeige stehen.

Zur Dateneingabe sind die Tasten mit den Ziffern 0 bis 9, Dezimalpunkt und Vorzeichen belegt. Beim Drücken der Taste "+/-" wird das Vorzeichen gewechselt. Tasten, die für die Eingabe von Daten nicht notwendig sind, werden ignoriert. Die automatische Bereichswahl kann durch Drücken der "AUTO"-Taste eingeschaltet und durch nochmaliges Drücken oder die Wahl eines festen Bereiches wieder abgeschaltet werden.

4.8. Anzeige

Die Anzeige des Digitalmultimeters wird zur übersichtlichen Darstellung in vier Feldern vorgenommen. Auf der linken Seite befindet sich das Hauptanzeigefeld. Rechts neben dem Tastenfeld zur Betriebsartenwahl liegen drei Nebenanzeigefelder. Zur Darstellung des Betriebszustandes sind alle Tasten mit Leuchtdioden ausgestattet.

4.8.1. Hauptanzeigefeld und IEEE-Zustandsanzeige

Im Hauptanzeigefeld werden Meß- und Rechenwerte als Dezimalzahlen mit Dezimalpunkt und Vorzeichen ausgegeben. Die Anzeige von Meßwerten erfolgt mit der dem Meßwert entsprechenden Genauigkeit. Konstanteneingabe und Konstantenausgabe oder die Ausgabe von Rechenwerten erfolgt immer mit 7 1/2 Stellen. Geräte und Fehlermeldungen, die Einstellung der IEEE-Adresse sowie über den IEEE-Bus gesendete Textmeldungen werden auf der Hauptanzeige dargestellt. Mögliche Arten der Darstellung und ihre Bedeutung sind:

"+1.2376289"	Rechenwert 7 1/2-stellig
"+1.298657"	Meßwert 4 1/2- bis 6 1/2-stellig
"-0.23°C"	Temperatur 4 1/2-stellig, °C, °F oder K
"+.-----"	Konstante (frei)
"Error 1"	Fehlermeldung
"Ctrl. 3"	Selbsttestroutine
"IEEE. 07.8"	IEEE-Adress-Einstellung
"null"	Nullpunktkorrektur
"donE"	Nullpunktkorrektur / PT 100 abgeschlossen
"CAL."	Kalibriermodus

Zum Hauptanzeigefeld gehört auf der rechten Seite ein Fenster, das den Zustand des Gerätes am IEEE-Bus anzeigt. Die Zustände sind:

REMOTE: Das DMM ist im Fernsteuerzustand
 LISTENER: Das DMM kann Befehle empfangen
 TALK: Das DMM kann Nachrichten an einen Computer senden
 Es leuchtet jeweils das entsprechende Anzeigesegment. Im TALK ONLY-Mode leuchtet "TALK" ständig.

4.8.2. Integrationszeitanzeige (obere Anzeige)

Die Integrationszeitanzeige gibt Auskunft über die gerade eingestellte Meßzeit. Bei Meßzeiten größer als 2 sec wird die verbleibende Meßzeit in der Anzeige sekundenweise heruntergezählt. Meßzeiten kleiner als 100 msec werden mit führender "0" angegeben, z.B. "04" für 40 msec. Zeiten kleiner als 1 sec werden mit Dezimalpunkt, also z.B. "0.2" für 200 msec, angegeben. Die Zeiten ab 1 sec werden ohne führende "0" angezeigt.

Bei der Kanalvorwahl für die automatische Meßstellenabfrage (6031) wird durch Ausgeben von "OP" (opened) ein abgewählter Kanal, durch Ausgeben von "cl" (closed) ein angewählter Kanal angezeigt.

4.8.3. Programm- und Konstantenanzeige (mittlere Anzeige)

Diese Anzeige dient zur Darstellung von Programmnummern für den Rechenbetrieb oder von Konstantennummern bei Eingabe oder Anzeigen von Konstanten. Die Anzeige von Programmnummern erfolgt immer zweistellig, Programm Nr. 6 z.B. als "06". Bei der Anzeige von Konstantennummern wird "C" gefolgt von der Konstantennummer 0 bis 9, also z.B. "C8" ausgegeben. Bei der Eingabe neuer Werte blinkt die entsprechende Anzeigestelle. Wird für den Startbetrieb eine Anzahl von Messungen vorgewählt, erscheint zur Kennzeichnung "ct" (für "Count") in der Anzeige.

4.8.4. Kanalnummernanzeige (untere Anzeige)

Bei optionell eingebautem Meßstellenumschalter wird die Nummer des gerade angewählten Kanales auf dieser Anzeige ausgegeben. Die Anzeige erfolgt ohne führende "0". Bei der Anwahl eines Kanales blinkt in der vorderen Anzeigestelle das untere Segment der "1", um auf den eingeschränkten Nummernbereich "0" oder "1" der vorderen Ziffer hinzuweisen. Ist kein Kanal angewählt, dann bleibt die Anzeige leer.

5. Gerätefunktionen

Das Digitalmultimeter kombiniert eine Vielzahl von Meßfunktionen und Meßbereichen mit der individuellen Auswahl von Parametern zur Durchführung der Messung. Messungen können als kontinuierliche Messungen oder als Einzel- oder Gruppenmessungen (Startbetrieb) ausgeführt werden. Durch die Wahl einer beliebigen Integrationszeit kann die Auflösung des Ergebnisses bzw. die Meßrate vorgewählt werden. Ein zusätzliches Filter ermöglicht die Unterdrückung von Störungen.

Das Ergebnis einer Messung kann direkt als Meßergebnis oder nach Verarbeitung mit Programmen des Mathematikprogrammsatzes als Rechenergebnis ausgegeben werden.

Zur Durchführung der Messung können feste Meßbereiche eingestellt oder die automatische Bereichswahl benutzt werden. In jeder Funktion und jedem Bereich ist eine unabhängige Offsetkorrektur möglich.

Der optionelle Meßstellenumschalter erlaubt die Auswahl aus 20 an das Digitalmultimeter angeschlossenen Signalen.

5.1. Meßfunktionen

Das Digitalmultimeter kann auf die Funktionen Gleichspannungsmessungen, Wechselspannungsmessung (mit oder ohne Gleichspannungsanteil), Gleich- und Wechselstrommessung (6031), Widerstandsmessung (zwei- oder vierdrähtig) sowie Temperaturmessung (6031) mit PT-100 Elementen (°C, °F, K) eingestellt werden. Die Meßfunktionen besitzen unterschiedliches Einschwingverhalten, das durch unterschiedlich lange Meßpausen berücksichtigt wird. Der Anzeigebereich des Ergebnisses ist auf die spezifizierte Genauigkeit der gewählten Funktion abgestimmt. Die Meßfunktion bestimmt die Anzahl der möglichen Meßbereiche.

5.2. Meßbereiche

Meßbereiche können entweder fest eingestellt oder durch Wahl der Bereichsautomatik an die Größe des Meßsignales angepaßt werden. Die Anzahl der Meßbereiche hängt von der gewählten Meßfunktion ab.

5.2.1. Manuelle Bereichsvorwahl

Bei bekannter Größe des zu messenden Signales kann der Meßbereich fest eingestellt werden, so daß die Messung immer in diesem gewählten Bereich erfolgt. Wird ein Meßbereich gewählt, der bei der angewählten Funktion nicht vorhanden ist, dann wird der am nächsten liegende Bereich eingeschaltet. Überschreitet das Meßsignal den Anzeigebereich des gewählten Bereiches, dann wird vom Digitalmultimeter eine Fehlermeldung ausgegeben (ERROR 1).

5.2.2. Automatische Bereichswahl

Bei eingeschalteter Bereichsautomatik sucht das Digitalmultimeter einen geeigneten Meßbereich, so daß das Meßsignal innerhalb 8% und 100% des Bereichsendwertes liegt. Bei Unterschreiten der unteren Marke schaltet das Digitalmultimeter in den nächstniedrigeren Bereich, bei Überschreiten der oberen Marke schaltet es in den nächsthöheren Bereich. Für die richtige Bereichswahl trifft die Automatik durch Beobachten des Meßergebnisses eine schnelle Vorentscheidung und prüft nach Ablauf der Messung das Ergebnis bezüglich der oberen und unteren Marke. Im neu eingestellten Bereich erfolgt die Messung 100 msec nach dem Umschalten. Wird der Anzeigebereich des höchstmöglichen Bereiches überschritten, dann gibt das Digitalmultimeter eine Fehlermeldung aus (ERROR 1).

5.3. Integrationszeiten

Neben der Wahl der Meßfunktion und des Meßbereiches kann die Auflösung des Ergebnisses durch Wahl einer Integrationszeit bestimmt werden. Die Integrationszeit bestimmt, wie lange ein Signal bis zur Ausgabe eines Ergebnisses beobachtet wird. Ein mit langer Integrationszeit gemessenes Signal liefert wegen der besseren Störungsmittelung ein genaueres Ergebnis und kann daher mit größerer Genauigkeit ausgegeben werden. Eine kurze Integrationszeit ermöglicht bei veränderlichen Signalen eine schnellere Verfolgung des Signalverlaufes. Da die Integrationszeiten zur Störunterdrückung phasenstarr mit dem Netz gekoppelt sind, können nur Vielfache der Periodendauer einer Netzschwingung als Integrationszeiten gewählt werden. Die kürzeste Meßzeit beträgt bei einem 50Hz-Netz 20 msec (16 2/3 msec bei 60 Hz), die längste Meßzeit beträgt 20 sec. Je nach gewählter Integrationszeit erfolgt die Ausgabe des Ergebnisses mit einer Genauigkeit von 4 1/2 bis 6 1/2 Stellen. Ein 6 1/2-stelliges Ergebnis kann ab 1 sec Integrationszeit erreicht werden.

5.4. Digitales Filter

Unabhängig von der Wahl der Integrationszeiten kann ein digitales Filter zugeschaltet werden, das über die jeweils 10 letzten Messungen eine gleitende Mittelwertbildung durchführt. Jeweils die älteste Messung wird vernachlässigt und die neueste Messung wird mit einbezogen. Die zusätzliche Störungsunterdrückung beträgt 20dB.

5.5. Offsetkorrektur

In jeder Meßfunktion und jedem Meßbereich kann z.B. zur Korrektur von Thermospannungen oder Zuleitungswiderständen der Nullpunkt korrigiert werden. Eine Korrektur des Nullpunktes ist möglich, wenn die vorhandene Abweichung weniger als ca. 0.2% des Bereichsendwertes bei Gleichspannungsmessungen oder ca. 5% bei Widerstands- und Wechselspannungsmessungen (ebenso Temperaturmessung) beträgt. Ist die Abweichung größer, dann gibt das Gerät eine Fehlermeldung aus (ERROR 4). Die Korrektur kann bei fest eingestelltem Bereich oder bei automatischer Bereichswahl erfolgen. Sie geschieht nach der im Kapitel "Bedienungshinweise" beschriebenen Anleitung abhängig von der eingestellten Funktion. Während der Offsetkorrektur wird im Hauptanzeigefeld "Null" angezeigt und die Integrationszeitanzeige zeigt die verbleibende Meßzeit. Große Offsetwerte können über das Mathematikprogramm "Offset" korrigiert bzw. eingerechnet werden. Bei Wechselgrößen wird der Offset durch Vergleich mit den Gleichspannungsdaten ermittelt. Das Instrument schaltet daher automatisch während der Offsetmessung kurzzeitig auf Gleichspannungsmessung.

5.5.1. Offsetkorrektur bei fest eingestelltem Bereich

Zeigt der Nullpunkt des eingestellten Bereiches eine nicht unwesentliche Abweichung von Null, z.B. durch Zuleitungswiderstände bei Zweidraht-Widerstandsmessungen, dann kann eine Korrektur des Nullpunktes auf Null vorgenommen werden. Sie wird nur in dem gewählten Bereich durchgeführt, die Nullpunkte anderer Bereiche bleiben unbeeinflusst.

5.5.2. Offsetkorrektur bei automatischer Bereichswahl

Ist die automatische Bereichswahl eingeschaltet, dann werden nacheinander die Nullpunkte aller Bereiche einer Meßfunktion korrigiert. Die Offsetkorrektur im Automatikbetrieb erspart die zum Umschalten der Bereiche und zur jeweiligen Korrektur notwendigen Operationen.

5.6. Startbetrieb

Ergänzend zu dem im Digitalmultimeter voreingestellten kontinuierlichen Meßbetrieb kann eine Betriebsart gewählt werden, bei der jeweils eine einzelne (Meßbetrieb) oder eine vorgegebene Anzahl (Rechenbetrieb) von Messungen ausgeführt wird. Der Start einer Messung wird mit der kontinuierlich ablaufenden Messung synchronisiert und danach die Anzahl vorgegebener Ergebnisse ausgegeben. Neben der Wahl von Meßfunktion, Integrationszeit und Meßbereich (oder Automatik) muß die Anzahl der durchzuführenden Messungen eingegeben werden.

Der Start einer Messung erfolgt entweder über einen IEEE-Bus-Befehl, über die Tastatur oder durch das externe Triggersignal. Die zeitliche Unsicherheit eines Startes beträgt wegen der Synchronisation zur kontinuierlichen Messung maximal 10 msec. Vor dem Start einer Messung müssen die nach dem Umschalten von Meßfunktionen oder Meßbereichen gültigen Einschwing- bzw. Wartezeiten berücksichtigt werden. Beim Betrieb am IEEE-Bus mit der SERVICE-REQUEST-Funktion (SRQ) werden diese Zeiten automatisch berücksichtigt. Die Anzahl der nach einem Start auszuführenden Messungen wird im Rechenbetrieb durch die Konstante "CT" (Count) bestimmt. Im Meßbetrieb wird stets nur eine einzelne Messung durchgeführt, wenn CT ungleich 0 ist.

5.7. Meßbetrieb

Im Meßbetrieb wird unmittelbar das durch eine Messung gewonnene Ergebnis zur Anzeige gebracht. Im Meßbetrieb ist die Stellenzahl der Anzeige abhängig von der gewählten Funktion und von der gewählten Integrationszeit. Es können kontinuierliche Messungen oder Einzelmessungen im Startbetrieb (CT ungleich 0) ausgeführt werden. Durch Wahl eines fest eingestellten Bereiches oder durch Anwahl der Bereichsautomatik kann die Anzeige der Größe des Meßsignales angepaßt werden. Zur Ausgabe des Meßergebnisses muß das Multimeter in die Betriebsart "Messen" (Meas) geschaltet sein (Voreinstellung).

5.8. Rechenbetrieb

Im Rechenbetrieb wird das durch eine Messung gewonnene Ergebnis mit Hilfe eines Rechenprogrammes verarbeitet und das Ergebnis der Berechnung zur Anzeige gebracht. Je nach Größe des Meßwertes kann die Rechnung zur Überschreitung des Anzeigeumfangs führen. Eine solche Überschreitung wird vom Multimeter als "ERROR 2" gemeldet. Zur Durchführung der Berechnung muß ein Mathematikprogramm gewählt werden und die zur Ausführung der Rechnung notwendigen Konstanten müssen eingestellt worden sein. Zur Ausgabe des Rechenergebnisses muß das Multimeter in die Betriebsart "Rechnen" (Compute) geschaltet sein. Um zu gewährleisten, daß die Einheit der Berechnung (V, mA, kOhm) dem gewählten Rechengang entspricht, muß die Bereichsautomatik ausgeschaltet sein. Die Kombination von mehreren Rechnungen ist ebenso möglich, indem eine Programmkombination aus einzelnen Programm-Codes erstellt wird.

5.8.1. Auswahl von Rechenprogrammen

Über die Programmwahl können verschiedene Rechenprogramme (Bild 5.8.1.) ausgewählt werden, mit denen das Meßergebnis verarbeitet wird. Die Rechenprogramme werden durch Wahl einer Programm-Codeziffer angewählt. Die unter dem angewählten Programm benötigten Konstanten müssen zuvor auf die zur Rechnung

notwendigen Werte eingestellt werden. Die Berechnungen benutzen stets die auf die Anzeige bezogenen Einheiten der Funktionen, also V, mA und kOhm sowie bei Temperaturen °C, °F oder K. Die Wahl der Konstanten muß in diesen Einheiten erfolgen. Der Rechenbetrieb kann mit kontinuierlicher Messung, Einzelmessung oder Gruppenmessungen kombiniert werden.

5.8.2. Auswahl von Konstanten

Für die Berechnung werden entsprechend der angewählten Programmnummer unterschiedliche Konstanten benötigt. Es können 10 Konstanten C0 bis C9 mit den für die Rechnung notwendigen Werten vorbesetzt werden. C9 dient gleichzeitig zur Eingabe von Programmkombinationen, wobei das erste Zeichen stets ein Dezimalpunkt sein muß. Handelt es sich bei den gewählten Konstanten um dimensionsbehaftete Größen, wie z.B. bei Programm 01 (Offset) dann muß die Eingabe bezogen auf die angezeigte Einheit erfolgen. Soll z.B. ein Offset von 1,8 kOhm eingerechnet werden, dann muß C0 den Wert C0= "1.8000000" erhalten. Desgleichen muß z.B. ein Strom von 1,2A als C0= "1200.0000", ein Strom von 17mA als C0= "17.000000" angegeben werden. Die Konstanten können im Bereich +/- .00000000 bis +/- 19999999 frei gewählt werden.

5.8.3. Beschreibung der Rechenprogramme

Die über die Programmnummer angewählte Berechnung wird gemäß der in Bild 5.8.1. beschriebenen Formeln durchgeführt. Es gelten die jeweils angegebenen Rechenzeiten. Überschreitet die angegebene Rechenzeit (bei Programmkombinationen die Summe der Rechenzeiten) die angewählte Integrationszeit, dann werden neue Messungen erst nach Ablauf der Rechenzeit berücksichtigt. Die Programmnummern haben im Einzelnen die folgende Bedeutung:

Programme 01 bis 10

Die Anwendung dieser Programme ist durch die mathematischen Formeln in Tabelle 1 beschrieben. Insbesondere das Programm 06 (Polynom) zeichnet sich durch eine große Anwendungsbreite aus. Mit neun frei wählbaren Konstanten ist dieses Programm gut für Linearisierungen und Kurvenanpassungen geeignet, z.B. bei nichtlinearen Meßwertaufnehmern. Programm 06 kann nicht zusammen mit Programmkombinationen verwendet werden.

Programme 11 bis 13 Grenzwert

Bei diesen Programmen läßt sich ein oberer Grenzwert in Konstante C7, ein unterer Grenzwert in Konstante C6 oder beide Grenzwerte gleichzeitig vorgeben.

Im erlaubten Bereich wird der Meßwert angezeigt. Liegt er

außerhalb, wird in der Anzeige abwechselnd "LO" bzw. "HI" und die vorzeichenrichtige Differenz zur überschrittenen Grenze ausgegeben.

Programme 14 bis 16 Max - Min

Es lassen sich aus einer Reihe von Meßwerten sowohl der Maximalwert wie auch der Minimalwert und die Differenz aus beiden darstellen. Bei Wahl des Startbetriebes kann die Anzahl der zu beobachtenden Meßzyklen vorgegeben werden.

Programme 17 bis 20 Statistik

Diese Programme sind zur statistischen Auswertung von Meßwerten des Digitalmultimeters entwickelt worden. Es sind dies der algebraische Mittelwert, die Streuung, die Standardabweichung und der quadratische Mittelwert. Die verschiedenen statistischen Funktionen werden zeitlich parallel gewonnen und stehen auf Abruf zur Verfügung. Hierzu müssen die entsprechenden Statistikprogrammnummern eingegeben werden. Bei diesen Programmen kann durch die Konstante "CT" (siehe Kapitel Startbetrieb) die Anzahl der zu beobachtenden Meßzyklen vorgegeben werden.

Programm 30 Programmkombination

Bis zu vier verschiedene Programme (siehe Mathematikprogramm-satz) lassen sich in beliebiger Reihenfolge zu einem neuen Programm zusammenstellen. Dabei wird jedes folgende Programm auf das letzte Rechenergebnis angewendet.

Bei der Kombination von Programmen darf von den folgenden Programmgruppen nur jeweils "ein" Programm verwendet werden: 1. Gruppe Programm-Nr. 11 bis 13, 2. Gruppe Programm-Nr. 14 bis 16, 3. Gruppe Programm-Nr. 17 bis 20. Wird eine ungültige Kombination eingegeben, erscheint "ERROR 2"

Programm 50 bis 54

Kanalvorwahl für Automatik-Betrieb für Geräte mit optionellem Meß-stellenumschalter

Mit den Programmen 50 bis 54 können die für die automatische Kanalabfrage notwendigen Parameter über die Tastatur eingegeben werden. Es können folgende Parameter gewählt werden:

Programm 50 Intervallzeit TI (xxxx Minuten)

Die Intervallzeit (TI) legt fest, in welchem zeitlichen Abstand ein Abfragezyklus durchlaufen wird. Jedes Intervall beträgt xxxx Minuten seit dem Starten (PRG 54 2nd COMP) eines Scannerdurchlaufes. Ein Stoppen (ebenfalls 2nd COMP, Start/Stop) hält auch die Intervallzeit an.

Programm 51 Verzögerungszeit TD (xxx.x Sekunden)

Die Verzögerungszeit (Delay-time, TD) bestimmt, welche Zeit nach dem Schließen eines Kanales bis zur Auslösung einer Messung vergeht. Nach Ablauf der Verzögerungszeit (TD) und dem Start der ersten Messung werden weitere Messungen mit der angewählten Integrationszeit durchgeführt. Die Messungen erfolgen in Abhängigkeit von ct:

ct = 0.0 : Kontinuierlich
ct = xxx : xxx Messungen, sofern die ON-TIME größer ist als
 xxx · Integrationszeit

Für diesen Ablauf muß PRG 54 (mit 2nd COMP) angewählt sein und "r" im Programmdisplay stehen. Die Einschaltdauer (TO) muß grösser als die Summe aus Delay-Zeit und Integrationszeit sein.

Programm 52 Einschaltdauer TO (xxx.x Sekunden)

Die Einschaltdauer (TO) bestimmt, wie lange ein Kanal bis zum Umschalten auf den nächsten Kanal geschlossen bleibt.

Jede ON-Zeit beginnt mit dem Start, nach dem Schließen eines Relais. Sie bestimmt die Dauer des anliegenden Meßsignals. Ist die Einschaltdauer kleiner als die gewählte Integrationszeit dann ist kein sinnvolles Messen möglich.

Es können bei kontinuierlicher Messung nach dem Trigger beliebig viele Messungen gemacht werden solange das Relais (ON-time) geschlossen ist oder sovieler, wie im Triggerbetrieb in CT vorgewählt sind. Die Einschaltdauer muß größer als die Summe aus Verzögerungszeit und Integrationszeit sein, die Summe der Einschaltzeiten aller beteiligten Kanäle muß kleiner als die gewählte Intervallzeit sein.

Programm 53 Kanalvorwahl

Bei der Kanalvorwahl werden alle an der zyklischen Abfrage beteiligten Kanäle vorgewählt. Jeder Kanal kann als "OP" (opened, an der Abfrage nicht beteiligt) oder als "cl" (closed, an der Abfrage beteiligt) gewählt werden. Als "OP" deklarierte Kanäle werden bei der zyklischen Abfrage übersprungen.

Programm 54 Automatische Kanalabfrage

Nach Einstellung der notwendigen Parameter TI, TD und TO und Vorwahl der beteiligten Kanäle wird die automatische Kanalabfrage durch Anwahl von Programm 54 und Einschalten der Betriebsart "Rechnen" gestartet (PRG 54 2nd COMP). Umschalten von der Betriebsart "Rechnen" in die Betriebsart "Messen" oder nochmalige Anwahl der Betriebsart "Rechnen" stoppen den zyklischen Durchlauf und den Ablauf der Intervallzeit. Ein Verlassen von PRG 54 durch Anwahl eines anderen Programmes führt zum Rücksetzen der Intervallzeit.

Programm 98 Selbsttest

Die vom Digitalmultimeter während des Einschaltens durchgeführte Initialisierungs- und Selbsttestroutine kann auf Wunsch durch Anwahl von Programm 98 und Einschalten der Betriebsart "Rechnen" gestartet werden. Nach Ablauf der Routine entspricht die Geräteeinstellung der eines neu eingestellten Gerätes (Basis-Geräteeinstellung).

Programm 99 Kalibrierung

Für die manuelle digitale Kalibrierung des Digitalmultimeters wird Programm 99 benutzt. Programm 99 funktioniert nur dann, wenn sich der Kalibrierschutzschalter auf der Geräterückseite in der Stellung "CAL" befindet. Wird Programm 99 aufgerufen, solange sich der Schalter in Stellung "MEAS" (geschützte Einstellung) befindet, erscheint in der Anzeige die Fehlermeldung "ERROR 5".

Zur Kalibrierung eines Meßbereiches muß zuerst, wie im Kapitel "Offsetkorrektur" beschrieben, der Nullpunkt korrigiert werden. Danach wird das Programm mit der Tastenfolge "2nd PRG 99 2nd COMP" gestartet. Es wartet auf die Eingabe eines Zahlenwertes, der dem an den Eingängen des DMMs angelegten Meßwert entspricht. Der Abgleich des Instruments auf diesen Wert wird durch Drücken der "ENTER"-Taste gestartet.

Während des Abgleichs werden in der Anzeige 10 Sekunden heruntergezählt. Wenn ein Fehler auftritt, erscheint in der Anzeige "ERROR 5". Nach dem Abgleich muß der Kalibrierschutzschalter unbedingt in Stellung "MEAS" zurückgestellt werden.

MATHEMATIKPROGRAMMSATZ			
Programm-Nr.	Math. Funktion	Formel	Rechenzeit
Lineare Funktionen			
01	Offset	$R = X - C_0$	4,5 ms
02	Multiplikation	$R = X \cdot C_5$	7,5 ms
03	Ratio	$R = \frac{X}{C_4}$	10 ms
04	Leistung	$R = \frac{X^2}{C_4}$	18 ms
05	Prozentuale Abweichung	$R = 100 \cdot \frac{X \cdot C_4}{C_4}$	20 ms
Polynom			
06	Polynom	$R = C_0 + C_1 \cdot x + \dots + C_8 \cdot x^8$ mit $x = \frac{X}{C_7}$	120 ms
Nichtlineare Funktionen			
07	Logarithmus	$R = C_5 \cdot \log \frac{X}{C_4}$	180 ms
08	Wurzel	$R = C_5 \sqrt{\frac{X}{C_4}}$	200 ms
09	Tangens	$R = C_5 \tan \frac{X}{C_4}$	180 ms
10	Arcustangens	$R = C_5 \arctan \frac{X}{C_4}$	200 ms
Grenzwerte			
11	Limit	$C_7 \cdot X \cdot C_6$	6 ms
12	Limit größer	$X > C_7$	4 ms
13	Limit kleiner	$X < C_6$	4 ms
14	Maximaler Meßwert	$R = X_{\max}$	5,5 ms
15	Minimaler Meßwert	$R = X_{\min}$	5,5 ms
16	Differenz Meßwert	$R = X_{\max} - X_{\min}$	7 ms
Statistische Funktionen			
17	Mittelwert	$R = \frac{1}{i} \sum_{k=1}^i X_k - X$	60 ms
18	Streuung	$R = \frac{1}{i-1} \sum_{k=1}^i (X_k - X)^2$	60 ms
19	Standard-Abweichung	$R = \sqrt{\frac{1}{i-1} \sum_{k=1}^i (X_k - X)^2}$	270 ms
20	Quadratischer Mittelwert	$R = \sqrt{\frac{1}{i} \sum_{k=1}^i X_k^2}$	300 ms
30	Programmkombination	$C_9 = xxyy \dots zz$	
Meßstellenumschaltung			
50	Intervallzeit	TI	
51	Verzögerungszeit	TD	
52	Einschaltdauer	TO	
53	Kanalvorwahl	Kanal 00 bis 19	
54	Automatik	Start/Stop	
Sonderprogramme			
98	Selbsttest		
99	Kalibrierung		

Bild 5.8.1. Mathematikprogrammsatz des Digitalmultimeters

5.8.4. Programmkombination

Maximal können vier Programme in beliebiger Reihenfolge untereinander kombiniert werden. Die einzige Voraussetzung hierzu ist, daß die Programm-Codes sich nicht gegenseitig ausschließen. Zur Unterscheidung von sich gegenseitig ausschließenden Programmen ist die Tabelle der Programmnummern-Codes (Bild 5.8.1.) in 4 Gruppen aufgeteilt. Aus den Gruppen 2, 3 und 4 darf jeweils nur ein Element in Programmkombinationen verwendet werden. Bei Verwendung von Programmen der Gruppe 1 muß beachtet werden, daß einige Programme die gleichen Konstanten verwenden und unter Umständen nicht unabhängig voneinander kombiniert werden können. Programm 06 (Polynom) s. 5.8.3. kann nicht in Programmkombinationen verwendet werden. Die Polynomberechnung muß stets als alleinstehendes Programm benutzt werden. Die Reihenfolge der Programme ist in C9 festgelegt. Die Programmnummern müssen stets als zweistellige Zahl, "1" z.B. als "01", angegeben werden. Das erste Zeichen in C9 muß ein Dezimalpunkt sein, danach folgen die Programmnummern. Bei unrichtig angegebenen Programmkombinationen erscheint "ERROR 2". Die angewählten Programmnummern (Konstante 9) werden der Reihe nach abgearbeitet. Das Ergebnis eines vorher abgelaufenen Programmes wird dem nächsten Element der Programmkombination zur Verfügung gestellt und von dem entsprechenden Programm weiter verrechnet. So bedeutet z.B. die Programmkombination C9=".010817", daß zuerst der Offset (01) vom Meßergebnis abgerechnet wird, danach die Wurzelfunktion (08) gebildet und der Mittelwert (17) dieser Operation angezeigt wird.

Zur Durchführung der Berechnung müssen die konstanten C0, C4 und C5 angegeben worden sein.

5.9. Meßstellenumschalter

Die Auswahl der vom Digitalmultimeter zu messenden Signale erfolgt über die Auswahl des entsprechenden Meßkanales. Die Umschaltung von einem zum anderen Kanal erfolgt stets so, daß der zuvor geschlossene Kanal abgeschaltet und ca.1-3 msec. später der neu gewählte Kanal eingeschaltet wird. Beim Schalten von Signalen über den Meßstellenumschalter ist darauf zu achten, daß das zu messende Signal und die am Gerät eingestellte Meßfunktion miteinander verträglich sind und der Anschluß der Meßsignale an die Meßeingänge richtig vorgenommen wurde. Beim Betrieb des Meßstellenumschalters dürfen über die Frontbuchsen weitere Meßsignale anliegen.

5.9.1. Direkte Kanalwahl

Jeder Kanal (00 bis 19) kann direkt angewählt und eingeschaltet werden. Bei eingeschaltetem Meßkanal werden automatisch die Frontbuchsen von den Meßeingängen des Multimeters abgeschaltet. Ein Kanal ist solange zugeschaltet, bis ein anderer Kanal gewählt wird oder die Kanalwahl abgeschaltet wird. Beim Abschalten der Kanalwahl werden die Frontbuchsen wieder an den Meßeingang des Multimeters gelegt.

5.9.2. Automatische Kanalwahl

Bei der automatischen Kanalwahl werden die angewählten Kanäle (Programm 50 bis 53) zyklisch nacheinander an die Meßeingänge des Multimeters gelegt. Die Dauer eines Zyklus, die Anzahl der für jeden Kanal durchgeführten Messungen und die Verzögerungszeit bis zur ersten Messung nach der Kanalumschaltung werden durch Angabe der Parameter T_i , T_D und T_0 festgelegt (siehe 5.8.3.). Bei der automatischen Kanalumschaltung sind die Front- bzw. Rückwandbuchsen immer abgeschaltet. Der Start des Zyklus erfolgt über Programm 54. Nach dem Stoppen der Kanalabfrage werden alle Kanäle abgeschaltet und die Frontbuchsen wieder an den Meßeingang des Multimeters gelegt. In der Betriebsart "TALK ONLY" wird jedes gewonnene Meßergebnis über den IEEE-Bus, z.B. an einen angeschlossenen Drucker ("LISTEN ONLY") ausgegeben.

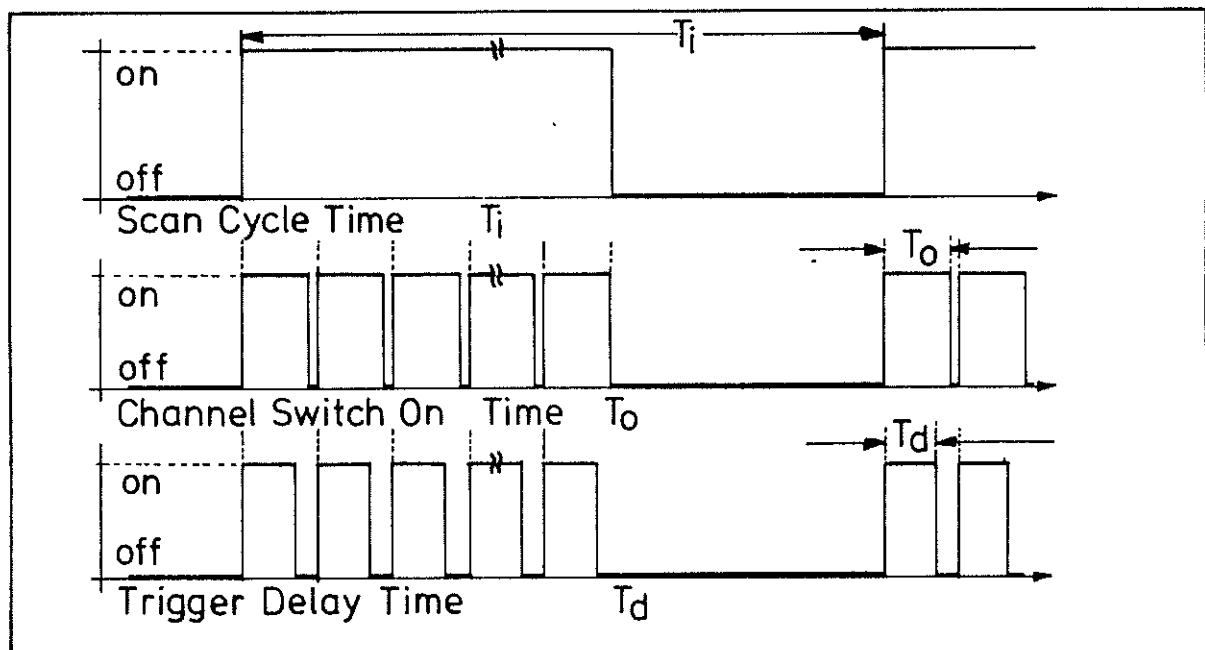


Bild 5.9.2. Zeitdiagramm der einstellbaren Zeitgeber T_i , T_D , T_0

5.10. Selbsttest

Das Digitalmultimeter führt nach Einschalten der Netzversorgung einen Selbsttest durch. Der Ablauf der einzelnen Testroutinen wird in der Hauptanzeige durch die Anzeige "Contr. 1" bis "Contr. 4" gemeldet und über den IEEE-Bus ausgegeben. Tritt während dieses Selbsttests ein Fehler auf, wird dieser durch eine Fehlermeldung angezeigt. Während des Selbsttests darf keine Spannung größer als 300V an den Eingangsbuchsen des Multimeters liegen.

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

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

Contr. 3 bildet eine Prüfsumme der Programm-ROMs und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.

Contr. 4 liest und beschreibt den Arbeitsspeicher und prüft die Speicherzellen des Arbeits-RAMs auf ihre Funktion.

Der Selbsttest kann bei Bedarf auch über die Programmnummer 98 aufgerufen werden. Hierzu wird Programm 98 gewählt und der Test durch die "Comp"-Taste gestartet.

5.11. Fehlermeldungen

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

Die Code-Nummern haben folgende Bedeutung:

Error 1 Überlauf Messen
Der erlaubte Zahlenbereich ist überschritten.

Error 2 Überlauf Rechnen
Der erlaubte Zahlenbereich ist überschritten.

Error 3 Ohm oder Vac falsch
Ein externer Offset wurde korrigiert, der jetzt nicht mehr vorhanden ist; das Multimeter sieht "negative" Widerstände oder Effektivwerte.

Error 4 Fehler bei Offsetmessung
Der an den Eingangsbuchsen anliegende Offset ist zu groß.

-
- Error 5 Fehler beim Kalibrieren
1. Sollwert kleiner 5% oder größer 100% des Anzeigeumfangs.
2. Kalibrierschalter auf der Geräterückseite steht auf "MEAS".
- Error 6 Fehler im IEEE-Bus-Interface
In einer Gerätenachricht hat das Multimeter mehr als 31 Zeichen empfangen.
- Error 7 Fehler bei Selbsttest
Eine Spannung größer 300V liegt an den Eingangsbuchsen des Multimeters an, oder es liegt ein Hardwarefehler im Analogteil des Multimeters vor.
- Error 8 Fehler bei Selbsttest 2
Ermittelte und Kontrollprüfsumme stimmen nicht überein. Im batteriegepufferten Speicher wurden Kalibrierdaten zerstört (starke elektrische Störung oder elektrostatische Entladung) oder die Lithium-batterie ist leer.
- Error 9 Fehler bei Selbsttest 3
Fehler in den Programm-Roms.

5.12. Zusätzliche Funktionen beim Betrieb am IEEE-Bus

Einige der Funktionen des Digitalmultimeters können nur beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus genutzt werden. So ist die IEEE-Adresseinstellung nur für den Betrieb des Digitalmultimeters am IEEE-Bus notwendig. Das Beschreiben des Hauptanzeigefeldes mit beliebigem Text sowie das Abfragen von Tastaturcodes kann nur durch einen Computer erfolgen. Aufgrund unterschiedlicher Ereignisse kann das Gerät beim Betrieb am IEEE-Bus einen Bedienungsruf (SRQ) absetzen und somit Bedienung durch den Computer anfordern.

5.12.1. IEEE-Adresseinstellung

Zum Anschluß des Digitalmultimeters an einen Computer über die IEEE-Schnittstelle muß eine IEEE-Geräteadresse und ein zwischen Digitalmultimeter und Computer vereinbartes Schlußzeichen (Ende der Übertragung) gewählt werden. Die Einstellung ist in Kapitel 8.1.4. beschrieben.

5.12.2. Displaybetrieb

Im Displaybetrieb kann der zur Steuerung angeschlossene Computer über den IEEE-Bus die Anzeige des Digitaltalmultimeters zur Ausgabe von Nachrichten benutzen. Die zur Darstellung verwendeten Sieben-Segment-Anzeigen lassen nur eine eingeschränkte Auswahl darstellbarer Zeichen zu, die in der nachfolgenden Tabelle (Bild 5.12.2.) angegeben sind. Durch entsprechende Textauswahl können gut lesbare Zeichen kombiniert werden.

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

Bild 5.12.2. Darstellbare 7-Segment-Symbole

5.12.3. Tastaturabfrage

Die Tasten der Gerätetastatur besitzen eine fortlaufende Nummerierung; links oben mit "01" beginnend. Jeder Tastendruck bewirkt, daß die der gedrückten Taste entsprechende Code-Nummer in die vom Digitalmultimeter zu sendende Gerätenachricht eingetragen wird. Dort bleibt die Codenummer bis zum Lesen der Nachricht durch den Computer erhalten. Nach dem Lesen wird die Codenummer durch "00" ersetzt bis wieder eine Taste gedrückt wird. Im SRQ-Betrieb löst jeder Tastendruck einen SRQ aus, das Gerät fordert die Bedienung durch den Computer an. Bild 5.12.3. zeigt die möglichen Tastencodes.

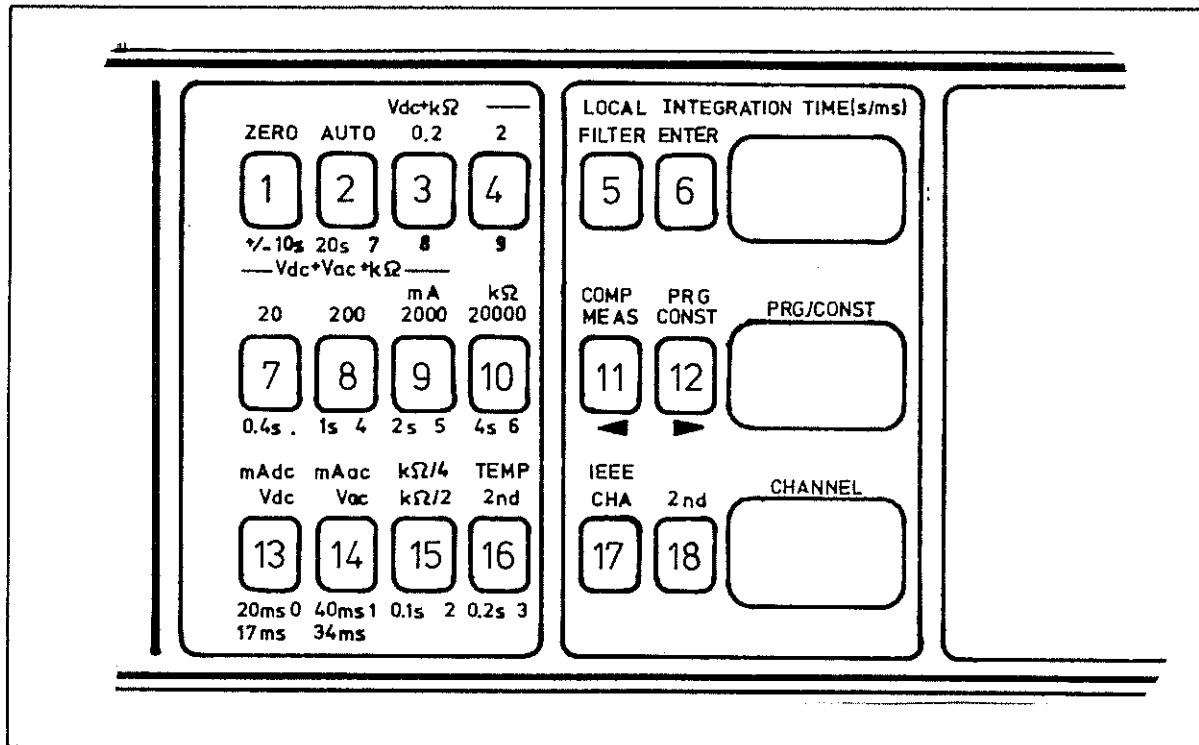


Bild 5.12.3. Tastencodes der Gerätetastatur

5.12.4. Bedienungsruf (SRQ)

Bei eingeschalteter Bedienungsruffunktion fordert das Gerät die Bedienung durch den Computer an, wenn eine Fehlermeldung erfolgt ist, die eingestellte Integrationszeit abgelaufen ist, ein Tastendruck erfolgt ist oder nachdem das Digitalmultimeter einen Reset durchgeführt hat.

Der Computer hat dann die Möglichkeit, den Grund des Bedienungsrufes zu erkennen und entsprechende Programme auszuführen.

Die Erkennung erfolgt entsprechend den Zustandsbits aus der nachstehenden Tabelle beim SERIAL POLL.

Die Bits haben folgende Bedeutung:

Bit 1: Meßende
Bit 2: Entfällt
Bit 3: Entfällt
Bit 4: Fehlermeldung
Bit 5: Außerhalb des Limits
Bit 6: RESET
Bit 7: SRQ
Bit 8: Taste gedrückt

Die Bedienungsruffunktion kann per Befehl ein- oder ausgeschaltet werden. In Verbindung mit dem Startbetrieb kann SRQ so gewählt werden, daß entweder nach jeder Messung oder erst nach Ablauf der angegebenen Anzahl von Messungen ein Bedienungsruf erfolgt.

Eine detaillierte Beschreibung erfolgt im Kapitel 8.2.4.

6.1. Bedienungshinweise Gleichspannungsmessung Vdc

Meßspannungszuführung

Die Zuführung der Meßspannung erfolgt auf der Frontseite über die beiden Buchsen "V/kOhm", wobei eine positive Spannung an der roten Buchse relativ zur schwarzen Buchse eine positive Anzeige bewirkt. Es ist darauf zu achten, daß die maximal zulässigen Werte von 50V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen dem "LO" Eingang und Guard und 200V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen Guard und Gehäuse nicht überschritten werden. Außerdem darf die Summe dieser beiden Spannungen 200V-Spitze nicht überschreiten. Bei potentialmäßig nicht vom Netz getrennten Hochspannungsgeräten muß dies bei der Polaritätswahl bedacht werden.

Eingangswiderstand Vdc

Um die hohe Linearität des Meßverfahrens auszunutzen, ist der Eingangswiderstand für Spannungsmessungen in den Bereichen bis $\pm 20V$ extrem hochohmig. Daher erlaubt das Gerät noch sehr genaue Messungen, selbst bei 100kOhm Innenwiderstand des Meßobjektes. Im 200V und 1.000V-Bereich verursachen dagegen 100 Ohm Innenwiderstand bei 100.000 Auflösung schon den entsprechenden Fehler von einem DIGIT. Eingangswiderstand, Anzeigebereich und Auflösung sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Bereich	maximaler Anzeige- umfang	Eingangs- widerstand	Auflösung
0,2V	.1999999V	10G0hm	100 nV
2 V	1.999999V	10G0hm	1 uV
20 V	19.99999V	10G0hm	10 uV
200 V	199.9999V	10M0hm	100 uV
1.000 V	1000.000V	10M0hm	1 mV

Überlastschutz

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

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

Es ist jedoch zu beachten, daß durch starke Überlastung der unteren Bereiche eine Erwärmung der Schutzwiderstände und Dioden unvermeidbar ist, und anschließend Thermospannungen bis

zur Herstellung des internen Temperatenausgleichs eine Nullpunktsverschiebung bewirken können.

Serienstörspannungsunterdrückung

Einer der Hauptvorteile des integrierenden Meßverfahrens liegt in der hohen Unterdrückung von Serien-Wechselspannungsanteilen der Meßspannung.

Für 50Hz erhält man bei 50Hz Netzfrequenz eine Ausmittelung von mehr als 100 dB bei 400 ms Meßzeit. Frequenzen über 47Hz werden immer besser als 50 dB ausgemittelt (Messung durch Erhöhen der Eingangswchselspannung bis zur Fehlanzeige von einem Digit). Diese ausgezeichneten Werte werden durch Netz-synchronisation des internen Taktoszillators erreicht.

Gleichtaktunterdrückung

Als Gleichtaktunterdrückung bezeichnet man die Fähigkeit eines Meßgerätes, nur das gewünschte Differenzsignal zwischen "HI"- und "LO"-Eingang anzuzeigen, eine für beide Klemmen gleiche Spannung gegen Erde dagegen möglichst zu unterdrücken. In einem idealen System entstünde kein Fehler, doch in der Praxis wandeln Streukapazitäten, Isolationswiderstände und ohmsche Unsymmetrien einen Teil der Gleichtaktspannung in eine Serienspannung um. Die Gleichtaktunterdrückung beträgt mehr als 160 dB ohne Filter bei einer Unsymmetrie von 1 kOhm in den Zuleitungen.

Abschirmung

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

Mit Hilfe des Guard-Eingangs läßt sich in kritischen Fällen eine hohe Gleichspannungs- und Wechselspannungs-Gleichtaktunterdrückung erzielen. Gleichtaktspannungen sind Spannungen, die zwischen dem tiefen Punkt der zu messenden Spannung 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 einem Gleichspannungspotential gleicher Höhe wie dem des LO-Eingangs derart zu verbinden, daß die Abschirmströme nicht durch solche Widerstände der Spannungsquelle und Spannungszuleitungen fließen, die die Meßspannung beeinflussen können.

6.2 Bedienungshinweise Widerstandsmessung kOhm

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

Zwei-Leiter-Messungen

Die Verbindungen für eine einfache Zwei-Leiter-Ohm-Messung wird intern im Gerät nach Anwahl der Zweidraht-Widerstandsmessung hergestellt. Bei einer solchen Messung verwendet man nur ein abgeschirmtes Kabel, wobei der Innenleiter mit dem "V-kOhm"-Eingang "HI", der Außenleiter mit "LO" verbunden wird.

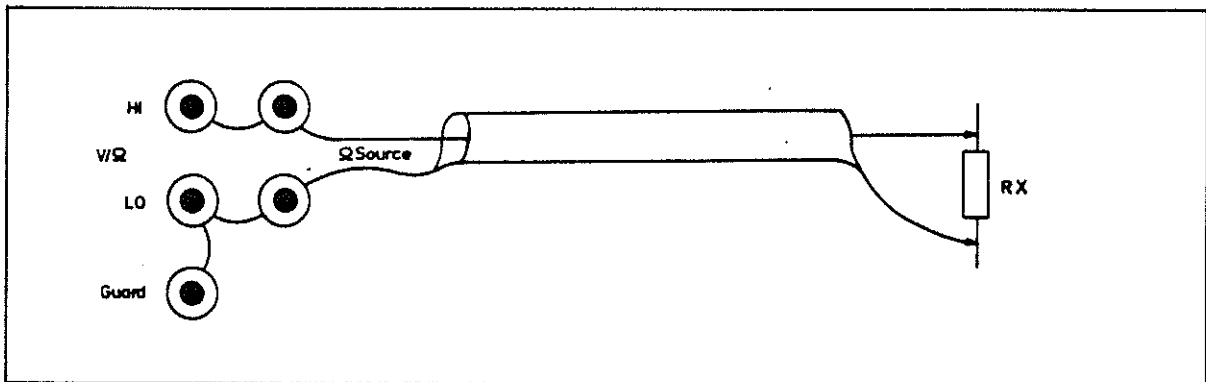


Bild 6.2.1. Zwei-Leiter-Meßanordnung

Die Meßanordnung (s. Bild 6.2.1.) ergibt akzeptable Meßergebnisse; dies jedoch nur in einem Widerstandsbereich, der nach oben und unten eingeschränkt ist: Bei hohen Widerstandswerten treten Leckstromprobleme auf, die aus der Parallelschaltung von Rx und dem Kabelisolationswiderstand herrühren. Bei niedrigen Widerstandswerten, insbesondere im 100 Ohm-Bereich, macht sich der Zuleitungswiderstand bemerkbar. Für diese Bereiche ist eine Vier-Leiter-Messung zu empfehlen.

Vier-Leiter-Messungen

Die Meßanordnung für eine Vier-Leiter-Messung ist in Bild 6.2.2. dargestellt. Der entsprechende Innenleiter ist jeweils mit dem "HI"-Anschluß des "V-kOhm"-Eingangs bzw. dem "OHM-Source"-Ausgang verbunden, während die Abschirmung zu dem jeweiligen "LO"-Anschluß führt.

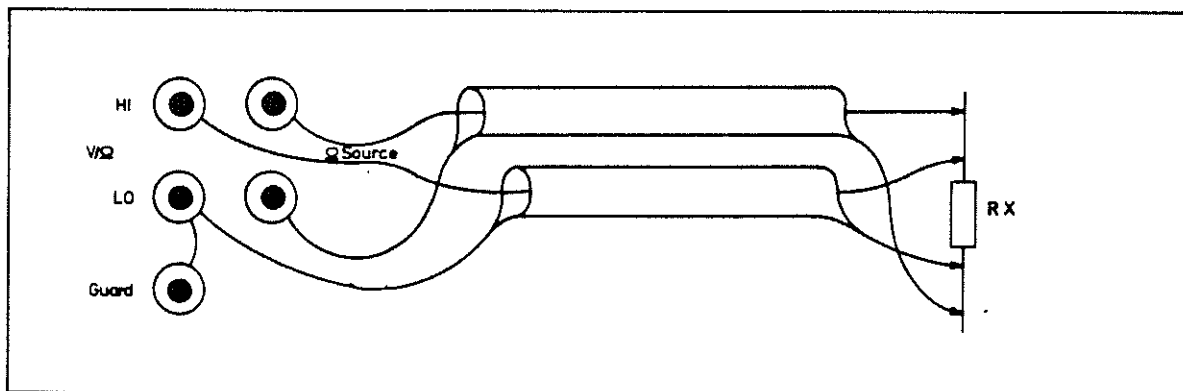


Bild 6.2.2. Übliche Vier-Leiter-Meßanordnung

Bei der Meßanordnung nach Bild 6.2.2. ist der Einfluß des Zuleitungswiderstandes beseitigt. Für hochohmige Messungen sind jedoch Kabel mit Teflonisolierung zu verwenden. Bei Vier-Leiter-Messungen dürfen in den Zuleitungen von den "Ohm-Source"-Ausgängen bis etwa 0,5V pro Leitung abfallen. Ein Überlauf wegen einem zu großen Rx wird durch "ERROR 1" in der Hauptanzeige dargestellt.

Drei-Leiter-Messungen

Bei starken äußeren Störungen im 10M Ω -Bereich läßt sich auch die Anordnung nach Bild 6.2.3. verwenden. Sie dient zur Minimierung von Wechselfspannungseinstreuungen und ist nur für den 10M Ω -Bereich vorgesehen.

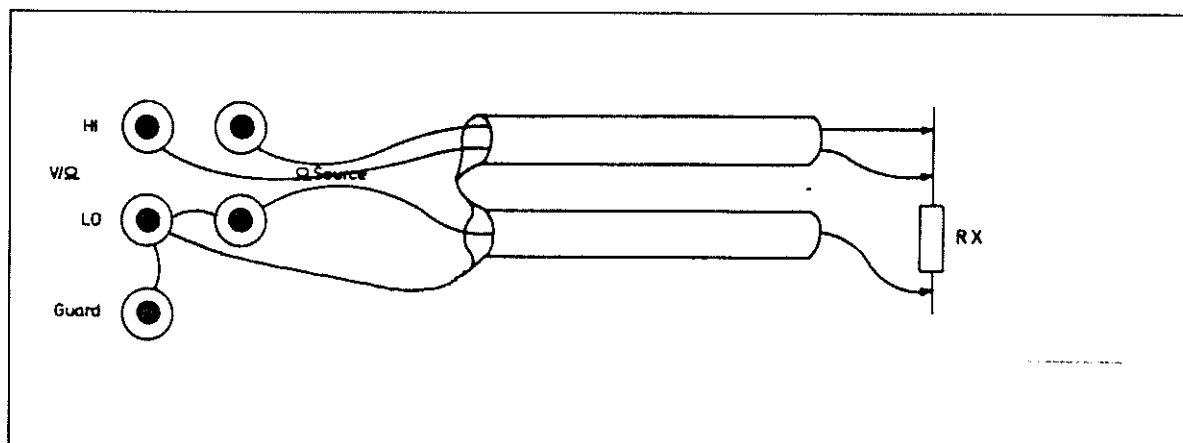


Bild 6.2.3. Drei-Leiter-Meßanordnung

Allgemeine Bemerkungen:

Die Ströme durch den zu messenden Widerstand betragen im

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

Die Polarität des durch Rx führenden Stromes ist so festgelegt, daß das mit der oberen Buchse des "Ohm-Source"-Ausgangs verbundene Ende von Rx ein negatives Potential gegenüber dem anderen Ende von Rx besitzt. Es ist stets darauf zu achten (s. auch Bild 6.2.1. bis 6.2.3.), 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.

6.3. Bedienungshinweise Wechselspannungsmessung Vac

Das Digitalmultimeter kann wahlweise den Effektivwert der Summe der angelegten Gleich- und Wechselspannungen oder den Effektivwert der reinen Wechselspannung ohne Gleichspannungsanteil messen.

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

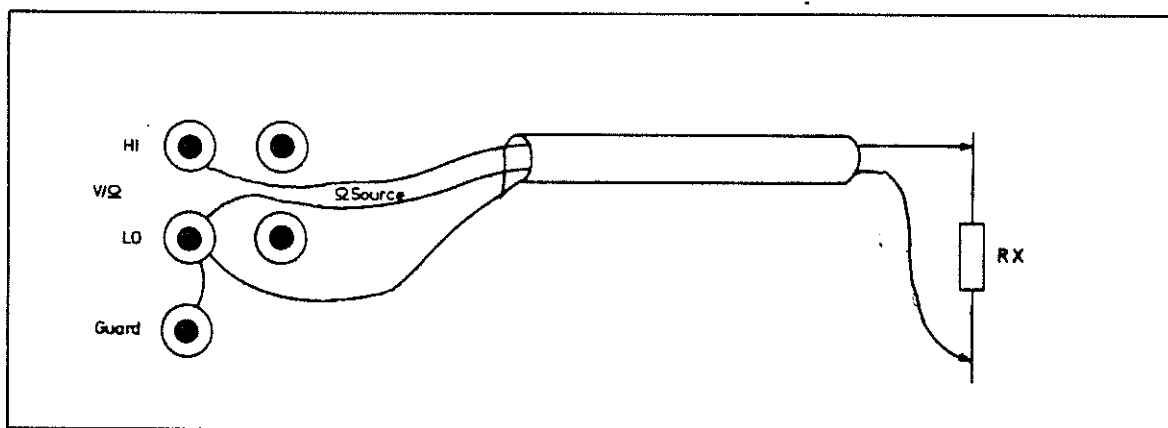


Bild. 6.3.1. Wechselspannungsmessung mit abgeschirmtem Zwei-Leiter-Kabel

In den meisten Fällen genügt die Verwendung eines einfachen Koaxial-Kabels. Man erreicht, außer bei stark verrauschter Umgebung oder bei sehr kleinen Spannungen, gute Meßergebnisse. Der Außenleiter des Koaxial-Kabels wird mit "GUARD" und "V/kOhm-LO" verbunden.

Im 200V-Bereich und im 700V-Bereich ist bei höheren Frequenzen (200V-Bereich über 100 kHz, 700V-Bereich über 10 kHz) oder beim Anschalten von Signalen an die Meßeingänge darauf zu achten, daß die Flankensteilheit 10V/ μ s nicht übersteigt.

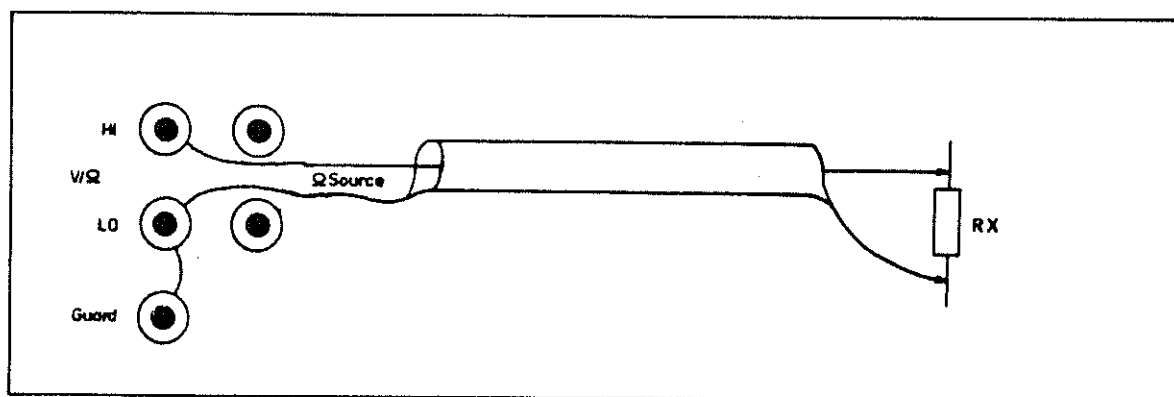


Bild 6.3.2. Wechselspannungsmessung mit Koaxialkabel

6.4. Bedienungshinweise Strommessung mA_{dc} und mA_{ac}

Das Digitalmultimeter bietet die Möglichkeit Gleich- und Wechselströme zu messen. Verwendet wird der "mA-HI-LO"-Eingang des Multimeters. Es muß beim Anschluß der Meßkabel beachtet werden, daß die beiden schwarzen "LO"-Buchsen der beiden Eingänge "V/kOhm" und "A" intern im Gerät verbunden sind. Es ist also nicht möglich, gleichzeitig zwei Meßkabel zur Strommessung und zwei Kabel zur Spannungsmessung anzuschließen, wenn sich zwischen den Meßstellen eine Potentialdifferenz befindet. Die interne Verbindung zwischen der "V/kOhm-LO"- und "mA-LO"-Buchse ist durch eine Schmelzsicherung 0,1A (träge) gegen Stromüberlastung geschützt.

Im 2A-Bereich wird ein 0,1 Ohm-Shunt verwendet. Die Bürdenspannung ist kleiner 600 mV.

Der Strombereich ist mit einer Schmelzsicherung 2A (flink) geschützt. Die Schmelzsicherung 2A (flink) befindet sich neben der Guard-Buchse des Gerätes in der Frontplatte.

Die Schmelzsicherung kann leicht, ohne das Gerät zu öffnen, von vorne ausgetauscht werden.

 * ACHTUNG *

Vor dem Wechseln der Schmelzsicherungen sind alle Meßkabelstecker zu ziehen.

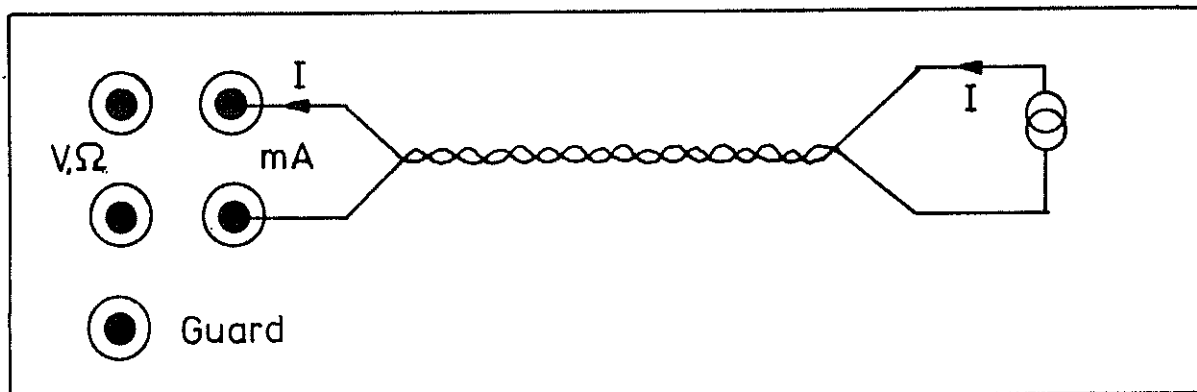


Bild 6.4.1. Strommessung mit Zweileiter-Kabel

Offsetkorrektur: Zur Offsetkorrektur wird bei der Strommessung an den Spannungseingängen "HI-LO", und nicht an den Stromeingängen ein Kurzschlußbügel eingesteckt.

6.5. Bedienungshinweise Temperaturmessung °C, °F oder Kelvin

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

Die Temperaturmessung wird auf eine Vier-Leiter-Widerstandsmessung mit einem Speisestrom von ca. 100 μA zurückgeführt. Der gewonnene Widerstands-Meßwert wird nach Linearisierung (nach DIN IEC 751) in den entsprechenden Angezeigewert °Celsius, °Fahrenheit oder Kelvin umgerechnet. Für den Anschluß der Meßleitungen und die Abschirmung gelten die unter 6.2. Bild 6.2.2. genannten Hinweise zur Vier-Leiter-Widerstandsmessung.

Die Linearisierung im Bereich von 0°C bis 850°C wird entsprechend der folgenden Gleichung ausgeführt:

$$R_t = 100 \cdot (1 + 3.90802 \cdot 10^{-3} \cdot t - 0.580195 \cdot 10^{-6} \cdot t^2)$$

R_t ist der Widerstandswert bei der Temperatur t

t ist die Temperatur in °Celsius

Die Linearisierung im Bereich von -200°C bis 0°C wird entsprechend der folgenden Gleichung ausgeführt:

$$R_t = 100 \cdot (1 + 3.90802 \cdot 10^{-3} \cdot t - 0.580195 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 - 4.27350 \cdot 10^{-12} \cdot (t-100)t^3)$$

Offsetkorrektur und Fühlerabgleich

Entsprechend den anderen Meßfunktionen kann auch für die Temperaturmessung eine Offsetkorrektur durchgeführt werden. Wegen der nachfolgenden Umrechnung und Linearisierung ist der Ablauf der Offsetkorrektur leicht unterschiedlich zu den Methoden bei anderen Funktionen: An den Eingängen "V/kOhm" - "HI-LO" und "Ohm-Source" - HI-LO" (Bild 6.5.1.) wird ein Kurzschluß hergestellt. Das Multimeter meldet daraufhin Überlauf, "ERROR 1". Die Offsetkorrektur wird ausgelöst ("ZERO") und nach erfolgreicher Korrektur steht "donE" in der Anzeige: Die Offsetkorrektur ist ausgeführt.

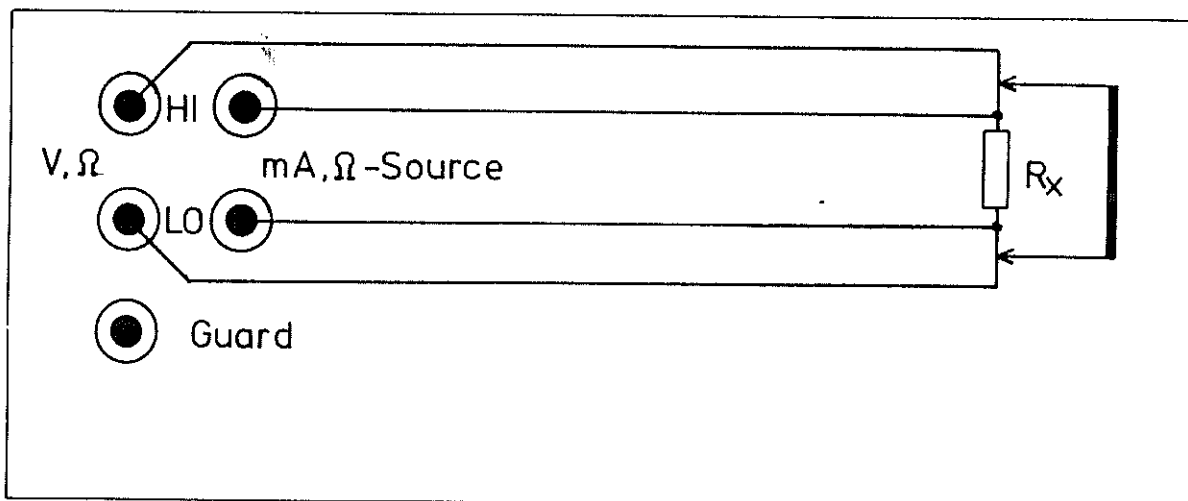


Bild 6.5.1. Beschaltung zur Offsetkorrektur

Abgleich auf bekannten Temperaturwert

Nach Durchführung der Offsetkorrektur kann der Fühlerabgleich bei einer genau bekannten Temperatur oder mit Hilfe eines genau bekannten Referenzwiderstandes durchgeführt werden (Bild 6.5.2.). Der Abgleich geschieht durch Kalibrierung auf diesen genau bekannten Wert (siehe "Kalibrierung") mit Hilfe des Kalibrierprogrammes (Programm 99).

Zur Kalibrierung wird der Sollwert der gemessenen Temperatur oder ein Temperaturwert, der gemäß DIN IEC 751 Tabelle einem bestimmten Widerstandswert entspricht, im Kalibrierprogramm eingegeben oder über den IEEE-Bus übertragen.

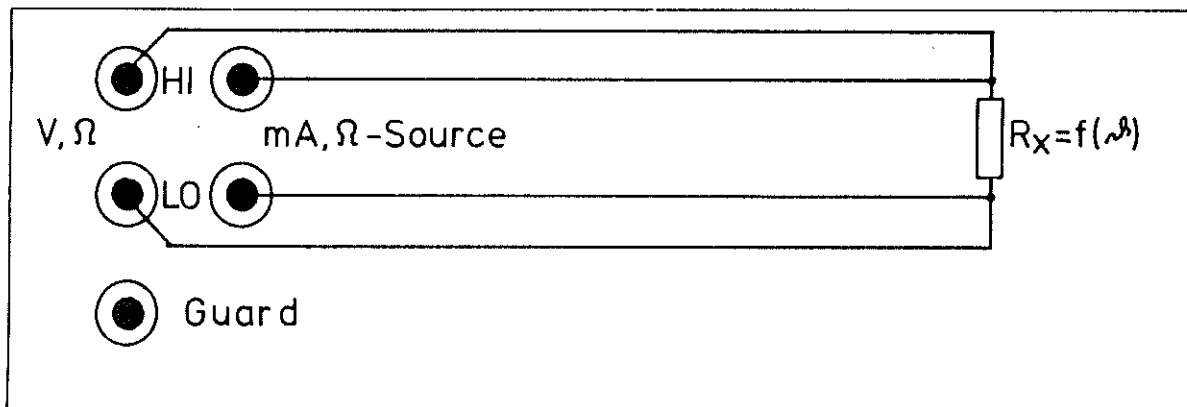


Bild 6.5.2. Fühlerabgleich bei beliebiger Temperatur

6.6. Bedienungshinweise Scanner/Umschalter (Option 6031/01)

Das Digitalmultimeter kann optional mit einem thermospannungsarmen 20-kanaligen, 4-poligen Meßstellenumschalter ausgerüstet werden. Hierbei beträgt die maximale Spannung, sowohl am "V/kOhm"-Eingang wie an der 50-poligen Subminiatur-D-Buchse, 125V-Spitze mit der Begrenzung 1 000 000 x V x Hz. Diese Begrenzung gilt auch, wenn alle Kanäle abgeschaltet sind.

Der Umschalter ist vom Typ 1 aus 20, d.h. es kann jeweils nur ein frei wählbarer Kanal durchgeschaltet werden. Die Eingänge sind auf zwei 50-poligen Subminiatur-D-Buchsen zusammengefaßt, die an der Rückseite des Gerätes angebracht sind. Die 4 Ausgangsleitungen des Multiplexers sind im Gerät mit den Multimeter-Eingängen "V, kOhm" und "A" verbunden. Beim Einschalten der Meßkanäle 1-20 werden die Frontbuchsen abgeschaltet. Bei zugeschalteten Frontbuchsen ist keiner der Meßkanäle 1-20 mit den "V, kOhm" und "A" Eingängen verbunden. Nach Einschalten des Digitalmultimeters sind die Frontbuchsen angeschaltet, Meßkanäle abgeschaltet. Ein Schirm, der jede Multiplexersignalleitung separat umschließt, ist mit der "Guard"-Buchse auf der Frontplatte des Gerätes und jeweils mit Pin 1 der Subminiatur-D-Buchsen verbunden. Die Anschlußbelegung dieser Buchsen ist Bild 6.6.1. zu entnehmen. Es sind außerdem Adapterkarten lieferbar, die auf die Subminiaturbuchsen aufgesteckt werden und Schraubanschluß der Multiplexereingänge ermöglichen.

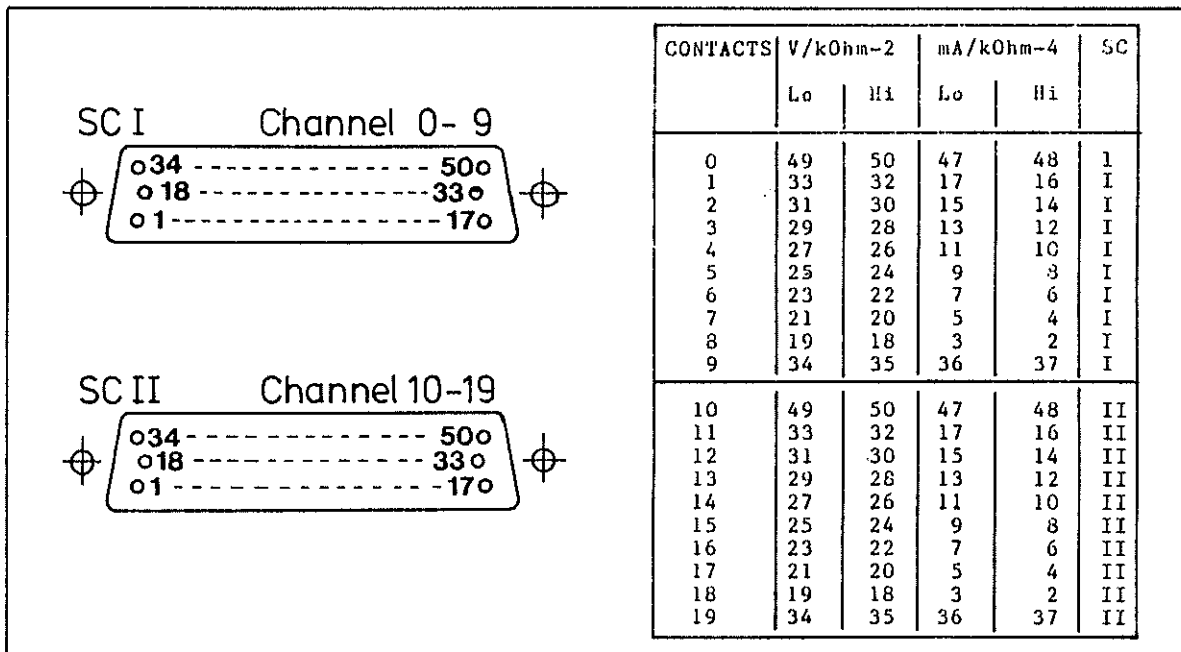


Bild 6.6.1. Anschlußbelegung der 20-Kanal-Eingangsbuchsen

7. Manuelle Bedienung

Die Bedienung aller Gerätefunktionen geschieht über die in zwei Felder geteilte Tastatur im Zusammenspiel mit den vier Anzeigeeinheiten. Einige Gerätefunktionen (Funktion, Bereich, Automatik, Offsetkorrektur) können durch einmaligen Tastendruck ausgewählt werden. Funktionen der 2. Funktionsebene werden durch Drücken der "2nd"-Taste und nachfolgendes Drücken der blau beschrifteten Zweitfunktion ausgewählt. Gerätevoreinstellungen und Dateneingaben werden durch Wahl der entsprechenden Betriebsart und nachfolgende Zahleneingabe über das Dateneingabefeld vorgenommen. Dateneingaben werden immer mit der "ENTER"-Taste abgeschlossen.

7.1. Wahl einer Gerätefunktion

Die Meßgerätefunktionen werden durch folgende Tasten ausgewählt:

Gleichspannungsmessung	Vdc
Wechselspannungsmessung ohne Gleichspannungsanteil	Vac
Wechselspannungsmessung mit Gleichspannungsanteil	Vac Vdc
Vdc muß innerhalb 1sec nach Vac gedrückt werden	
Widerstandsmessung (Zweidraht)	kOhm/2
Widerstandsmessung (Vierdraht)	2nd kOhm/4
Gleichstrommessung	2nd mA _{dc}
Wechselstrommessung stets mit Gleichstromanteil	2nd mA _{ac}
Temperaturmessung in gewählter Einheit (°C, °F, K)	2nd TEMP
Temperaturmessung Einheit verändern	2nd TEMP
Die Kombination 2nd TEMP muß sooft wiederholt werden, bis in der Anzeige die gewünschte Einheit erscheint.	

Beispiel: Vierdraht-Widerstandsmessung

Drücken Sie die Taste "2nd", danach die Taste "kOhm/4". In den Tasten brennen die Leuchtdioden zur Anzeige der Funktion. Im Anzeigefeld erscheint nach Ablauf der Integrationszeit ein neuer Meßwert oder bei Fehlern eine Fehlermeldung.

7.2. Wahl eines Meßbereiches

Ein Meßbereich kann fest eingestellt werden oder durch das Gerät automatisch erfolgen. Die Einstellung erfolgt über folgende Tasten:

BEREICH/FUNKTION		TASTE
Automatische Bereichswahl an-/abschalten		AUTO
Bereich	0.2 Vdc	0.2 kOhm
Bereich	2 Vdc, Vac	2 kOhm
Bereich	20 Vdc, Vac	20 kOhm
Bereich	200 Vdc, Vac	200 kOhm
Bereich	1000 Vdc, 700 Vac	2 MOhm
Bereich		20 MOhm
		0.2
		2
		20
		200
		2000
		20000

In den Tasten leuchtet jeweils die Leuchtdiode des angewählten Bereiches. Bei eingeschalteter Automatik leuchtet zusätzlich die Leuchtdiode der "AUTO"-Taste.

Wird ein Meßbereich gewählt, der für die eingestellte Funktion nicht existiert, dann wird auf den am nächsten liegenden Meßbereich umgeschaltet. Bei Wahl eines festeingestellten Bereiches wird die Automatik abgeschaltet.

Beispiel: Bereichumschaltung bei Wechselspannung

Sie wollen aus dem 200 Vac-Bereich in den 0.2 Vac-Bereich umschalten. Die Automatik ist abgeschaltet. Drücken Sie die Taste "0.2". Der Meßbereich stellt sich auf 2 Vac ein, da der 0.2 Vac-Bereich nicht existiert.

7.3. Wahl einer Integrationszeit

Die Wahl einer Integrationszeit erfolgt durch Drücken der rot beschrifteten Tasten nach vorherigem Drücken der Taste "ENTER". In der Integrationszeitenanzeige wird die gewählte Zeit ausgegeben. Bei Zeiten größer als 2sec wird diese Anzeige im Sekundentakt nach unten gezählt.

Integrationszeit	Anzeige	Tasten
20msec (16.7msec/60Hz)	.02	ENTER 20ms
40msec (33.3msec/60Hz)	.04	ENTER 40ms
100msec	01	ENTER 0.1s
200msec	02	ENTER 0.2s
400msec	04	ENTER 0.4s
1 sec	1	ENTER 1s
2 sec	2	ENTER 2s
4 sec	4	ENTER 4s
10 sec	10	ENTER 10s
20 sec	20	ENTER 20s

Entsprechend der gewählten Integrationszeit erfolgt die Anzeige des Meßergebnisses mit 4 1/2 bis 6 1/2 Stellen. Wird eine Integrationszeit gewählt, die für die gewählte Funktion nicht existiert, dann wird die am nächsten liegende Integrationszeit eingestellt.

Beispiel: Integrationszeit 10sec bei Gleichspannung Vdc

Drücken Sie die Taste "ENTER", dann 10sec. In der Integrationszeitanzeige erscheint 10. Nach einer Sekunde beginnt die Anzeige nach unten zu zählen 9, 8, 7,... bis ein Meßwert vorliegt. Danach beginnt die nächste Messung.

7.4. Digitales Filter

Mit Hilfe des digitalen Filters kann eine zusätzliche Störunterdrückung von 20dB gewonnen werden, indem eine gleitende Mittelwertbildung über die 10 neuesten Meßwerte durchgeführt wird.

Das Filter wird an- oder abgeschaltet durch Drücken der Taste FILTER.

Bei eingeschaltetem Filter brennt die eingebaute Leuchtdiode.

7.5. Offsetkorrektur

Nach Herstellung der Meßanschlüsse wie unter "Bedienungshinweise" angegeben, kann die Offsetkorrektur durchgeführt werden.

Offsetkorrektur eines einzelnen Meßbereiches ZERO

Offsetkorrektur aller Bereiche einer Meßfunktion AUTO ZERO

Zwischen dem Drücken der ZERO-Taste und dem Drücken der Taste AUTO sollte der Ablauf wenigstens einer Messung abgewartet werden. Nach der automatischen Offsetkorrektur bleibt die Automatik bis zur Wahl eines festeingestellten Meßbereiches oder Abschalten der Automatik eingeschaltet. Die Offsetkorrektur dauert je nach Funktion, Bereich und Integrationszeit unterschiedlich lange. Während der Offsetkorrektur wird die verbleibende Zeit in der Integrationsanzeige heruntergezählt. In der Hauptanzeige erscheint in dieser Zeit "null". Bei der Offsetkorrektur im Automatikbetrieb werden alle Bereiche einer Meßfunktion nacheinander auf diese Art korrigiert.

7.6. Kontinuierliche Messung und Startbetrieb

Messungen mit dem Digitalmultimeter sind in den Betriebsarten "Messen" und "Rechnen" möglich. Die Betriebsarten werden mit den Tasten "MEAS" und "2nd COMP" gewählt. Unabhängig von der gewählten Betriebsart ist die kontinuierliche Messung oder die Messung im Startbetrieb möglich.

7.6.1. Meßergebnis-Anzeige

Das Meßergebnis wird nach Drücken der Taste "MEAS" angezeigt. Bei der kontinuierlichen Messung wird automatisch nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit das jeweils neueste Meßergebnis in die Anzeige geschrieben. Wurde für die Konstante "CT" ein Wert ungleich "0" vorgewählt, dann wird eine einzige Messung durchgeführt und das Ergebnis in die Anzeige geschrieben. Das Ergebnis bleibt solange erhalten bis durch Drücken der Taste "MEAS" eine neue Messung gestartet wird.

7.6.2. Rechenergebnis-Anzeige

Das Rechenergebnis wird nach Drücken der Tastenfolge "2nd COMP" angezeigt. Bei der kontinuierlichen Messung wird automatisch nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit und nach Durchführung des angewählten Rechenprogrammes das jeweils neueste Rechenergebnis in die Anzeige geschrieben. Wurde für die Konstante "CT" ein Wert vorgewählt, dann wird die Anzahl der gewünschten Messungen durchgeführt und nach Ablauf jeder Messung das Rechenergebnis in die Anzeige geschrieben. Das letzte Ergebnis bleibt solange erhalten bis durch Drücken der Tastenfolge "2nd COMP" eine neue Meßfolge gestartet wird.

7.6.3. Anzahl von Messungen im Startbetrieb

Die Anzahl der im Startbetrieb durchzuführenden Messungen wird in die Konstante "CT" eingegeben. Für CT können beliebige, ganzzahlige Werte in dem für Konstanten gültigen Zahlenbereich eingegeben werden. Es wird kein Vorzeichen berücksichtigt. Werden Dezimalzahlen eingegeben, dann werden nur die vor dem Dezimalpunkt stehenden Ziffern akzeptiert. Die Eingabe von CT erfolgt nach Drücken der Tastenfolge "2nd ENTER" über das Dateneingabefeld genauso wie die Konstanteneingabe. Nach "2nd ENTER" erscheint in der Konstantennummernanzeige "ct". Die Eingabe wird durch Drücken der "ENTER"-Taste abgeschlossen. Sollen Messungen im kontinuierlichen Betrieb erfolgen, dann muß die Konstante CT gelöscht werden (Konstante löschen) oder sie muß durch Eingabe des Wertes "0" überschrieben werden.

7.7. Eingabe von Daten über die Tastatur

Alle Dateneingaben werden nach Anwahl des entsprechenden Eingabeprogrammes über das linke Tastenfeld vorgenommen. Dateneingaben sind notwendig bei Wahl einer Programmnummer, Wahl einer Konstantennummer, Wahl der Messungsanzahl im Startbetrieb, Eingabe einer Konstanten, Einstellung der IEEE-Geräteadresse, Anwahl eines Meßkanales, Einstellung der Parameter für die Meßstellenumschaltung und bei der Kalibrierung von Meßbereichen.

Die Eingabeprogramme werden angewählt durch folgende Tastendrücke:

Konstantennummerneingabe, wobei x die einstellige Nummer der gewünschten Konstante ist $x = 0, \dots, 9$	CONST	x	ENTER
Konstanteneingabe	.....		ENTER
Programmnummerneingabe, wobei xx die zweistellige Nummer des gewünschten Programmcodes ist $xx = 00, \dots, 99$	2nd PRG	xx	ENTER
Anzahl der Messungen im Startbetrieb	2nd ENTER	...ENTER	
Einstellung der IEEE-Geräteadresse	2nd IEEE	...ENTER	
Anwahl eines Meßkanales, wobei xx die zweistellige Nummer des gewünschten Kanales ist $xx = 00, \dots, 19$	CHA	xx	
Einstellung von Parametern für die Meßstellenumschaltung	2nd PRG	xx	ENTER
xx = 50 Intervallzeit TI		.....	ENTER
xx = 51 Verzögerungszeit TD			
xx = 52 Einschaltdauer TO			
Eingabe eines Kalbrierwertes (funktioniert nur bei geöffnetem Kalibrierschalter)	2nd PRG	99	ENTER
		.....	ENTER

Die mit gekennzeichnete Tastenfolge bedeutet, daß die Bedienung identisch zu den im Abschnitt "Konstanteneingabe" (Abschnitt 7.8.2.) gemachten Angaben ist. Anstelle von können Dateneingaben, Cursorfunktionen und andere Funktionen des jeweiligen Eingabeprogrammes ausgeführt werden.

7.8. Benutzung von Rechenprogrammen

Soll anstelle eines Meßergebnisses das Ergebnis einer Berechnung angezeigt werden, dann müssen die aus der Tabelle der Rechenprogramme entnommenen Programm-Nummern "xx" eingegeben werden. Die für die Berechnung notwendigen Konstanten C0,.....,C9 müssen zuvor eingegeben worden sein oder nun eingegeben werden. Sollen Programme im Startbetrieb bearbeitet werden, dann ist auch die Konstante CT anzugeben.

7.8.1. Eingeben der Programmnummer

Die Eingabe der Programmnummer geschieht mit der Tastenfolge "2nd PRG xx ENTER". Die Darstellung des Rechenergebnisses erfolgt nach Drücken der Tastenfolge "2nd COMP". Werden Rechenprogramme benutzt, bei denen die Rechenzeit die eingestellte Integrationszeit überschreitet, dann werden neue Meßergebnisse erst nach Ablauf der Rechenzeit berücksichtigt. Einzelne Meßergebnisse gehen dann, z.B. für die kontinuierliche Mittelwertbildung, verloren.

7.8.2. Eingeben von Konstanten

Die Eingabe einer Konstanten kann nach Anwahl der Konstantennummer mit der Tastenfolge "CONST x" erfolgen. Jeder Tastendruck auf einer der Zifferntasten 0-9 läßt in der Konstantenanzeige die entsprechende Konstantennummer "Cx" erscheinen, im Hauptanzeigefeld erscheint der Wert der zugehörigen Konstanten. Mit der Pfeil-rechts-Taste kann die Konstanteneingabe abgebrochen werden. Mit der Pfeil-links-Taste ("MEAS") wird der letzte Meßwert in die gerade angewählte Konstante übernommen und die Konstanteneingabe abgebrochen.

Wird nachdem eine Konstante angewählt ist, die "ENTER"-Taste gedrückt, also z.B. "CONST", "8", "ENTER" für Konstante C8, dann erscheint im Hauptanzeigefeld eine blinkende Cursorstelle, die mit den Pfeiltasten nach links oder rechts über die Anzeige bewegt werden kann. Wird versucht, den Cursor über die linke Seite hinaus zu bewegen, dann wird die Konstante gelöscht, es erscheint "+-----". Der Cursor kann nicht über eine unbeschriebene Stelle "-" hinaus nach rechts bewegt werden. Die Eingabe erfolgt stets ab der blinkenden Stelle nach rechts. Das Vorzeichen kann in jedem Moment gewechselt werden. Wird ein Dezimalpunkt eingegeben, dann erscheint er jeweils in der Anzeigestelle vor der Cursor-Position. Ein früher eingegebener Dezimalpunkt wird gelöscht. Aus einer Zahl kann der Dezimalpunkt gelöscht werden ohne einen neuen einzugeben, indem die Pfeil-rechts-Taste bei ganz an der rechten Position stehendem Cursor gedrückt wird. Die Eingabe einer Konstanten wird durch Drücken der "ENTER"-Taste abgeschlossen.

7.9. Einstellung des Meßstellenumschalters

Über die Tastatur können sowohl einzelne Meßkanäle geschaltet, als auch die automatische Kanalabfrage bedient werden. Die Darstellung des gerade geschalteten Kanales erfolgt immer in der Kanalnummernanzeige rechts unten.

7.9.1. Anwahl eines Meßkanales

Nach Drücken der Taste "CHA" blinkt in der Kanalnummernanzeige das untere Segment der vorderen Ziffer. Der Zahlenbereich für die vordere Ziffer ist auf "0" oder "1" beschränkt. Nach Eingabe von 0 oder 1 wandert die Cursor-Stelle auf die hintere Ziffer. Dort können die Ziffern 0 bis 9 eingegeben werden. Die Kanalwahl wird durch Drücken der "ENTER"-Taste abgeschlossen, der angewählte Kanal wird geschlossen. Soll eine Kanaleinstellung gelöscht werden, dann muß anstelle einer Ziffer ein Dezimalpunkt "." eingegeben werden. Sofort nach Eingabe des Dezimalpunktes wird der zuletzt gewählte Kanal geöffnet und das Einstellprogramm verlassen.

7.9.2. Einstellung der automatischen Kanalabfrage

Zur Durchführung der automatischen Kanalabfrage müssen am Digitalmultimeter die folgenden Werte eingestellt werden: Mit den Programmen 50, 51 und 52 werden die vorwählbaren Zeiten TI, TD und TO eingegeben. Dazu wird mit "2nd PRG 5 x ENTER" das entsprechende Programm angewählt und mit "2nd COMP" die Eingabe vorbereitet. Nach "2nd COMP" steht der für die Zeiten jeweils gültige Wert in der Anzeige und kann mit den Pfeiltasten und Zifferneingaben geändert werden. Nach "ENTER" wird die gewählte Zeit abgespeichert. Die an der automatischen Kanalumschaltung beteiligten Kanäle werden über Programm 53 ausgewählt. Nach "2nd PRG 53 ENTER" und "2nd COMP" ist die Kanalwahl betriebsbereit. Die Kanalnummernanzeige blinkt mit Ziffer "0", die Integrationszeitanzeige zeigt den Zustand des Kanales "0", als angewählt ("CL" für closed) oder nicht angewählt ("OP" für opened). Die Hauptanzeige ist abgeschaltet. Mit den Cursor-Tasten kann ein zyklisches Durchlaufen der Kanalnummernanzeige gestartet werden. Die Pfeil-rechts-Taste startet in aufstrebender Reihenfolge, die Pfeil-links-Taste in abfallender Reihenfolge mit dem Durchzählen. Nochmaliges Drücken stoppt den Durchlauf wieder. Während des Durchlaufens der Kanalnummern kann ein Kanal an- oder abgewählt werden. Mit jedem Druck auf die Taste "CHA" ändern sich der Vorwahl-Zustand und die Anzeige "OP" oder "CL". Sind alle Kanäle gewählt, dann wird mit "ENTER" das Einstellprogramm verlassen.

7.9.3. Betrieb der automatischen Meßstellenumschaltung

Zum Starten und Stoppen der Automatik-Kanalumschaltung dient Programm 54. Nach Anwahl von Programm 54 durch "2nd PRG 54 ENTER" kann durch Drücken der Tastenfolge "2nd COMP" die Kanalumschaltung an- und abgeschaltet werden. Bei eingeschalteter Kanalautomatik erscheint im Fenster der Programmnummernanzeige ein "r" (run), nach dem Abschalten steht wieder die Programmnummer 54 in der Anzeige. Der aktuell eingeschaltete Kanal wird in der Kanalnummernanzeige ausgegeben. Am Ende jeder Messung wird das neu gewonnene Meßergebnis in der Anzeige ausgegeben. Nach dem Ablauf eines Zyklus werden alle Kanäle abgeschaltet. Die Kanalumschaltung erfolgt stets so, daß die bei der Kanalvorwahl (Programm 53) mit "CL" gekennzeichneten Kanäle in aufsteigender Reihenfolge 00,...,19 geschaltet werden. Nicht angewählte Kanäle ("OP") werden übersprungen. Nach dem Einschalten des Kanales wird der Ablauf der Triggerverzögerungszeit (Programm 51) abgewartet. Danach erfolgt der Start der Messung mit der eingestellten Integrationszeit. Die Summe aus Integrationszeit und Triggerverzögerungszeit muß kleiner sein als die Einschaltedauer (Programm 52) des Kanales. Am Ende der Einschaltzeit wird der Kanal ab- und ein neuer Kanal angeschaltet.

7.10 Selbsttest

Der Selbsttest wird nach dem Einschalten des Multimeters oder auf Abruf ausgeführt. Zum Aufruf des Selbsttests wird Programm 98 gewählt durch die Tastenfolge "2nd PRG 98 ENTER". Nach "2nd COMP" wird die Selbsttestroutine ausgeführt. Die Einstellung des Gerätes ist dann die gleiche wie nach dem Einschalten.

7.11. Kalibrierung

Die Kalibrierung eines Meßbereiches über die Tastatur erfolgt mit Hilfe des Programmes 99. Programm 99 funktioniert nur, wenn der Schiebeschalter "CAL, MEAS" in Stellung "CAL" steht (sonst erscheint Fehlermeldung ERROR 5). Zur Kalibrierung eines Meßbereiches muß zuerst der Nullpunkt, wie unter "Offsetkorrektur" beschrieben, korrigiert werden. Danach wird Programm 99 durch "2nd COMP" gestartet und erwartet die Eingabe eines Sollwertes. An den Eingängen muß die zu messende Größe anliegen. Nach Eingabe des Sollwertes wird die Kalibrierung durch "ENTER" gestartet. Während der Kalibrierung bleibt "CAL" in der Anzeige stehen und die Integrationszeitanzeige zählt von "10" Sekunden abwärts nach "0". Nach erfolgreicher Kalibrierung steht der neue Meßwert in der Anzeige, bei Bedienungs- oder Meßfehlern erscheint ERROR 5.

7.12. IEEE-Adresseinstellung

Nach Drücken der Tastenfolge "2nd IEEE" kann über das Dateneingabefeld die IEEE-Geräteadresse und das Schlußzeichen (siehe IEEE-Bus-Schnittstelle Kap. 8.1.4.) eingestellt werden. Zum Einstellen der Betriebsart "TALK ONLY" muß die Geräteadresse (vorderes Ziffern paar) gelöscht werden. Dazu wird der Dezimalpunkt "." gedrückt. In der Anzeige erscheinen anstelle der Ziffern Striche.

7.13. Umstellen auf manuellen Betrieb

Wird das Digitalmultimeter am IEEE-Bus betrieben, dann ist die Tastatur gegen Bedienung gesperrt, bis der Computer "GTL" sendet oder die REN-Leitung inaktiv wird. Der Bediener kann jedoch den Fernsteuerzustand durch Drücken der Tastenfolge "2nd LOCAL" aufheben und das Gerät auf Manuelle Bedienung umstellen. "2nd LOCAL" funktioniert aber nur dann, wenn der Computer den Manuellen Betrieb nicht durch "LLO", "Local Lock Out" verhindert.

8. IEEE-Bus-Schnittstelle

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

8.1. Betrieb am IEEE-Bus

Sobald das Gerät über die IEEE-Schnittstelle den ersten Befehl erhalten hat, 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.

Bei Fernsteuerung leuchtet im rechten Fenster der Hauptanzeige das Segment "REMOTE".

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" ausgegeben. Dies ist z.B. auch der Fall bei falsch eingestelltem Schluß-Zeichen.

Das Gerät kann sowohl Befehle empfangen (Betrieb als LISTENER) als auch Gerätemachrichten 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 Gerätemachricht 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.

8.1.1. 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
SRI	Bedienungsruffunktion

8.1.2. 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
SDC	Selected Device Clear	Vdc, 1000V, Scanner aus, Langstring
GTL	Go To Local	Fernsteuerung wird aufgehoben
LLO	Local Lock Out	Gerät kann nicht über die Tastatur 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

8.1.3. Einstellung des Scanners 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 Schluß-Zeichen-Vereinbarungen notwendig. Welches Schluß-Zeichen Ihr Rechner verwendet, entnehmen Sie bitte dem Handbuch zum Rechner oder zum IEEE-Interface des Rechners.

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

Kennziffer	Schluß-Zeichen	typische Rechner
0	CR + EOI-Leitung	Apple
1	CR	
2	LF + EOI-Leitung	
3	LF	
4	CR + LF + EOI-Leitung	
5	CR + LF	HP
6	LF + CR + EOI-Leitung	
7	LF + CR	
8	EOI-Leitung	Commodore

8.1.4. Einstellung von Geräteadresse und Schluß-Zeichen

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

Angenommen, Sie wollen das Gerät an einem Apple-Rechner mit CCS-Interface betreiben, dann muß das Schluß-Zeichen CR+EOI-Leitung gewählt werden. Das Gerät soll z.B. die Geräteadresse 17 erhalten. Das Schluß-Zeichen CR+EOI-Leitung besitzt laut Tabelle die Kennziffer 0.

Drücken Sie die Taste 2nd, dann IEEE (blaue Beschriftung). In der Anzeige erscheint z.B. "IEEE.07.8", das heißt, das Gerät ist auf die Adresse 7, Schluß-Zeichen 8 (nur EOI-Leitung) eingestellt.

In der Anzeige blinkt die vorderste Ziffer von "07" um anzuzeigen, daß die Geräteadresse geändert werden kann. Nach obigem Beispiel soll die Einstellung auf "IEEE. 17.0" geändert werden.

Drücken Sie die Taste "1" im Dateneingabefeld. Dann steht "IEEE. 17.8" in der Anzeige. Die Ziffer "7" blinkt. Durch Drücken der CURSOR-Taste wandert die blinkende Stelle weiter nach rechts auf die Einstellposition des Schlußzeichens. Geben Sie dort die Ziffer "0" ein.

In der Anzeige steht nun "IEEE. 17.0". Abgespeichert wird die Einstellung durch Drücken der Taste ENTER. Soll die Adresse auch nach dem Ausschalten unverlierbar sein, dann muß vor dem Drücken der ENTER-Taste der Kalibrierschalter in Stellung "CAL" gebracht werden. Nach dem Drücken der ENTER-Taste bitte nicht vergessen, den Schalter wieder in Stellung "MEAS" zu bringen (siehe Kapitel 4.6.).

8.2. 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 Rechnerherstellers. Nach dem Adressieren als LISTENER leuchtet im rechten Fenster der Hauptanzeige das Segment "LISTEN".

Das Gerät versteht die folgenden Befehle:

- "MR" Das Meßergebnis wird angewählt. Es erscheint in der Anzeige des Digitalmultimeters und in der Zeichenkette der TALKERfunktion.
- "CR" Das Rechenergebnis der angewählten Programmes erscheint in der Anzeige des Digitalmultimeters und in der Zeichenkette als TALKERfunktion.
- "Cx" Nach "C" erwartet das Digitalmultimeter eine Konstantennummer. Wird z.B. "C5" eingegeben, erscheint in der Hauptanzeige des Digitalmultimeters der Wert der Konstanten Nr. 5, in der rechten unteren Nebenanzeige erscheint "C5". Als folgende Zeichen erwartet das Digitalmultimeter den numerischen Wert der Konstanten. Soll kein neuer Wert eingegeben oder die Eingabe beendet werden, muß immer (auch wenn die Übertragung der Gerätenachricht unterbrochen wurde) als Abschluß Meßergebnis "MR", Rechenergebnis "CR", Programmnummer "PXX" oder Meßzeit "TX" gesendet werden. Konstanten können als Gleitkommazahl mit Mantisse und Exponent eingegeben werden.

Die Mantisse darf bis zu 8 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 5 kann als C5300.581 oder C5+300.581E0 oder C53.00581E2 eingegeben werden.

- "CT" Mit "CT" wird für den Startbetrieb die Anzahl von Messungen vorgewählt, die nach einem Startbefehl ausgeführt werden. Die Anzahl wird eingegeben wie bei "Cx".
- "VD" wählt im Digitalmultimeter die Meßfunktion "Gleichspannung" an.
- "VA" wählt die Meßfunktion "Wechselspannung" an. Es wird der Effektivwert der Wechselspannung ohne überlagerten Gleichspannungsanteil gemessen.

-
- "VC" Es wird der Effektivwert der Wechselspannung "mit" überlagertem Gleichspannungsanteil gemessen.
- "02" wählt die Meßfunktion "Widerstand". Es wird in 2-Draht-Anordnung gemessen.
- "04" wählt die Meßfunktion "Widerstand". Es wird in 4-Draht-Anordnung gemessen.
- "ID" wählt die Meßfunktion "Gleichstrom" an.
- "IA" wählt die Meßfunktion "Wechselstrom" an. Es wird der Effektivwert des Wechselstroms mit überlagertem Gleichstromanteil gemessen.
- "TC" wählt die Funktion Temperaturmessung °C an.
- "TF" wählt die Funktion Temperaturmessung °F an.
- "TK" wählt die Funktion Temperaturmessung K an.
- "Pxx" Das Digitalmultimeter erwartet nach "P" eine Programmnummer.
Die Eingabe der Programmnummern muß stets zweistellig erfolgen, also z.B. "P06" für Programm Nr. 6.
Soll die Eingabe beendet werden, muß immer (auch wenn die Übertragung der Gerätenachricht unterbrochen wurde) als Abschluß Meßergebnis "MR", Rechenergebnis "CR", Konstantennummer "Cx" oder Meßzeit "Tx" gesendet werden, z.B. "P06T5".
- "A0" (A/Null) schaltet Bereichsautomatik aus.
- "A1" schaltet Bereichsautomatik ein.
- "Rx" Mit "Rx" wird der Meßbereich gewählt. Für das "x" steht die Kennziffer des gewünschten Bereiches. Es ist zu beachten, daß verschiedene Bereiche nur mit der zugehörigen Meßfunktion angewählt werden können, z.B. R6 nur bei kOhm.
- "Tx" stellt die Integrationszeit und die Anzahl der im Display anzuzeigenden Stellen ein. Für "x" steht die Kennziffer der gewünschten Integrationszeit 0 bis 9.
- "D0" (D/Null) Display-Betrieb abschalten.
- "D1" Display-Betrieb einschalten. Ein nach "D1" gesendeter Text, z.B. "D1RUN" wird auf die Anzeige des Multimeters ausgegeben. Die interne Anzeige wird abgeschaltet.

-
- "FO" (F/Null) schaltet das zusätzliche Filter ab.
"F1" schaltet das zusätzliche Filter an. Das Filter kann nicht an- oder abgeschaltet werden, wenn gerade eine Programm- oder Konstantennummer angerufen ist. Die Nachricht "CF1" wird als Aufruf der Konstanten 1 interpretiert.
- "Q0" (Q/Null) das Multimeter sendet keinen SRQ.
"Q1" das Multimeter sendet einen SRQ bei:
- jedem neuen Meßergebnis
- einer Fehlermeldung
- Reset
- außer Limit
- "Q2" das Multimeter sendet einen SRQ aus nach Ablauf der für den Startbetrieb vorgewählten Anzahl von Messungen
- "S0" (S/Null) startet die kontinuierliche Meßfolge.
"S1" schaltet um in den Startbetrieb, jeder Befehl S1 startet eine Messung.
Bei beiden Befehlen kann die Verzögerung bis zur Ausführung maximal 10 ms dauern.
- "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.
- "Z0" löst eine Offsetkorrektur aus.
- "Mxx" wählt einen Scanner-Kanal an. Mit "MOF" wird der Scanner abgeschaltet, mit "M00-M19" wird der entsprechende Scanner-Kanal gewählt.
Das Anwählen eines Scanner-Kanales schaltet die Frontbuchsen automatisch vom Multimetereingang ab (nur bei Ausrüstung mit Scanner wirksam).
- "MOF" schaltet die Frontbuchsen wieder an den Multimetereingang (nur bei Ausrüstung mit Scanner wirksam). Der zuvor angewählte Scanner-Kanal wird abgeschaltet.
- "CAxx...zzON" bestimmt, welche Kanäle xx,...,zz bei der automatischen Kanalschaltung angewählt werden.
- "CAxx...zzOF" bestimmt, welche Kanäle xx,...,zz bei der automatischen Kanalschaltung übersprungen werden.

"TIxxxx" enthält den Wert für die Intervallzeit. Die Angabe erfolgt in Vielfachen (xxxx) von 1 Minute.
 "TOxxxx" enthält den Wert für die Einschaltzeit. Die Angabe erfolgt in Vielfachen (xxxx) von 100 ms.
 "TDxxxx" enthält den Wert für die Triggerverzögerungszeit. Die Angabe erfolgt in Vielfachen von 100 ms.

"P54CR" startet und stoppt die automatische Kanalabfrage

"NVxxxxxxxx" nach NV erwartet das Multimeter eine 8-stellige vorzeichenlose, ganzzahlige Dezimalzahl als Sollwert für die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus (Ausnahme Temperatur: "NV+xxxxxxxx" oder "NV-xxxxxxxx").

Die Übertragung eines Sollwertes kann nur alleine geschehen, d.h. im selben String darf kein weiterer Befehl aus obiger Tabelle übertragen werden. Nach der Übertragung des Sollwertes beginnt das DMM mit der Kalibrierungsmessung.

END bezeichnet das Schlußzeichen, wie es bei Einstellung der Geräteadresse gewählt wurde. Beim Schlußzeichen Nr. 8 wird z.B. mit dem letzten (28.) Zeichen EOI ausgegeben; END ist kein Befehl.

8.2.1. Tabelle der vom Gerät akzeptierten Befehle

MR	Meßergebnis-Ausgabe	
CR	Rechenergebnis-Ausgabe	
CT	xxxxxxxx Vorwahl von xxxxxxxx Messungen für Startbetrieb	2)
Cx	Konstante Nummer x anzeigen, x=0,...,9	2)
Cx	xxxxxxxx Konstante Nummer x auswählen und den Wert xxxxxxxx zuordnen	2)
VD	Gleichspannung	
VA	Wechselspannung mit AC-Kopplung	
VC	Wechselspannung mit DC-Kopplung	
O2	Widerstand 2-Draht-Messung (Ohm-2-Draht)	
O4	Widerstand 4-Draht-Messung (Ohm-4-Draht)	
ID	Gleichstrom	
IA	Wechselstrom	
TC	Temperatur PT-100 in °Celsius	
TK	Temperatur PT-100 in Kelvin	
TF	Temperatur PT-100 in °Fahrenheit	
Pxx	Programmnummer anwählen, xx=00,...99	
PxxCR	Angewähltes Programm bearbeiten	

R1	Bereich	0,2	Vdc, Vac	0,2	kOhm, .....	.....	°C, °F, K
R2	Bereich	2	Vdc, Vac	2	kOhm, .....	.....
R3	Bereich	20	Vdc, Vac	20	kOhm, .....	.....
R4	Bereich	200	Vdc, Vac	200	kOhm, .....	.....
R5	Bereich	1000	Vdc, Vac,	2000	kOhm, mAdc, mAac		
R6	Bereich	.....	...., ...	20000	kOhm, .....	.....
Ax	x=0	Bereichsautomatik aus					
	x=1	Bereichsautomatik ein					
Tx	x=0	Integrationszeit	20msec	Anzeige	4 1/2-stellig		
	x=1	"	40msec	"	4 1/2-stellig		
	x=2	"	100msec	"	5 1/2-stellig		
	x=3	"	200msec	"	5 1/2-stellig		
	x=4	"	400msec	"	5 1/2-stellig		
	x=5	"	1sec	"	6 1/2-stellig		
	x=6	"	2sec	"	6 1/2-stellig		
	x=7	"	4sec	"	6 1/2-stellig		
	x=8	"	10sec	"	6 1/2-stellig		
	x=9	"	20sec	"	6 1/2-stellig		
Sx	x=0	Kontinuierliches Messen					
	x=1	Startbetrieb, Start durch S1, Trigger oder GET 2)					
Fx	x=0	Digitales Filter ausgeschaltet					
	X=1	Digitales Filter eingeschaltet					
Lx	x=0	Kurzstringausgabe (nur Meßwert) 3)					
	x=1	Langstringausgabe (Meßwert und Zustand) 3)					
Qx	x=0	SRQ-Betrieb abschalten 3)					
	x=1	SRQ-Betrieb einschalten, SRQ nach jeder Messung 3)					
	x=2	SRQ-Betrieb einschalten, SRQ nach Ablauf von "ct" Messungen 3)					
Dx	x=0	Displaybetrieb abschalten 3)					
	x=1	Displaybetrieb einschalten 3)					
DlText	Der als Text eingegebene String wird auf der Hauptan- zeige dargestellt 2, 3)						
Mxx	Scanner-Kanal xx einschalten, Frontbuchsen ab- schalten						
MOF	Scanner-Kanäle abschalten, Frontbuchsen ein- schalten						
ZO	Zero, Offset-Korrektur						2)
NV	xxxxxxx	Sollwert xxxxxxxx für Kalibrierung					2)
NV	+xxxxxxx	Sollwert für Fühlerabgleich					

Automatische Meßstellenumschaltung

CAxx...yy...zzON	Kanalvorwahl für Kanäle xx bis zz (einschalten)	1)
CAxx...yy...zzOF	Abwählen non Kanälen xx bis z (abschalten)	1)
TDxxxx	Triggerverzögerungszeit xxxx einstellen (xxxx * 100msec)	2)
TOxxxx	Kanal-Einschaltdauer xxxx einstellen (xxxx * 100msec)	2)
TIxxxx	Intervallzeit xxxx einstellen (xxxx * 1min)	2)
P54CR	Automatische Meßstellenumschaltung starten	2)
P54CR	Automatische Meßstellenumschaltung stoppen	2)

- 1) Innerhalb einer Zeichenkette kann entweder nur zu- oder nur abgeschaltet werden
- 2) Befehle müssen alleine oder am Schluß eines Strings gesendet werden
- 3) siehe Anmerkungen der nächsten Seite

Beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus existieren drei Funktionen, die nur über die IEEE-Schnittstelle eingestellt werden können. Sie werden nachfolgend detailliert beschrieben.

8.2.2. 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 ASCII-Zeichen, für die entsprechend der ASCII-Segment-Tabelle (Abb. 8.1) ein Segment-Code definiert ist, werden angezeigt. Alle anderen Zeichen bewirken eine dunkle Anzeigenstelle. Alle Überzähligen, die nach "D1" und dem ausgegebenen Text noch vorhanden sind, werden ignoriert. Wird "D1 text" zusammen mit anderen Befehlen innerhalb einer Zeichenkette verwendet, dann muß "D1 text" der letzte Befehl in der Zeichenkette sein. Mit "D0" wird der Display-Betrieb wieder abgeschaltet und es erscheint die zur momentanen Betriebsart und Funktion gehörige Anzeige.

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

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

Abb. 8.1.

Display-Code-Tabelle

ASCII-SEGMENT-CODE

8.2.3. 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 das neueste Meßergebnis ausgegeben. Die Zustandsinformation wird bei "L0" nicht ausgegeben. Nach "L1" sendet das Gerät die neuesten Daten inclusive der Zustandsinformation.

8.2.4. SRQ-Betrieb

Soll das Digitalmultimeter nicht ständig durch den Rechner abgefragt werden, sondern die Bedienung durch den Rechner anfordern, wenn eine Zustandsänderung eingetreten ist, dann kann der SRQ-Betrieb (Service request) mit dem Befehl "Q1" oder "Q2" angewählt werden. Ein SRQ wird z.B. dann ausgegeben, wenn die Tastatur bedient wurde, wenn Fehlermeldungen erscheinen oder wenn ein Reset ausgelöst wurde. Die Benutzung des SRQ-Betriebes setzt voraus, daß der angeschlossene Rechner in der Lage ist, einen SRQ zu erkennen und mit Serial Poll darauf zu antworten (s. Rechner-Handbuch). Bei "Q1" wird nach jedem Meß- oder Rechenergebnis ein SRQ ausgegeben, bei "Q2" nur nach Ablauf der letzten Messung der für den Startbetrieb vorgewählten Einzelmessungen.

8.3. Betrieb des Digitalmultimeters als TALKER

Nach Aufforderung durch den Rechner sendet das Gerät eine Nachricht über seinen momentanen Zustand und den neuesten Meßwert. Hierzu muß das Gerät vom Rechner als TALKER adressiert werden. Entsprechende Angaben hierzu finden sich im Handbuch des Rechnerherstellers. Nach der Adressierung als TALKER leuchtet im rechten Fenster der Hauptanzeige "TALK".

Die gesendete Nachricht besteht aus einer Zeichenkette und einem vereinbarten Schluß-Zeichen am Ende jeder Zeichenkette, an dem der Rechner das Ende der Übertragung erkennt. Die Nachricht besteht aus zwei Nachrichteneinheiten. Die erste enthält Daten über die neuesten Meß- oder Rechenergebnisse, die zweite enthält Informationen über den programmierten Zustand. Beide Nachrichteneinheiten werden als kompletter Nachrichtensatz übermittelt. Wird die Übertragung des Nachrichtensatzes abgebrochen bevor das Schluß-Zeichen übertragen wurde (bevor TIDS (TALKER Idle State) erreicht ist), dann wird die Übertragung bei erneutem Aufruf wieder mit dem 1. Zeichen des Nachrichtensatzes begonnen. Als Schluß-Zeichen gilt das mit dem IEEE-Einstellprogramm festgelegte Schluß-Zeichen. Für die Übertragung wird der ASCII (ISO-7-bit)-Code verwendet.

Die Länge der zweiten Nachrichteneinheit ist unveränderlich und beträgt immer 27 Zeichen + Schluß-Zeichen. Die Länge der ersten Nachrichteneinheit beträgt 13 Zeichen bei der Ausgabe von Meß- und Rechenergebnissen.

Wird die Ausgabe als Kurzstring angefordert (Befehl "LO"), dann wird nur die erste Nachrichteneinheit gesendet, die Zustandsinformation (2. Nachrichteneinheit) wird dann nicht übertragen.

Im Automatikbetrieb (Programm 54) wird als 2. Nachrichteneinheit die Information über Funktion und Anzeigergebnis an die 1. Nachrichteneinheit (13 Zeichen) angehängt.

Unterschiede bei kontinuierlichem oder getriggertem Betrieb

Kontinuierlicher Betrieb: Das Digitalmultimeter erlaubt das Auslesen eines neuen Meßergebnisses stets nur einmal. Nach Ausgabe eines Meßergebnisses wird vor Ablauf der eingestellten Integrationszeit keine neue Nachricht ausgegeben. Wenn der verwendete Computer eine Timeout-Funktion besitzt, muß die gewählte Zeit lang genug sein.

Getriggertem Betrieb: Das Digitalmultimeter führt eine Messung immer nur nach einem "S1"-Startbefehl aus und liefert nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit ein Meßergebnis. Wird versucht, eine Nachricht zu lesen ohne daß vorher eine Startbefehl ausgegeben wurde, erscheint als Nachricht "NO VALUE" über den IEEE-Bus.

8.3.1. Beschreibung des gesendeten Nachrichtensatzes

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die möglichen Längen des Nachrichtensatzes in Abhängigkeit von der gewählten Betriebsart. Ein Nachrichtensatz besteht aus einer (Kurzstring-format) oder aus zwei (Langstringformat) Nachrichteneinheiten, gefolgt von einem Schlußzeichen. Die zweite Nachrichteneinheit heißt Zustandsinformation.

Die Länge eines Nachrichtensatzes wird durch die Betriebsart bestimmt. Sie beträgt für

- a) Mess- und Rechenbetrieb
40 (13) Zeichen + Schlußzeichen

Beispiel: "+01.298764E+OMRVDP00AOR2FOT2DOSQOMOFB00"+Schlußz.
"+01.298764E+0"+Schlußzeichen

- b) Automatische Kanalschaltung
40 (18) Zeichen + Schlußzeichen

Beispiel: "+01.298764E+OMRVDP00AOR2FOT2DOSQOM02B00"+Schlußz.
"+01.298764E+OR1M02"+Schlußzeichen

- c) Fehler- und Textmeldungen
40 Zeichen + Schlußzeichen

Beispiel: "ERROR 01 MRO4P00A1R6FOT2DOSQOMOFB00"+Schlußz.
"ERROR 01 "+Schlußzeichen

Die Zahlen in Klammern (..) gelten für die Zeichenanzahl in Kurzstringformat.

8.3.2. Beschreibung der gesendeten Nachrichteneinheiten

Die gesendeten Zeichen haben, abhängig von der gewählten Betriebsart die folgende Bedeutung:

Betriebsart Messen oder Rechnen

Der ausgelesene String hat z.B. folgende Form:

+1.3201987E-1MRVDP00AOR1FOT1DOSQOMOFB00 + Schlußzeichen

Der String enthält den neuesten Meßwert oder das neueste Rechenergebnis zusammen mit der Zustandsinformation.

In der 1. Nachrichteneinheit können Zahlenwerte oder Textmeldungen stehen. Sie besteht aus 13 Zeichen. Dies können Meß- und Rechenergebnisse sowie Konstantenwerte (alle rechtsbündig) oder Textmeldungen des Hauptanzeigefeldes (alle linksbündig) sein. Bei Rechenergebnissen, Konstantenwerten oder Vorzeichenbehafteten Meßgrößen ist das erste Zeichen immer das Vorzeichen "+,-". Bei vorzeichenlosen Meßgrößen (kOhm, Vac, mAac) werden alle Zahlen vorzeichenlos ausgegeben und alle führenden Stellen mit "0" aufgefüllt. Die Ausgabe der Zahlen erfolgt in Exponentialform, z.B. "+01.98265E-1".

Textmeldungen sind "ERROR x", "NULL", "DONE", "CONTR. x"
 "CAL ", "HI ", " LO ", "NO VALUE"

Die nicht benötigten Stellen werden mit Leerzeichen aufgefüllt. Ab dem 14. Zeichen beginnt die zweite Nachrichteneinheit (Zustandsinformation).

8.3.3. Abfragen der Tastatur über den IEEE-Bus

Im Fernsteuerzustand (Remote) führt das Gerät nach Tastendruck nicht die zugehörige Funktion aus sondern legt in der IEEE-Gerätenachricht einen Nummerncode für die zuletzt gedrückte Taste ab.

Diese Information kann vom Rechner genutzt werden, um das Gerät in fernbedienten Testsystemen zu einem Befehlsgerät zu machen. Aufgrund der Tastendrucke können vom Rechner spezifische Programme angefordert werden.

B01	B02	B03	B04	B05	B06
B07	B08	B09	B10	B11	B12
B13	B14	B15	B16	B17	B18

Bild 8.3.1. Tastencodes für Tastaturabfrage

Nach jedem Tastendruck wird der IEEE-Ausgabepuffer mit dem entsprechenden Tastendruck aktualisiert.
 Nach dem Auslesen der Nachricht durch den Rechner wird der Tastencode auf "00" gesetzt. Bei eingeschalteter SERVICE-REQUEST-Funktion löst jeder Tastendruck einen SRQ aus.

8.3.4. Tabelle der vom Multimeter gesendeten Gerätenachrichten

Die Gerätenachricht gibt zur Kennzeichnung des Gerätezustandes oder der Geräteeinstellung die folgenden Zeichen aus:

(-----)		(-----)	
1.Nachrichteneinheit		2.Nachrichteneinheit	
1. Zeichen	14. Zeichen		40. Zeichen + Schlußzeichen
!	!		!
+.xxxxxxxxxE+XRVPxxAxRxFxTxDxSxQxMOFBxx			
- 00000000	-OCRVA 00 0 0 0 0 0 0 0 0 00 00		
0	:CxVC :: 1 : 1 : 1 1 1 :		:
.....	:CTID :: : : : 2 :		:
.....	: IA :: : :		:
99999999	7 02 99 6 9 19 18		:
	04		:
	TC		:
	TK		+EOI, EOS1, EOS2
	TF		

Textmeldungen und ihre Bedeutung

NO VALUE	Es liegt kein Meßergebnis vor, Trigger fehlt
ERROR 01	Ausgabe einer Fehlermeldung (Error 1-8)
CONTR. 1	Ablauf der Selbsttestroutinen (Contr. 1-4)
NULL	Offsetabgleich wird durchgeführt
DONE	Nullpunktgleich bei Temperatur ausgeführt
CAL	Kalibrierprozedur wird ausgeführt
HI	Obere Grenze überschritten (Prog. 11,12,13)
LO	Untere Grenze unterschritten (Prog. 11,12,13)

Bedeutung der gesendeten Zeichen

Position	(erstes, letztes Zeichen) der Gerätenachricht
(1, 1)	"+" positives Vorzeichen der Mantisse
	"-" negatives Vorzeichen der Mantisse
(2, 10)	"x" 8-stellige Mantisse oder Textmeldung, Zahlenbereich ".00000000 - 99999999"
(11, 11)	"E" Kennzeichnung des Exponenten
(12, 12)	"+" positives Vorzeichen des Exponenten
	"-" negatives Vorzeichen des Exponenten
(13, 13)	"x" Betrag des Exponenten

- (16, 17) "VD" Gleichspannungsmessung ist angewählt
 "VA" Wechselspannungsmessung ist angewählt
 "VC" " " " " mit Gleichspannungskopplung
 "ID" Gleichstrommessung ist angewählt
 "IA" Wechselstrommessung ist angewählt
 "O2" Widerstandsmessung, Zweidrahtanordnung
 "O4" Widerstandsmessung, Vierdrahtanordnung
 "TC" PT 100-Temperaturmessung, Anzeige in °C
 "TF" PT 100-Temperaturmessung, Anzeige in °Fahrenheit
 "TK" PT 100-Temperaturmessung, Anzeige in Kelvin
- (18, 20) "Pxx" Mathematikprogramm Nr. xx angewählt
- (21, 22) "Ax" x=0 Automatische Bereichswahl abgeschaltet
 x=1 Automatische Bereichswahl angeschaltet
- (23, 24) "Rx" Meßbereich "x" eingestellt
 R1 0,2 Vdc,... 0,2 kOhm,....., °C, °F, K
 R2 2 Vdc,Vac 2 kOhm,.....,
 R3 20 Vdc,Vac 20 kOhm,.....,
 R4 200 Vdc,Vac 200 kOhm,.....,
 R5 1000 Vdc,Vac 2000 kOhm,mAdc,mAac,
 R6 20000 kOhm,.....,
- (25, 26) "Fx" x=0 Digitales Filter abgeschaltet
 x=1 Digitales Filter angeschaltet
- (27, 28) "Tx" Integrationszeit "x" eingestellt
 T0 20 msec 4 1/2-stellig
 T1 40 msec 4 1/2-stellig
 T2 100 msec 5 1/2-stellig
 T3 200 msec 5 1/2-stellig
 T4 400 msec 6 1/2-stellig
 T5 1 sec 6 1/2-stellig
 T6 2 sec 6 1/2-stellig
 T7 4 sec 6 1/2-stellig
 T8 10 sec 6 1/2-stellig
 T9 20 sec 6 1/2-stellig
- (29, 30) "Dx" x=0 Displaybetrieb abgeschaltet
 x=1 Displaybetrieb angeschaltet
- (31, 32) "Sx" x=0 Startbetrieb abgeschaltet
 x=1 Startbetrieb angeschaltet
- (33, 34) "Qx" x=0 SERVICE-REQUEST-Funktion abgeschaltet
 x=1 SRQ nach Ablauf jeder Messung
 x=2 SRQ nach Ablauf der letzten Messung
 einer mit "CT" vorgewählten Anzahl von
 Messungen

(33, 34)	"Qx"	x=0 SERVICE-REQUEST-Funktion abgeschaltet x=1 SRQ nach Ablauf jeder Messung x=2 SRQ nach Ablauf der letzten Messung einer mit "CT" vorgewählten Anzahl von Messungen
(35, 37)	"MOF"	Multiplexereingänge weggeschaltet, Eingangssignal über die Frontbuchsen angekoppelt
	"Mxx"	Multiplexerkanal "xx" eingeschaltet, die Frontbuchsen sind abgeschaltet, xx=00,...,19
(38, 40)	"Bxx"	xx=00 Es war keine Taste gedrückt Es war Taste Nr. xx gedrückt xx=01,...,18 wurde (Code Nr. 8, nur EOI)
(41, 42)	EOS1	Schlußzeichenvereinbarung EOS1, EOS2 (End of String)
	EOS2	am Ende der Gerätenachricht, wahlweise mit oder ohne EOI-Signal bei Ausgabe des letzten Zeichens. Ob nur ein Schlußzeichen (EOS1) oder zwei Schlußzeichen (EOS1+EOS2) ausgegeben werden bestimmt der für die Schlußzeichen vereinbarte Code (0,...,8).
	EOI	EOI-Signal aktiv mit dem letzten Zeichen, das ausgegeben wird, wenn über die Einstellung ein Schlußzeichencode mit EOI gewählt

8.4. Programmierbeispiele für IEEE-Bus-Interface

Bevor das Digitalmultimeter über das IEEE-Bus-Interface betrieben werden kann, müssen Geräteadresse und Schlußzeichen, 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 Schlußzeichen wird Nummer 8 (nur EOI) empfohlen.

8.4.1. COMMODORE CBM 3032

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

```

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

```

Lesen der Zeichenkette des Digitalmultimeters mit dem CBM 3032. Der CBM 3032 ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

```

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

```

8.4.2. TEKTRONIX 4051

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

```

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

```

Lesen der Zeichenkette des DMM mit dem Tektronix 4051:
Der Tektronix ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

```

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

```

8.4.3. HEWLETT PACKARD HP 85

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

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

```
HP 85: 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 ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

```
HP 85: 530 DIM A$[50]
                                     Feldvereinbarung, sehr groß ge-
                                     wählt, mindestens 29 Plätze re-
                                     servieren
       540 ENTER 707;A$
       580 DISP A$
       590 END
```

8.4.4. HEWLETT PACKARD HP 87

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

```
HP 87: 10 DIM A$[50] ,B$[30]
                                     Feldvereinbarung, mindestens
                                     42 Plätze notwendig
                                     DIM A$ mindestens 42
```

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 87.
Der HP 85 ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

```
HP 87: 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.

```
HP 87: 40 ENTER 707;A$
                                     String-Übertragung vom Digital-
                                     multimeter zum HP 87 Rechner
       50 PRINT A$
       60 GOTO 20
```

8.4.5. HEWLETT PACKARD HP 87

Betrieb des Digitalmultimeters wie zuvor, jetzt aber mit SRQ.

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

```

HP 87:  10  ON INTR 7 GOSUB 500
        20  DIM A$[50], B$[50]
        30  INPUT B$
        40  OUTPUT 707;B$
        50  ENABLE INTR 7;8
        60  GOTO
        500 STATUS 7,1; W
        510 P=SPOLL (707)
        520 IF P>63 THEN GOSUB 1000
        530 ENABLE INTR 7,8
        540 RETURN

1000  ENTER 707;A$
1010  PRINT A$, P,
1020  RETURN

```

prüft auf IRQ durch IEEE-488-Bus
Feldvereinbarung, mindestens
29 Plätze notwendig

Eingabe über die HP 87 Tastatur,
z.B. "Q1" für SRQ zugeschaltet

String Übertragung vom HP 87 zum
Digitalmultimeter

erlaubt IRQ durch SRQ

Zeilennummer des Anwender-
programms

Übertragung des SRQ Status Re-
gisters

Auswertung des Registerinhaltes

erlaubt IRQ durch SRQ

Einlesen der Nachricht vom
Digitalmultimeter

"GERAET NR.7"
Ausgabe auf den Bildschirm
zusammen mit der Status Infor-
mation

8.4.6.HP 9816 (200er Serie) und Digitalmultimeter

```

1000  !***** Datenübertragung HP 9816 - - Digitalmultimeter
1010  !
1020  !Vereinbarung der Variablen
1030  !
1040  COM / DMM 6031/ @ Dmmnr, Setup$ [30] ,Anzeige$ [30]
1050  !
1060  !Adressenzuweisung -- 7 = @ Dmmnr
1070  !
1080  ASSIGN @ Dmmnr TO 707
1085  ON INTR 7,1 CALL Serialpoll
1090  !
1100  ! EINLESEN DES GEWÜNSCHTEN SETUPS ÜBER DIE TASTATUR
1110  !
1120  INPUT Setup$
1130  OUTPUT @ Dmmnr;Setup$
1140  !
1150  ! INTERRUPT FREIGEBEN
1160  !
1170  ENBLE INTR 7;2          !IRQ BEI AUFTRETEN EINES 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 6031/ @ Dmmnr,Setup$ [30] ,Anzeige [50] ,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 6031/@ Dmmnr,Setup$ [30] , Anzeige$ [30] ,P
1420  ENTER @ Dmmnr; Anzeige$
1430  PRINT Anzeige$,P
1440  SUBEND

```

8.4.7. 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
40 PRINT " @ : "
    Slot #3 für Ausgabe initialisieren
    im Adressmode, REN und ATN aktiv,
    wird Listeneradresse 7 gesendet
    @ schaltet in Adress Mode,
    \ sendet Listeneradresse 7,
    : schaltet zurück in Command Mode
50 PRINT " ";B$;" "
    die Nachricht wird gesendet
60 PRINT " @ G: "
    \schaltet Text Mode zu und ab,
    im Adressmode wird Talkeradresse 7 ge-
    sendet
    @ schaltet in Adress Mode,
    G sendet Talkeradresse 7,
    : schaltet zurück in Command Mode;
70 PR #0
    Daten vom IEEE-Bus werden direkt auf dem
    Bildschirm ausgegeben
80 INPUT " ";A$
    Einlesen der Nachricht vom IEEE-Bus
90 IN #0
    Ein-/Ausgabe wird auf Tastatur umge-
    schaltet
100 GOTO 20

```

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

 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,
  IBBNA,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$(13)
1130 REM --- SUCHE IN DER GERAETETABELLE ---
1140 PRINT" GERAETENAME IST DEV1, ADRESSE SIEHE IN IBONF.EXE "
1150 PRINT" GERAETEADRESSE AUF IEEE.01.0 STELLEN (IEEE-TASTE)"
1160 PRINT" GERATETADRESSE STEHT IN DER TABELLE IBCONF.EXE "
1170 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1180 PRINT " *** Korrekte Adress-Schlusszeichenkombination ***"
1190 PRINT " *** in IBCONF.EXE pruefen ***"
1200 PRINT
1210 REM
1220 REM --- DBESTIMMUNG DER ADRESSE ---
1230 REM -----
1240     BDNAME$ = "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 -----

```

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. KALIBRIERUNG

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

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

9.1. Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche

Zuerst wird der Meßbereich angewählt und eine genau bekannte positive oder negative Referenz, die zwischen 5% und 100% (vorzugsweise zwischen 50% und 100%) des Anzeigeumfanges des jeweiligen Bereiches liegen darf, an die Eingangsbuchsen angelegt. Das Multimeter gibt jetzt in der Anzeige einen Meßwert aus, der mit seinem alten Kalibrierfaktor errechnet wurde. Weichen Soll- und Istwert jetzt zu stark voneinander ab, wird das Kalibrierprogramm durch Eingeben der Programmnummer 99 und Rechenbetrieb angewählt. Danach kann über die Tastatur (Dateneingabefeld) der Sollwert eingestellt werden. Nach Angabe des Sollwertes wird die Kalibrierung durch Drücken der ENTER-Taste gestartet.

Nach der Kalibrierung verläßt das Gerät das Kalibrierprogramm und es können neue Funktionen oder Bereiche gewählt werden. Sollen weitere Bereiche nachkalibriert werden, beginnt man den oben beschriebenen Vorgang von neuem. Nach Beendigung der Kalibrierung muß unbedingt der versenkte Schalter auf der Rückwand des Gerätes von "CAL" auf "MEAS" zurückgestellt werden, damit die Kalibrierdaten geschützt sind.

Die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus läuft grundsätzlich analog zu der Bedienung über die Frontplatte ab. Der Sollwert wird hierbei als ganze Zahl mit Hilfe des Befehls "NVxxxxxxx" bei Temperaturkalibrierung "NV+xxxxxxx" oder "NV-xxxxxxx" eingestellt. Mit Übertragung des Sollwertes wird das Kalibrierprogramm und die Kalibriermessung automatisch gestartet. Sollen keine weiteren Bereiche und Funktionen mehr kalibriert werden, wird die Kalibrierung durch Umschalten an der Rückwand des Multimeters von "Cal" auf "Meas" abgeschlossen.

9.2. Kalibrierung der Widerstandsbereiche

Die Widerstandsbereiche werden mit der Vierdraht-Widerstandsmessung kalibriert. Zuvor sollte der Nullpunkt wie vorne beschrieben kompensiert werden. Es müssen ferner die Hinweise in Kapitel "Bedienungshinweise Ohm/kOhm", hierbei besonders die Kompensation von Meßkabelwiderständen, beachtet werden. Der Kalibriervorgang der Widerstandsbereiche läuft analog der Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche ab. Bei der Zweidraht-Widerstandsmessung müssen nur die Nullpunkte korrigiert werden. Die Kalibrierdaten sind mit der Vierdrahtmessung identisch.

9.3. Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche

Die Einstellung wird auf Wechselspannung ohne Gleichspannungskopplung vorgenommen. Die Wechselspannungsbereiche sollen mit einer Sinuswechselspannung kalibriert werden. Auch bei Vac sollte zuvor der Nullpunkt wie vorne beschrieben kompensiert werden. Als Referenz sind 1 kHz-Sinusspannungen erforderlich. Der Kalibriervorgang läuft analog der Gleichspannungskalibrierung ab.

9.4. 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 wie bei der Gleichspannungskalibrierung beschrieben ab.

9.5. Kalibrierung der Temperaturmessung

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 steht "done" in der Anzeige oder erscheint über den IEEE-Bus. Offsetabgleich bedeutet den internen Abgleich des Eingangsverstärkers, nicht den Abgleich des Fühlers. Für den Fühlerabgleich ist der Widerstands-Fühler (PT 100, vierpoliger Anschluß) in ein Medium genau bekannter Temperatur zu bringen. Der Temperaturwert muß über die Tastatur oder den IEEE-Bus an das DMM übertragen werden.

Alle Temperaturen im Bereich von -200°C bis $+850^{\circ}\text{C}$ sind zur Kalibrierung erlaubt. Anstelle eines Temperaturfühlers kann auch ein genau bekannter Referenzwiderstand angeschlossen werden. Es muß dann lediglich die zu diesem Widerstand gehörende Temperatur (nach Tabelle DIN IEC 751) eingegeben werden. Bei Kalibrierung über den IEEE-Bus werden "NV+xxxxxxx" oder "NV-xxxxxxx" als Kommando akzeptiert. Für den Abgleich auf eine Temperatur von $+174,86^{\circ}\text{C}$ wird der Befehl "NV+0017486" an das DMM gesendet.

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

10. ZUBEHÖR

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

Zum Anschluß der Meßleitungen an den Scanner (Option 6031/01) kann für jeweils 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 sind zwei Stecker notwendig.

10.2. Adapterkarte (Option 6031/02)

Eine Adapterkarte wird von außen auf die 50-poligen Subminiatur-D-Buchsenleiste des DMM 6031 aufgesteckt und ermöglicht den Schraubanschluß von Meßleitungen. Zum Anschluß aller 20 Kanäle der Option 6031/01 sind zwei Adapterkarten notwendig.

Maximaler Strom 3A-Spitze

Maximale Spannung 40V

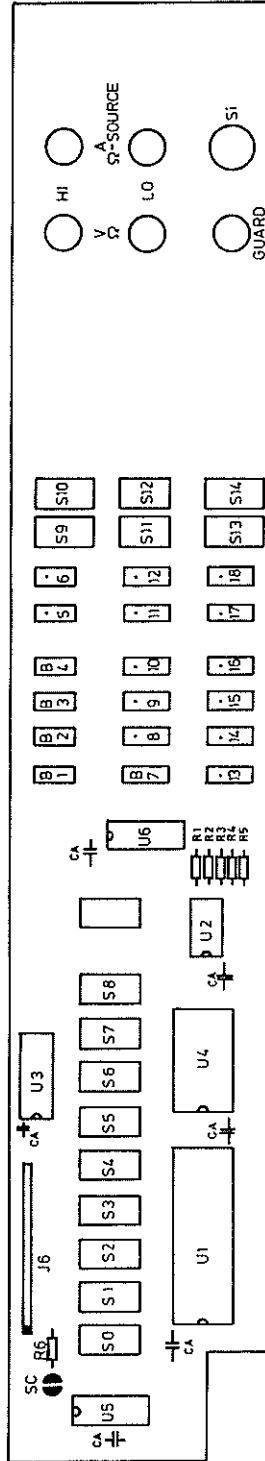
* WARNUNG *

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

Maße ca. 70 mm x 110 mm

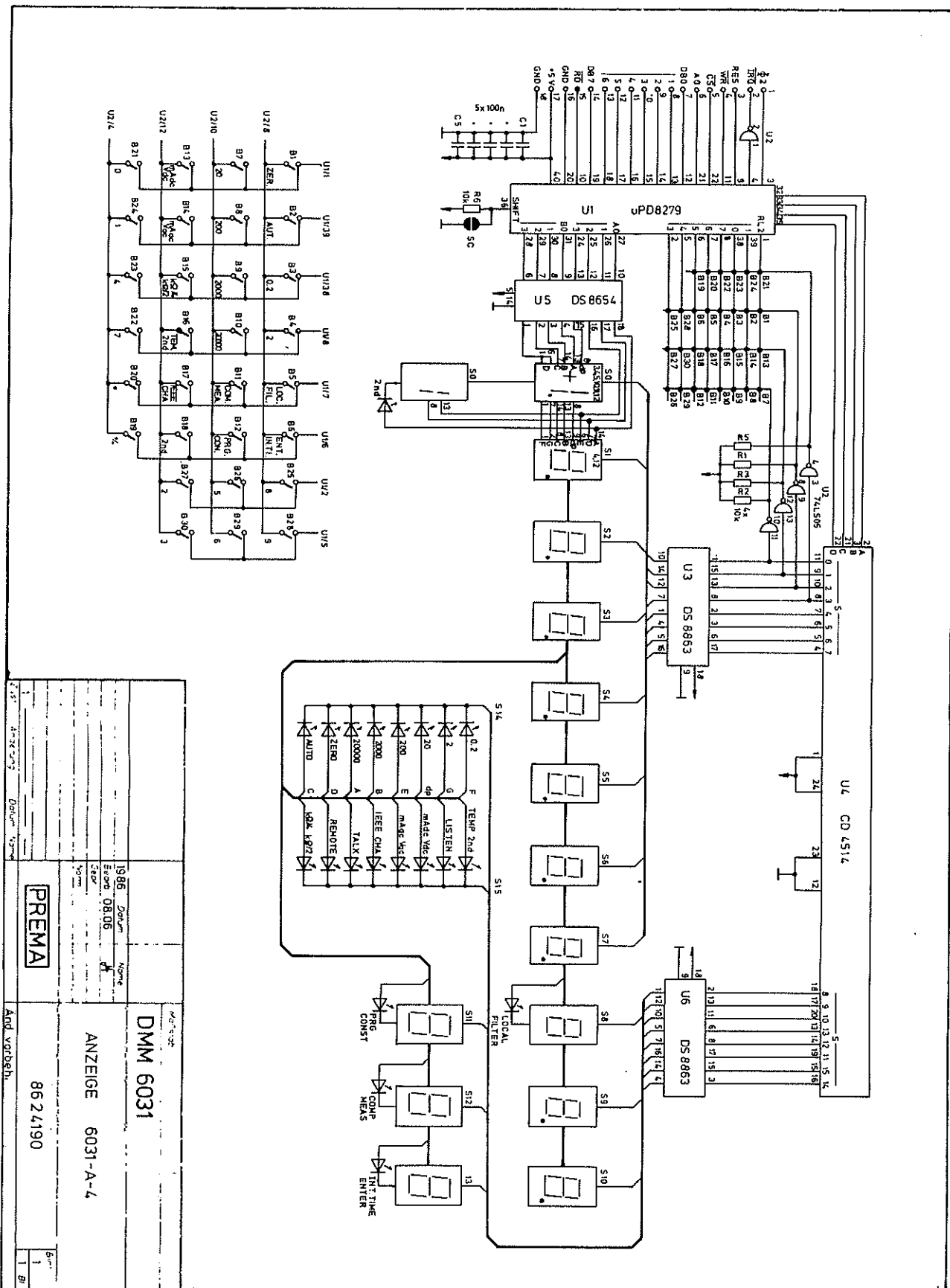
10.3. Gestelleinbausatz (Option 5020G)

Ein Gestelleinbausatz zur Montage des Digitalmultimeters in einen 19"-Schrank ist lieferbar.

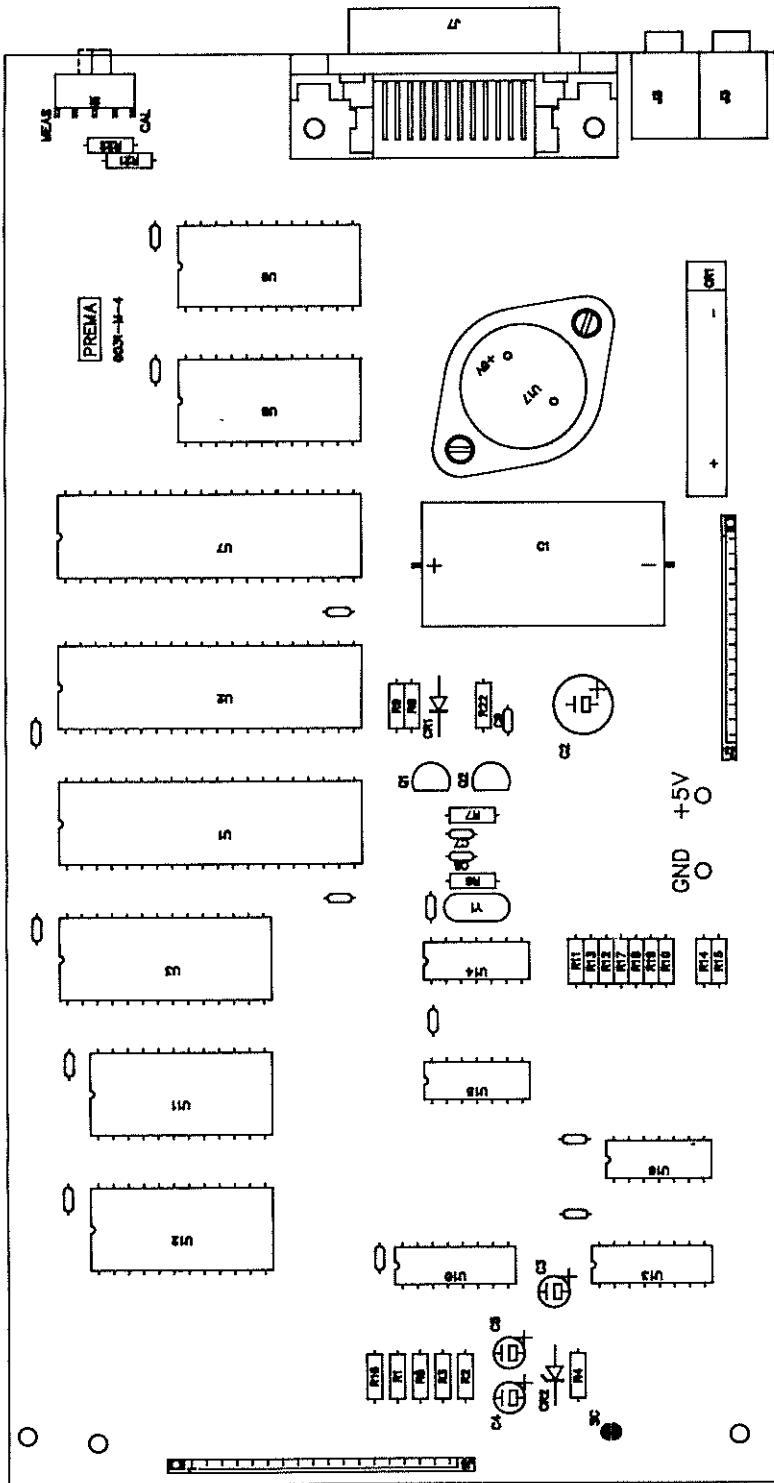


Verfasser		DMM 6031	
Name		ANZEIGE 6031-A-4	
Datum		LAGEPLAN	
Bezeichnung		8624189	
Gepr.		PREMA	
Norm		8624189	
Zust.	Ingenieur	Datum	Beif.
1			1
			1 B

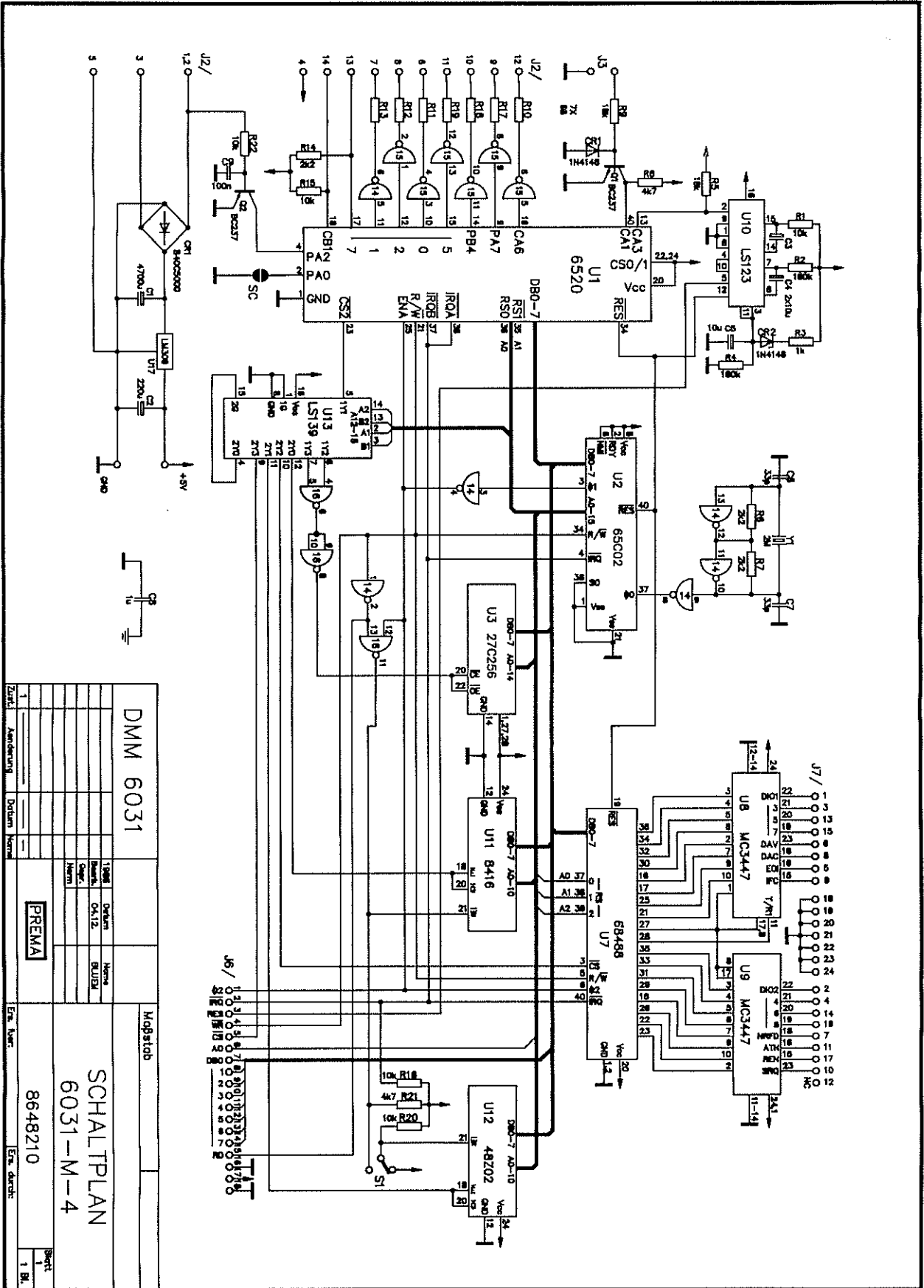
And. vorbeh.

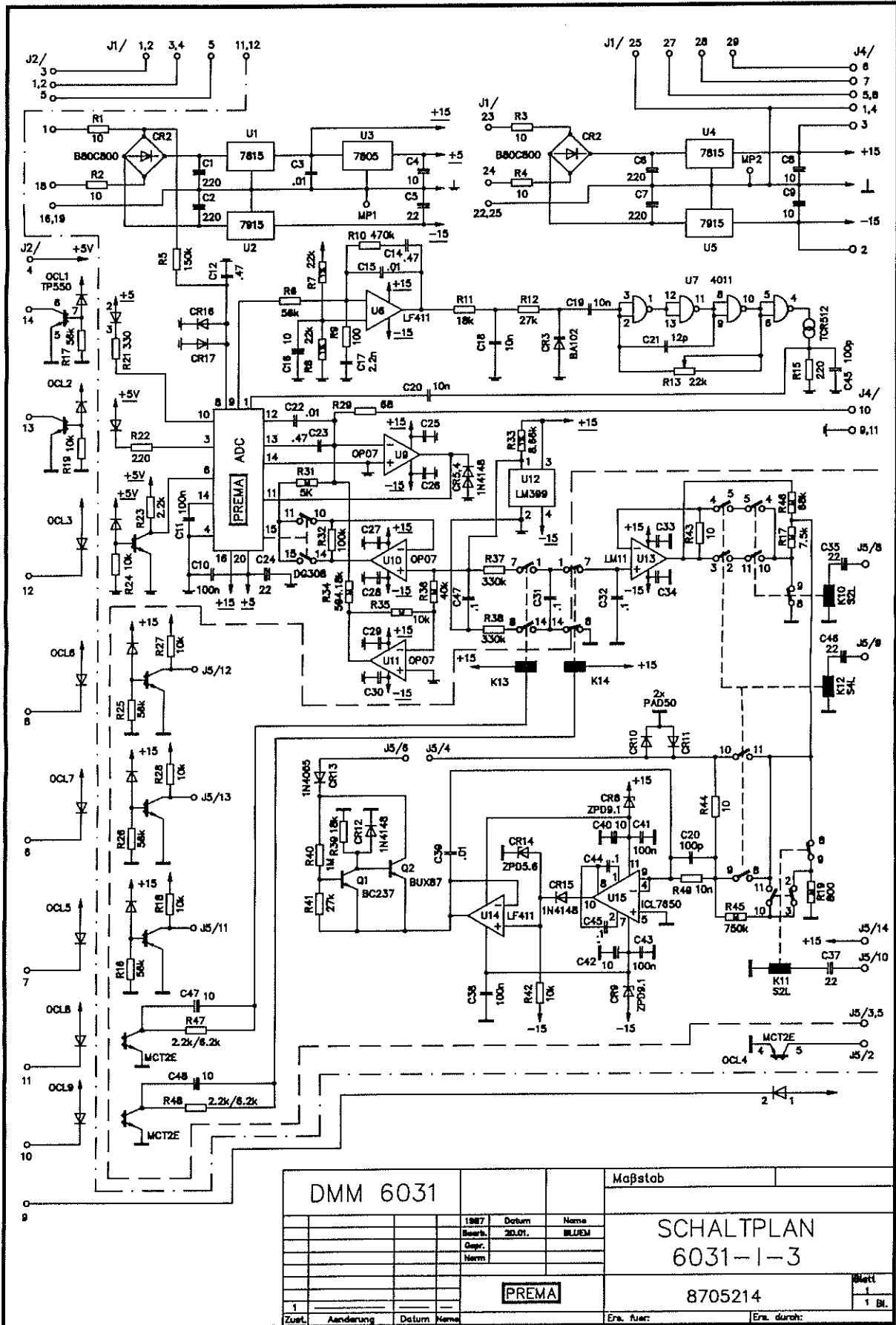


1986	Domum	None	DMM 6031
08.06	Edvard	dk	ANZEIGE 6031-A-4
PREMA			862.4190
And. verbehen.			1 B

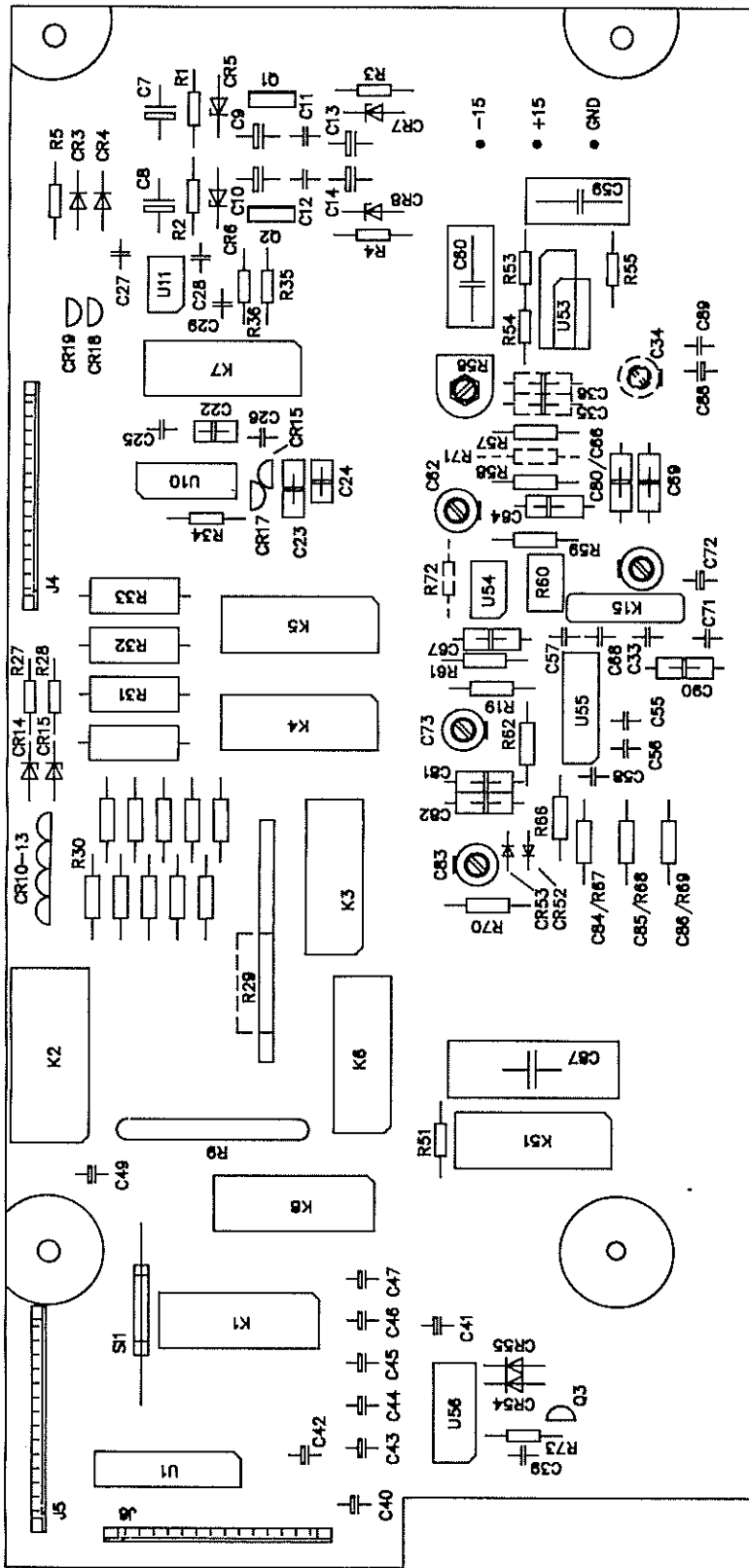


DMM 6031		Maßstab	
1. Maßstab	2. Datum	3. Name	4. Blatt
	27.11.	BLJ/BJ	1
5. Zeichner	6. Gezeichnet	7. Prüfer	8. Freigegeben
9. Änderung	10. Datum	11. Name	
PREMA			8648209
Erz. Nr. 8648209			Erz. Blatt 1 Bl.



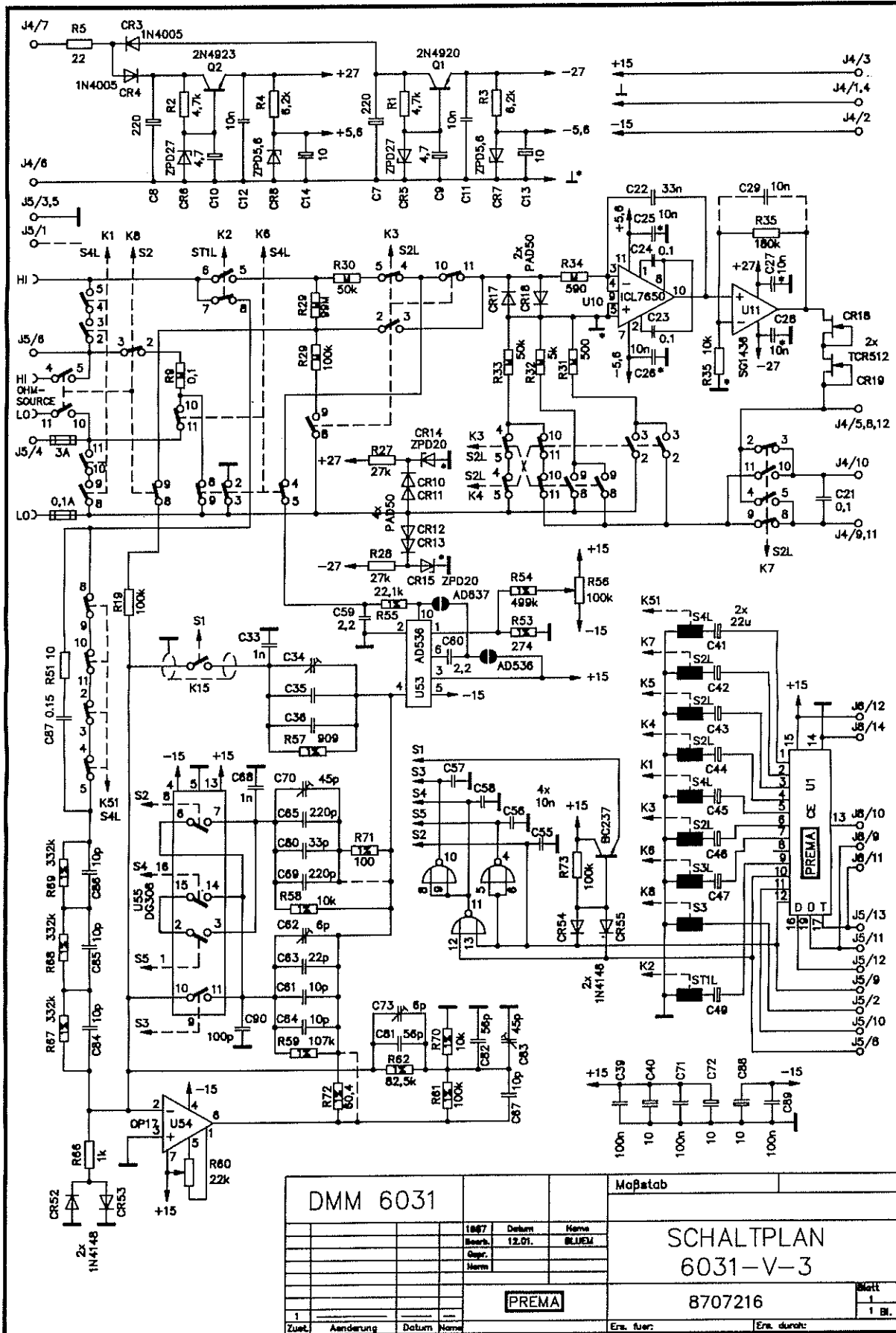


DMM 6031			Maßstab		
1987	Datum	Name	SCHALTPLAN 6031-1-3		
Bearb.	20.01.	BLUEM			
Zeichn.					
Norm.					
PREMA			8705214		Blatt 1 1 Bl.
Zust.	Aenderung	Datum	Name	Ers. fuer:	Ers. durch:



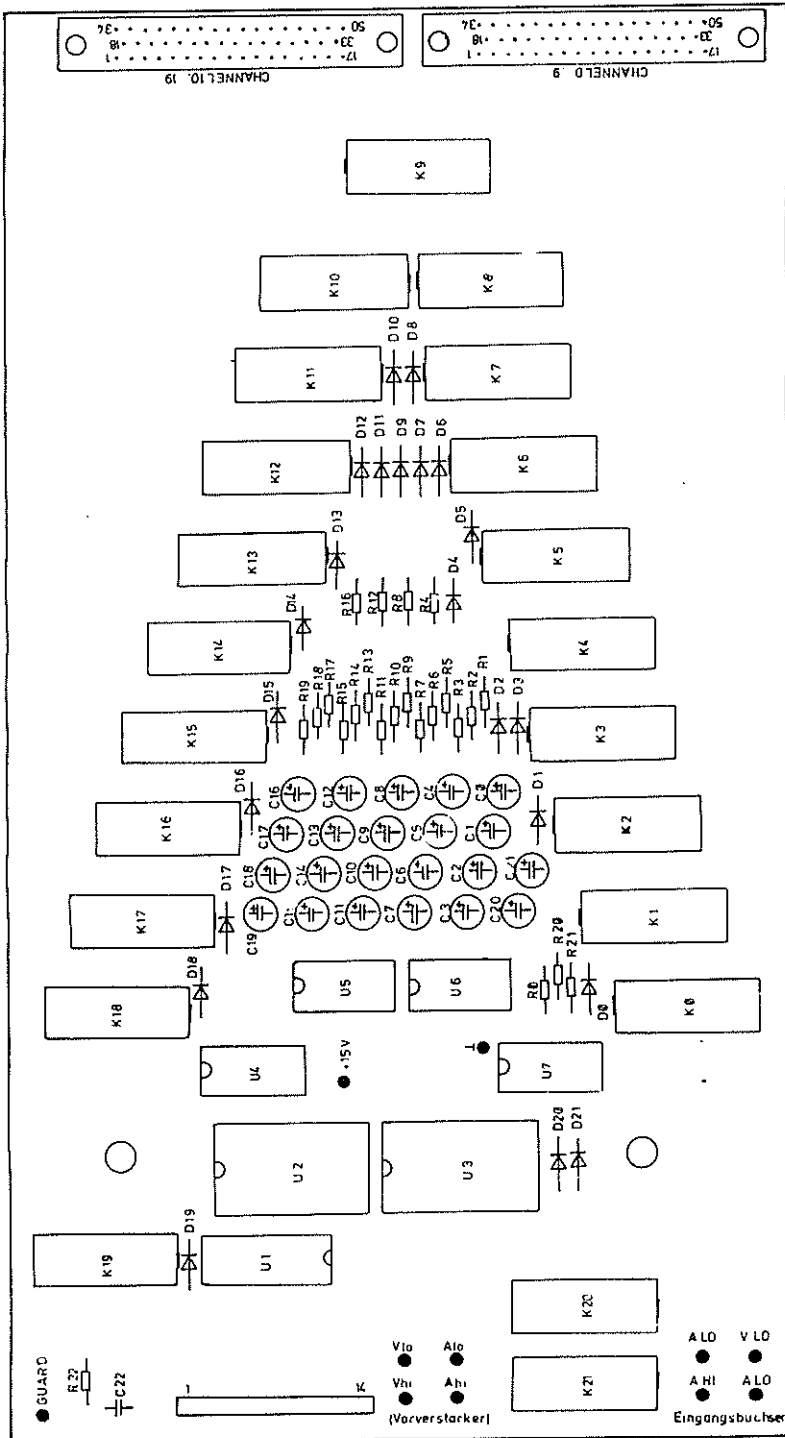
DMM 6031		Maßstab	
1. Entw.	11.02	1. Fert.	8706215
2. Fert.		2. Fert.	
3. Fert.		3. Fert.	
4. Fert.		4. Fert.	
PREMA		Erz. Nr. 8706215	
Zust.		Erz. Nr.	
1. Entw.		1. Fert.	
2. Fert.		2. Fert.	
3. Fert.		3. Fert.	
4. Fert.		4. Fert.	
5. Fert.		5. Fert.	
6. Fert.		6. Fert.	
7. Fert.		7. Fert.	
8. Fert.		8. Fert.	
9. Fert.		9. Fert.	
10. Fert.		10. Fert.	

LAGEPLAN
6031-V-3



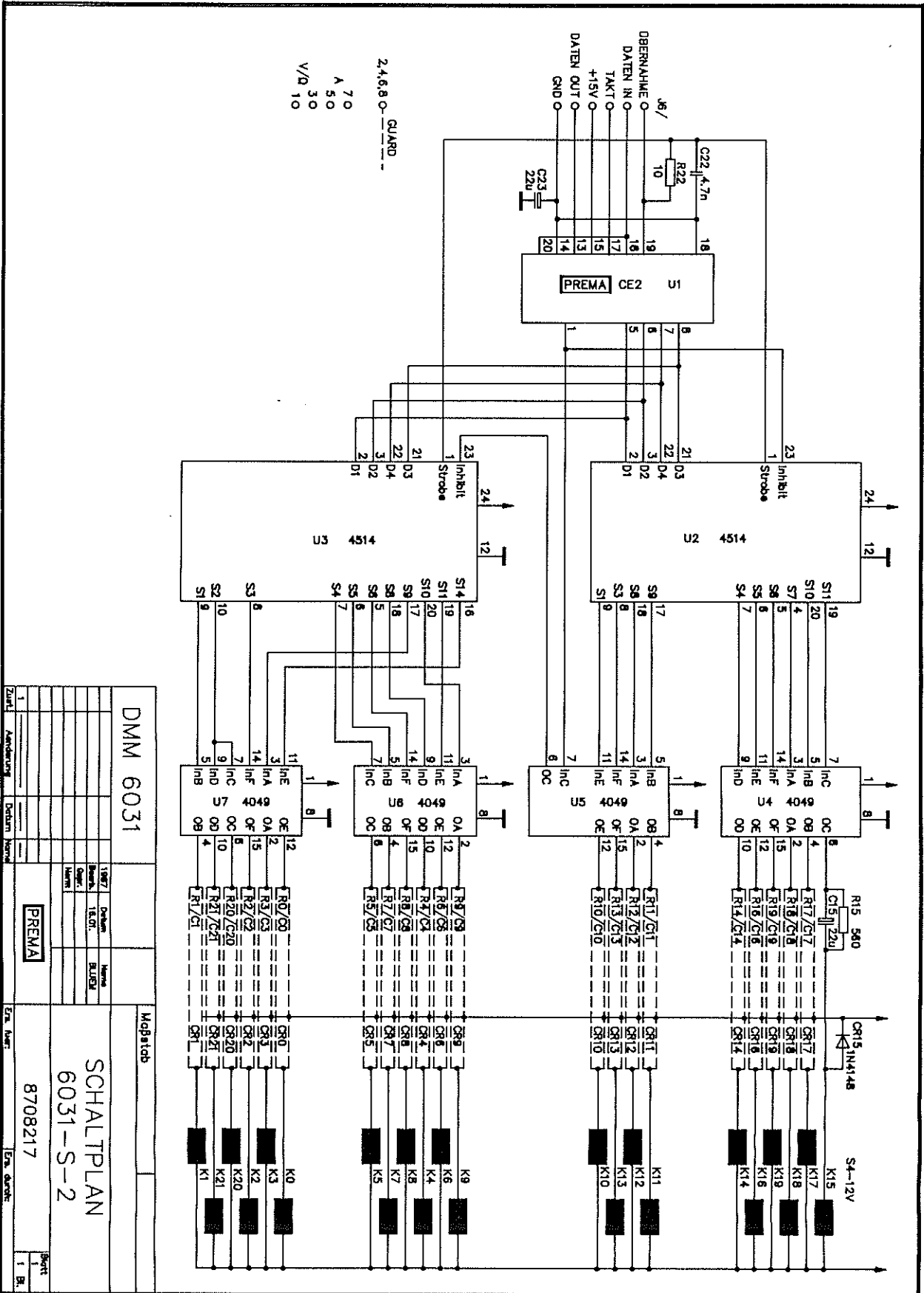
DMM 6031				Maßstab	
1867	Datum	Name		SCHALTPLAN 6031-V-3	
	Bearb.	BLUM			
	Qpr.				
	Herm.				
PREMA				8707216	
Zust.	Aenderung	Datum	Name	Ers. fuer:	Ers. durch:

Blatt
1
1 Bl.



DMM 6031		SCALE	
TEMP	DATE	NAME	BLK
CHK BY	TEL		
CHRY			
PREMA		8708218	
NO.	APPR	DATE	NAME
1			
PAGE		PAGE	
1 OF 1		1 OF 1	

LAYOUT DIAGRAM OF
6031-S-2



70
 A 50
 30
 V/D 10
 24,680V - GUARD -