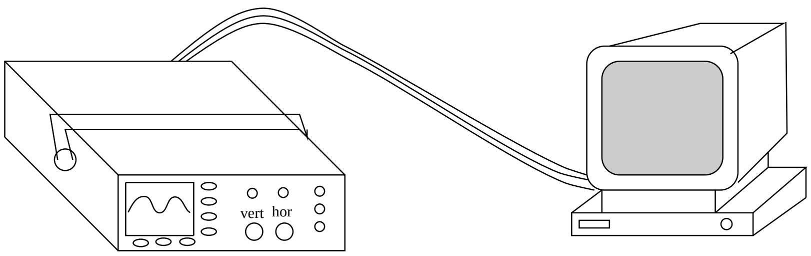
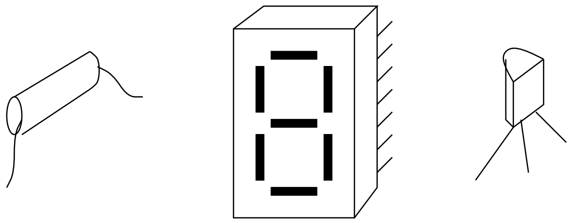
Hardwarepraktikum

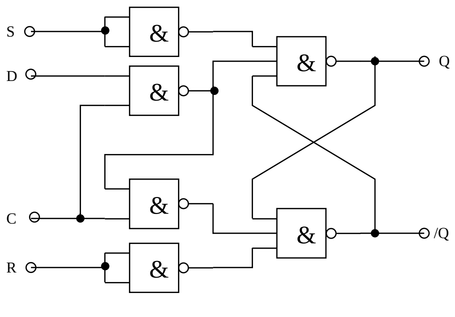
Elke Mackensen   Rolf Drechsler   Bernd Becker

Institut für Informatik
Albert-Ludwigs-Universität
79110 Freiburg

1. April 1998







1 Einleitung

Das Praktikum gliedert sich in 10 Versuche. Die ersten drei Versuche beschäftigen sich mit den Grundlagen der Elektrotechnik bzw. der Analogtechnik:

- Vetrautmachen mit den Meßgeräten der Elektrotechnik
- Messung von Spannungen und Strömen an Parallel- und Reihenschaltungen von ohmschen Widerständen
- Bestimmung von unbekannten ohmschen Widerständen

- Dioden und Zenerdioden
- Transistoren

- RC-Glieder, CR-Glieder
- Operationsverstärker

Der vierte Versuch beschäftigt sich mit der Schnittstelle Analog-/Digitaltechnik:

- Transistor als Schalter
- Dioden-Transistor-Logik
- Transistor-Transistor-Logik

Die Versuche 5, 6 und 7 behandeln die Digitaltechnik:

- Kennenlernen von Gattern und kombinatorischen Schaltungen

- Rückgekoppelte Schaltnetze (Flip-Flops)
- Sequentielle Schaltwerke

- GAL-/PAL-Programmierung

In den letzten drei Versuchen wird schließlich die Prozessortechnik behandelt:

- Assembler kennenlernen

- Einfache Ankopplung des Assemblers an Hardware

- Komplexere Ankopplung des Assemblers an Hardware z.B. Ampelsteuerung

Zu jedem Versuch gibt es eine Versuchsbeschreibung mit entsprechenden Literaturhinweisen für die Vorbereitung. Auf Dauer ist es geplant ein Praktikum begleitendes Skriptum zu erstellen, in dem die Theorie zu den Versuchen näher erläutert ist.

Zu jedem Versuch ist eine Ausarbeitung zu erstellen, die korrigiert wird.

Am Ende des Praktikums wird ein Test durchgeführt.

2 Empfohlene Literatur

Die empfohlene Literatur gliedert sich in die Abschnitte 'Einführung in die Elektrotechnik und Analogtechnik', 'Digital- und Mikroprozessortechnik' und 'Diverse Literatur zum Hardware-Praktikum'. Bücher, die zum intensiven Studium empfohlen werden, sind mit einem * gekennzeichnet.

2.1 Einführung in die Elektrotechnik und Analogtechnik

Nr.	Autor	Titel	Verlag
1. *	Tietze, Schenk	Halbleiterschaltungstechnik	Springer Verlag
2.	Moeller, Fricke, ...	Grundlagen der Elektrotechnik	Teubner Stuttgart
3.	Stöckl, Winterling	Elektrische Meßtechnik	Teubner Stuttgart
4. *	Beuth	Bauelemente	Vogel Fachbuch
5.	Bystron	Grundlagen der technischen Elektronik	Carl Hanser Verlag
6.	Meister	Elektrotechnische Grundlagen	Vogel Fachbuch
7.	Felderhoff	Elektrische und elektronische Meßtechnik	Hanser-Verlag

2.2 Digital- und Mikroprozessortechnik

Nr.	Autor	Titel	Verlag
1.*	L.Borucki	Digitaltechnik	Teubner Stuttgart
2.	Texas Instruments	Das TTL-Kochbuch	Verlag Texas Instruments
3.	O.Haack	Einführung in die Digitaltechnik	Teubner Stuttgart
4.	Dieter Bitterle	GALs	Franzis-Verlag
5.*	Hans Joachim Blank	Logikbausteine Grundlagen...	Markt u. Technik
6.	Michael Rose	Mikroprozessor PIC17C42	Franzis-Verlag

2.3 Diverse Literatur zum Hadware-Praktikum

Nr.	Autor	Titel	Verlag
1.*	Hoefer, Nielinger	SPICE	Springer Verlag
2.	Claus Kühnel	Schaltungsdesign mit PSPICE unter Windows	Franzis-Verlag
3.	Benz, Heinz, Starke	Tabellenbuch Elektronik	Noltemayer-Verlag

3 Versuchsbeschreibungen

Versuchsbeschreibung Nr. 1

Verwendete Geräte:	1 Oszilloskop	2 Multimeter
	1 Frequenzgenerator	1 Netzgerät
	1 PC	

Literatur:

1. Moeller, Fricke, Frohne, Vaske: Grundlagen der Elektrotechnik
2. Stöckl, Winterling: Elektrische Meßtechnik
3. Felderhoff: Elektrische Meßtechnik (Kap.1; Kap.2.4;Kap.3)
4. Meister: Elektrotechnische Grundlagen

Damit Sie sich besser auf die Aufgaben vorbereiten können, sind dieser Versuchsbeschreibung Kopien der Bedienfelder der verwendeten Meßgeräte mit einer Kurzbeschreibung beigefügt. Zudem stehen im Hardwarepraktikumsraum die kompletten Betriebsanleitungen zur Verfügung.

Bei dem im Hardwarepraktikum verwendeten Oszillospkop handelt es sich um ein digitales Speicheroszilloskop, bei dem die meisten Einstellungen über Menüs im Bildschirm vorgenommen werden. Um Ihnen die Suche nach dem richtigen Menüs für die Einstellungen zu erleichtern, sind bei den jeweiligen Aufgabenstellungen in diesem Versuch Hinweise vorhanden. Im folgenden wird das Hauptmenü des Bildschirmes mit HM und das Seitenmenü mit SM abgekürzt.

Teil 1:
- Kennenlernen des Oszilloskopes und seiner wichtigsten Bedienfelder
- Kennenlernen der wichtigsten Meßverfahren mit dem Oszi
- Kennenlernen des Funktionsgenerators

Aufgaben:

1. Stellen Sie am Frequenzgenerator folgende Dinge ein:

- Kurvenform: Sinus
- Amplitude: $V_{ss} = 4V$
- Frequenz: 10kHz
- Kein Gleichanteil

Stellen Sie am Oszilloskop folgende Dinge ein:

- Spannung auf Channel 1
- Automatisches Triggern
  (Auswahl des Kanals auf dem getriggert werden soll: HM: Source 1, SM: Ch1)
  (Automatische Triggereinstellung: HM: Mode-Auto, SM: Auto)

Messen Sie mit dem Oszilloskop folgende Größen nach:

- Die Spitzenspannung V_{ss} und den Scheitelwert û
  (Cursormenü: HM: H-BARS)
  (Hinweis: Die durchgezogene Linie auf dem Bildschirm ist die aktive Linie, und lässt sich mit dem Mehrzweckknopf bewegen. Mit Select lässt sich die andere gestrichelte Linie aktivieren.Oben rechts im Bildschirm ist der Δ-Wert der aktiven Linie gegenüber der inaktiven Linie abzulesen.)

- Die Periodendauer T
  (Cursormenü: HM: V-BARS)

Berechnen Sie aus den zuvor aufgenommenen Dingen:

- Effektivwert der Spannung U_{eff}
- Frequenz f der Spannung

2. Entnehmen Sie dem Generator eine zweite Spannung am TTL-Ausgang und legen Sie diese auf Channel 2 des Oszilloskopes.

Welche Einstellungen müssen am Oszilloskop eingestellt werden, um beide Spannungen am Oszilloskop stehend darzustellen ?
Spielen Sie hierzu mit dem Triggermenü, in dem Sie einmal auf Ch1 und einmal auf Ch2 triggern, und drehen Sie an dem Levelschalter.
(Triggermenü: HM: Source1, SM: CH1 oder CH2)

3. Stellen Sie am Frequenzgenerator folgende Dinge ein:

- Kurvenform: Sinus
- Amplitude: $V_{ss} = 4V$
- Frequenz: 1kHz
- Kein Gleichanteil

Triggern Sie zunächst automatisch.

Schalten Sie nun auf Normal-Triggerung um.
(Triggermenü: HM: Mode Auto, SM: Normal)

- Welche Auswirkung hat der Level-Schalter im Trigger-Feld ?
  Um die Auswirkung des Level-Schalters zu erkennen,
  sollten Sie auch die Spannung des Frequenzgenerators verändern.
- Welche Auswirkung hat die Slope-Umschaltung im Triggermenü (HM und SM) ?

4. Legen Sie auf Channel 1 das Signal einer Blackbox und benutzen Sie zum externen Triggern des Signales eine Spannung aus dem Generator.

- Schliessen Sie die Blackbox an +12V/0V an.

- Welche Einstellungen sind am Oszi und am Frequenzgenerator vorzunehmen,
  um ein stehendes Bild zu erhalten ?

- Wenn Sie ein einigermaßen stehendes Bild haben, speichern Sie das Signal auf REF1 ab.
  (REF1 drücken, im Bildschirm erscheint ein Seitenmenü.
  Den Kanal abspeichern, auf dem das Signal liegt, z.B. Save Ch1 to REF1.)
- Nach dem Abspeichern des Signales bleibt das gespeicherte
  Signal auf dem Bildschirm stehen. Mit Waveform off und REF1 kann das
  gespeicherte Signal vom Bildschirm entfernt werden.

- Legen Sie nun an Channel 1 eine Sinusspannung, und rufen Sie das
  gespeicherte Signal durch drücken der Taste REF1 ab.
  Beide Sapnnungen sollten gut erkennbar sein.

- Drucken Sie den Bildschirm mit der Oszillopskop-Software "Oszi" unter Windows aus.
  (siehe Beschreibung zur Software im Anhang)

- Entnehmen Sie dem Bildschirmdruck die Frequenz des gespeicherten Signales.

Teil 2: - Kennenlernen von Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen
- Messen von Strömen und Spannungen und unbekannten Widerständen

Aufgaben:

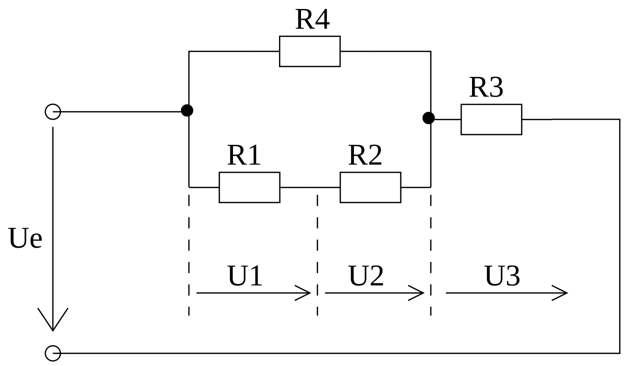


Abb.1: Widerstandsnetzwerk für Aufgabe 5

5. Ein Widerstandsnetzwerk wie in Abbildung 1 soll berechnet und aufgebaut werden.

- Die Gleichspannung U_e darf frei gewählt werden (Netzgerät: 0-30V).
- Widerstandswerte stehen aus der E24-Reihe zur Verfügung.
- Bitte wählen Sie die Widerstände im kΩ-Bereich.

Berechnen Sie die Schaltung vor Versuchsbeginn so daß:

$R_4 <> R_1 + R_2$

$U_1 = \frac{1}{4} \cdot U_e$

$U_2 = \frac{2}{4} \cdot U_e$

$U_3 = \frac{1}{4} \cdot U_e$

Berechnen Sie zudem die Ströme, und skizzieren Sie in die Schaltung, wo welche Ströme fliessen.

Bauen Sie die Schaltung mit dem Schaltbrettkasten auf, und messen Sie die Ströme und Spannungen nach !

Wodurch treten eventuelle Schwankungen vom errechneten zum nachgemessenen Wert auf ?

6. Es soll der Widerstand in einer Blackbox gemessen werden:

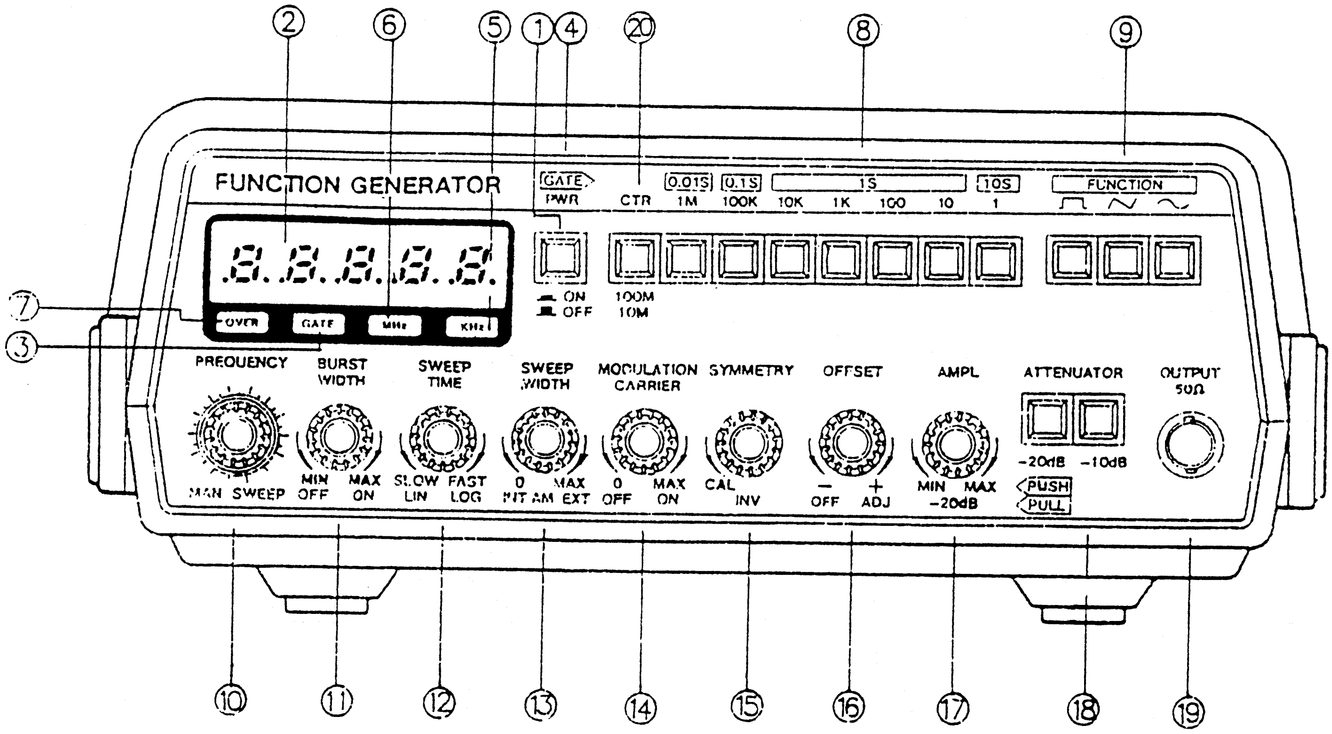
a) mittels Stromfehlerschaltung   b) mittels Spannungsfehlerschaltung

- Skizzieren Sie die jeweilige Meßschaltung.
- Bauen Sie die jeweilige Schaltung mit den vorhandenen Bananenbuchsen der Blackbox auf.
- Benutzen Sie einen $10k\Omega$-Widerstand als Vorwiderstand (in Reihe zum Netzgerät), der auch schon in der Blackbox integriert ist.
- Meßspannung = 5V
- Messen Sie den Widerstand mittels Digitalvoltmeter (DVM) nach !
- Welcher Fehler wird bei der jeweiligen Schaltungen gemacht ?
- Wie können diese Fehler eliminiert werden ?

Anhang zu Versuchsbeschreibung Nr. 1

Beschreibung des 5 MHz - Funktionsgenerators

MODELL GFG-8050



(1)	POWER	- Netz Ein/Aus
(2)	DISPLAY	- Anzeige Generatorfrequenz und externe Frequenz
(3)	GATE	- LED-Anzeige Torzeit, blinkt entsprechend
(4)	GATE	- Einstellung Torzeit bei externer Frequenzmessung
(5)	kHz	- LED-Anzeige kHz-Bereich
(6)	MHz	- LED-Anzeige MHz-Bereich
(7)	OVER	- Leuchtet, wenn Frequenz-Bereich überschritten (Überlauf)
(8)	RANGE	- Drucktasten Generator-Frequenzbereich, gleichzeitig Einschaltung der dazugehörigen Torzeit und des Bereichs kHz oder MHz oder Torzeit bei externer Frequenzmessung
(9)	FUNCTION	- verriegelte Drucktasten für Rechteck-, Sinus-, Dreieck-Ausgang
(10)	FREQUENCY	- kontinuierliche Frequenzeinstellung Knopf gedrückt, Knopf gezogen, Wobbeln eingeschaltet
(11)	BURST WIDTH	- Knopf gezogen, Burst-Funktion eingeschaltet, Burstdauer einstellbar von 5 % bis 90 % Verhältnis Burst zu Pause (Austastung). Knopf gezogen, Linksanschlag, bei Wobbelbetrieb wird die Rampe umgeschaltet von Abwärtswobbeln auf Aufwärtswobbeln und der Rampengenerator triggert das gewobbelte Signal.
(12)	SWEEP TIME	- kontinuierliche Einstellung der Wobbelrate von 2 s bis 20 ms (50 Hz), Knopf gedrückt, lineares Wobbeln, Knopf gezogen, log. Wobbeln

(13) SWEEP WIDTH - Knopf gedrückt, Einstellung Wobbelhub max. bis 1000:1, Knopf gezogen, AM extern Ein (intern AM Aus)

(14) MODULATION CARRIER - Knopf gezogen, Einstellung Modulationsgrad 0 - 100 % für interne oder externe AM

(15) SYMMETRIE - Linksanschlag CAL Signale symmetrisch (Verhältnis positiver zu negativer Halbwelle 1:1); kontinuierliche Verstellung dieses Verhältnisses bis 20:1 resp. 1:20, wenn Knopf gezogen und Inverter (INV) eingeschaltet. (Die Folgefrequenz ändert sich bei der Symmetrieverstellung im gleichen Verhältnis.)

(16) OFFSET - Knopf gezogen, schaltet kontinuierlich einstellbaren DC-Offset ein, Knopf gedrückt, DC-Offset aus; Ausgangsspannung muß $\angle$10 V sein, da sonst Begrenzung entsteht (Clipping)

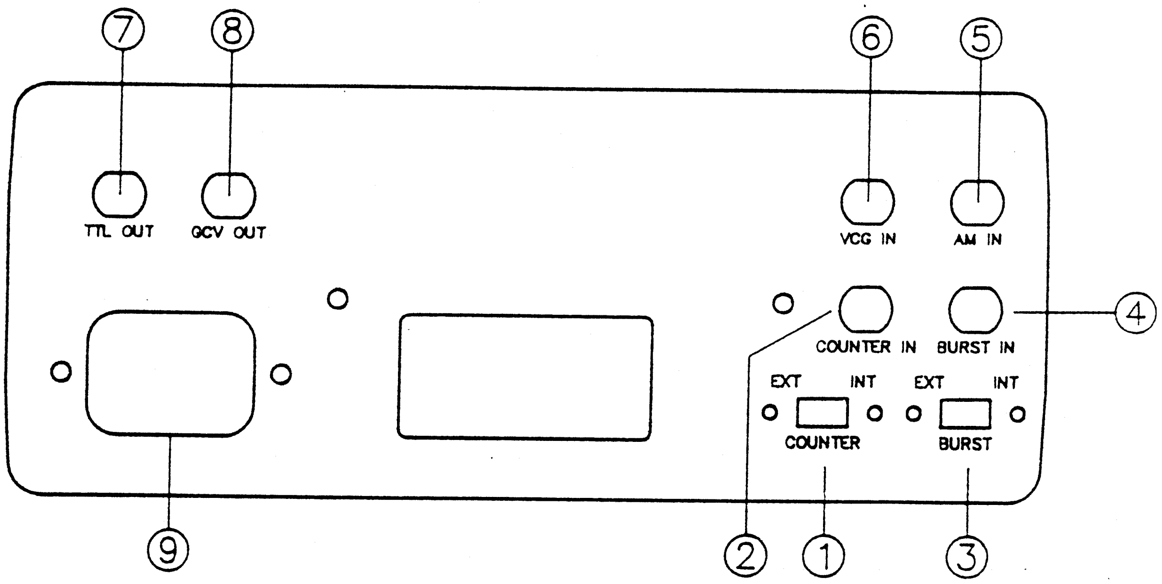
(17) AMPL - Einstellung Ausgangsamplitude an Buchse (19) Knopf gezogen, zusätzlich -20 dB (1:10) Abschwächung

(18) ATTENUATOR - weitere Abschwächung um -20 dB und -10 dB bei Tasten gedrückt

(19) OUTPUT 50 Ohm - BNC-Ausgangsbuchse, Innenwiderstand 50 Ohm

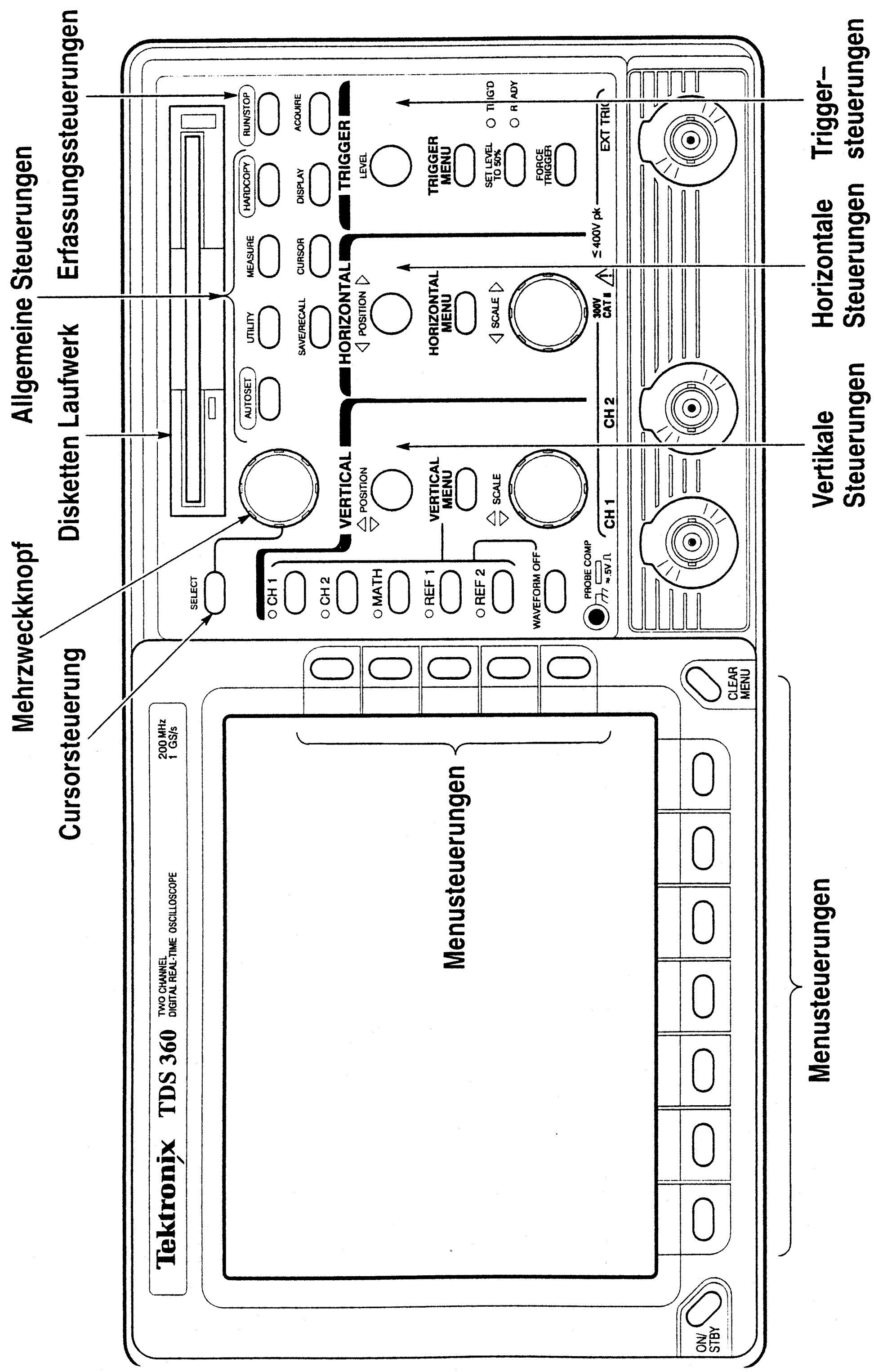
(20) CTR - COUNTER/Frequenzzähler Bereichsumschaltung 100 MHz oder 10 MHz

Geräterückseite

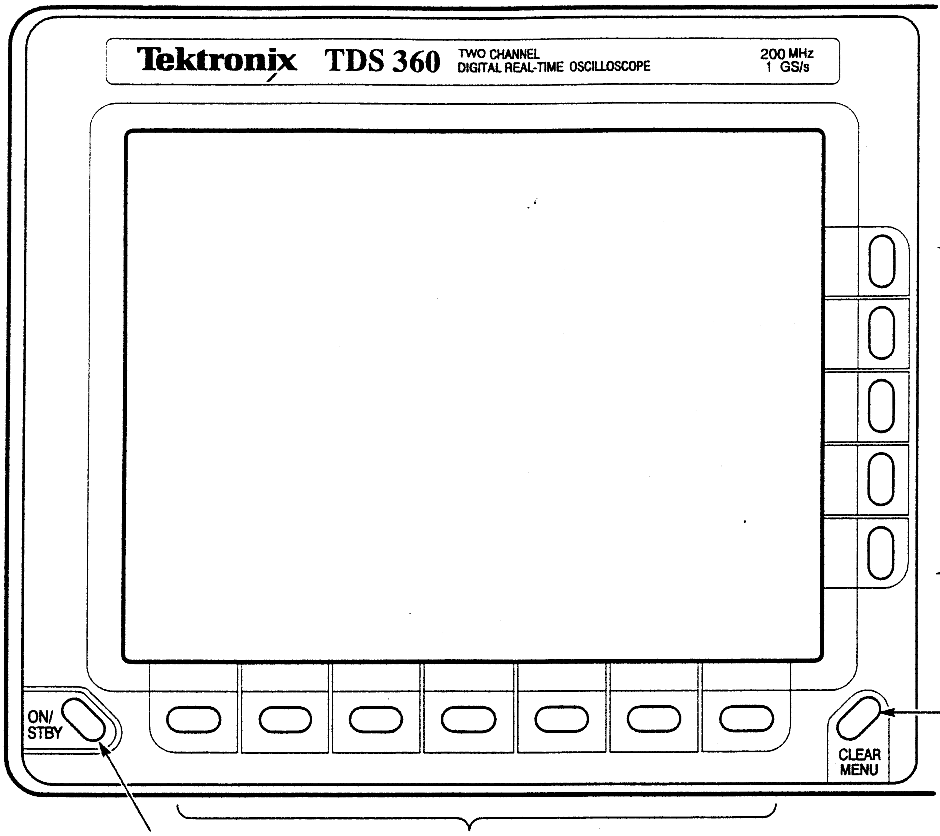


(1)	COUNTER	- Frequenzzähler - Umschalter INTERN oder EXTERN
(2)	COUNTER IN	- externer Frequenzzählereingang
(3)	BURST	- Umschalter INT-Burst oder EXT-Gateeingang für Burstfunktion
(4)	BURST IN	- externer Gateeingang für EXT-Burstfunktion TTL-Pegel
(5)	AM IN	- Eingang für ext. AM, 0 bis 20 kHz 6 Vss für 100 %
(6)	VCG IN	- Eingang für Fremdsteuerung des Generators, 0 bis +10 V für max. 1000:1 statische Frequenzeinstellung mittels Gleichspannung oder FM mittels Wechselspannung
(7)	TTL OUT	- TTL-Ausgang, das vierte Ausgangssignal parallel zu einem der drei anderen
(8)	GCV OUT	- Gleichspannungsausgang für die eingestellte Generatorfrequenz, beim Wobbeln Rampenausgang
(9)		- Netzanschluß

Frontansicht



Bildschirm– und Netzstromsteuerungen



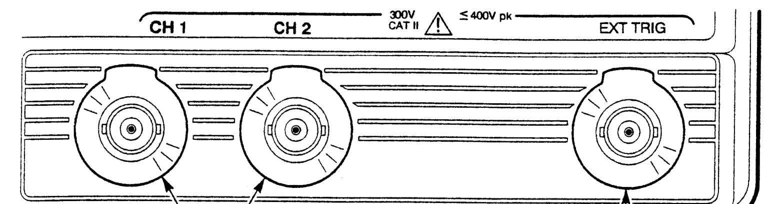
Über die Tasten des Seitenmenüs erhält man Zugriff auf die Wahlmöglichkeiten des Seitenmenüs.

Die Taste CLEAR MENU löscht alle Menüs vom Bildschirm.

Die Taste ON/STBY schaltet die Stromzufuhr zum Gerät ein und aus.

Über die Hauptmenütasten erhält man Zugriff auf die Wahlmöglichkeiten des Hauptmenüs.

Eingänge



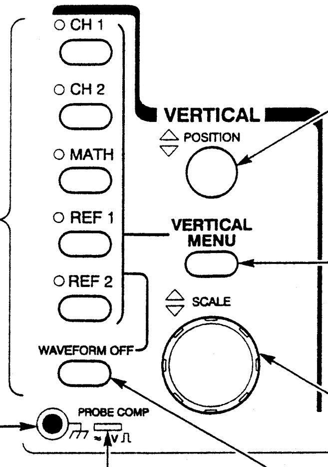
Die BNC–Eingänge am Kanal (CH1 und CH2) nehmen elektrische Signale zur Darstellung auf.

Der EXT TRIG–Eingang nimmt externe Triggersignale auf.

Vertikale Steuerungen

Mit den Tasten für die Signalwahl werden Signale dargestellt und ausgewählt (CH1, CH2, MATH, REF1 und REF2). Sobald ein bestimmtes Signal ausgewählt ist, leuchtet ein Licht neben der Taste auf.

Kontakt mit der Gehäuseerdung



Tastkopfkompensierungs-Ausgang.

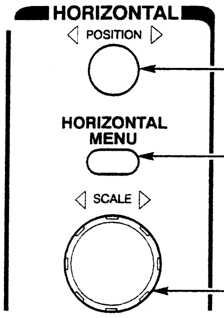
Der POSITION-Knopf steuert die vertikale Position des gegenwärtig gewählten Signals.

Mit der Taste VERTICAL MENU wird das vertikale Betriebsmenü aufgerufen.

Der SCALE-Knopf steuert die Vertikalskala des gegenwärtig gewählten Signals.

Die WAVEFORM OFF-Taste schaltet das gegenwärtig gewählte Signal aus.

Horizontale Steuerungen



Der POSITION-Knopf im Horizontalabschnitt steuert die horizontale Position aller Signale.

Mit der Taste HORIZONTAL MENU wird das horizontale Betriebsmenü aufgerufen.

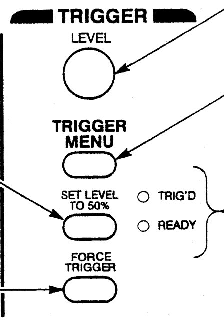
Der SCALE-Knopf steuert die Horizontalskala der aktiven Signale.

Trigger Steuerungen

Der Trigger LEVEL-Knopf steuert den Trigger.

Mit der Taste TRIGGER MENU wird das Triggermenü aufgerufen.

Die Taste SET LEVEL TO 50 % stellt den Triggerpegel auf den Mittelpunkt zwischen den Spitzen des Triggersignals ein.



Die Triggerstatus-Leuchten zeigen den Status des Triggersystems an. Die Leuchte TRIG'D leuchtet dann auf, wenn das Gerät einen gültigen Trigger erkennt.

Die Leuchte READY leuchtet dann auf, wenn das Gerät zur Erfassung eines gültigen Triggers bereit ist und auf das Eintreten dieses Ereignisses wartet.

Die Taste FORCE TRIGGER zwingt das Oszilloskop zur Erfassung eines Signals, unabhängig davon, ob ein Triggerereignis eintritt oder nicht. Diese Taste zeigt keinen Effekt, wenn das Erfassungssystem gestoppt wurde.

Allgemeine Steuerungen

Mit der MEASURE–Taste werden die automatischen Meßmenüs aufgerufen.

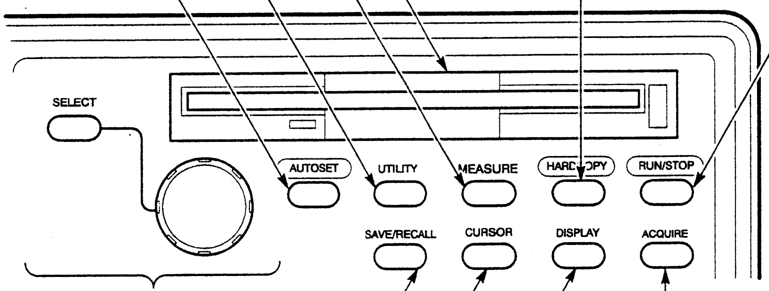
Mit der UTILITY–Taste wird das Utility–Menü aufgerufen.

Das Diskettenlaufwerk dient als Massenspeicher für Signale, Parameter und Bildschirminhalte

Mit der RUN/STOP–Taste wird die Erfassung aktiviert und deaktiviert.

Mit der HARDCOPY–Taste wird der Druckvorgang aktiviert.

Die AUTOSET–Taste stellt das Gerät automatisch so ein, daß eine brauchbare Darstellunα des Eingangssignals erstellt wird.



Der Mehrzweckknopf steuert viele Seitenmenüfunktionen, einschließlich der Cursor. Die SELECT–Taste schaltet die Steuerung von Cursor zu Cursor um.

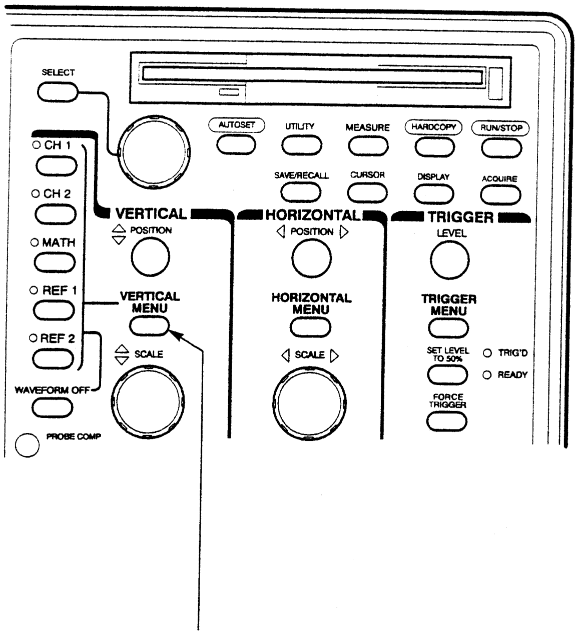
Mit der ACQUIRE–Taste wird das Erfassungsmenü aufgerufen.

Mit der Taste SAVE/RECALL SETUP wird auf das Menü Speichern/Aufrufen der Einstellunαen zuαeαriffen.

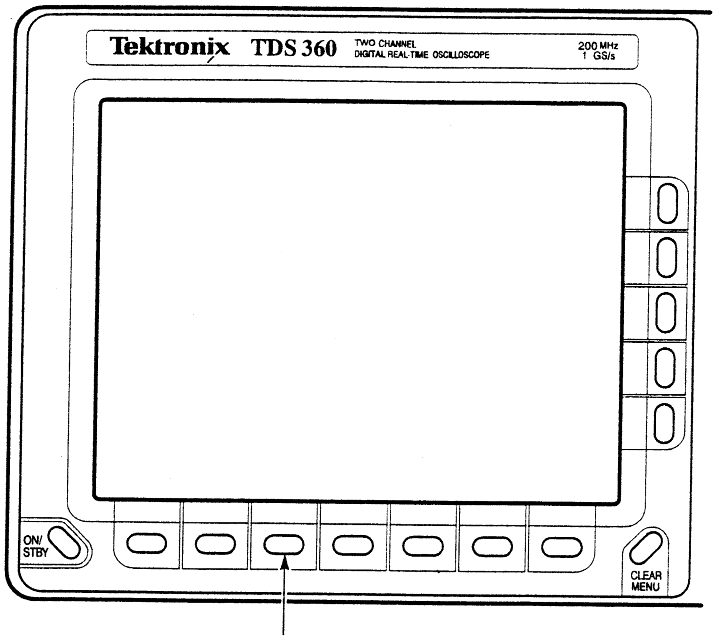
Mit der CURSOR–Taste wird das Cursor–Menü aufgerufen.

Mit der DISPLAY–Taste wird das Bildschirmmenü aufαerufen.

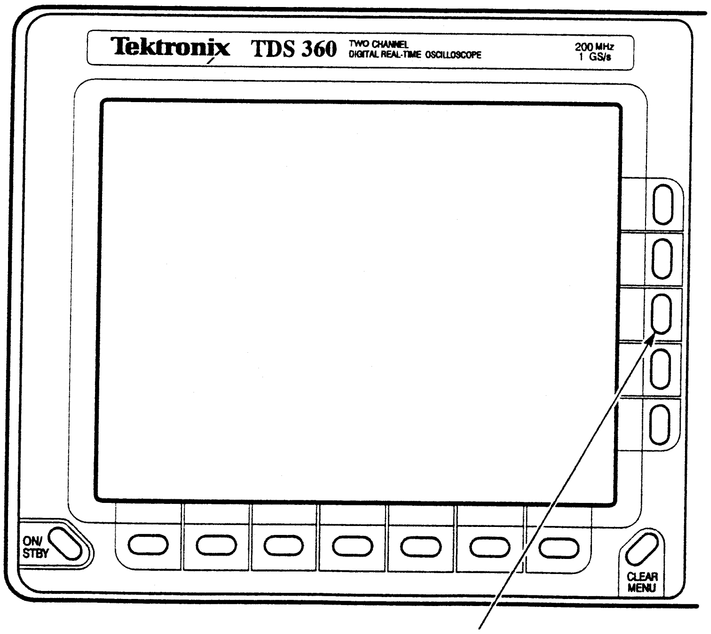
Verwenden der Menues



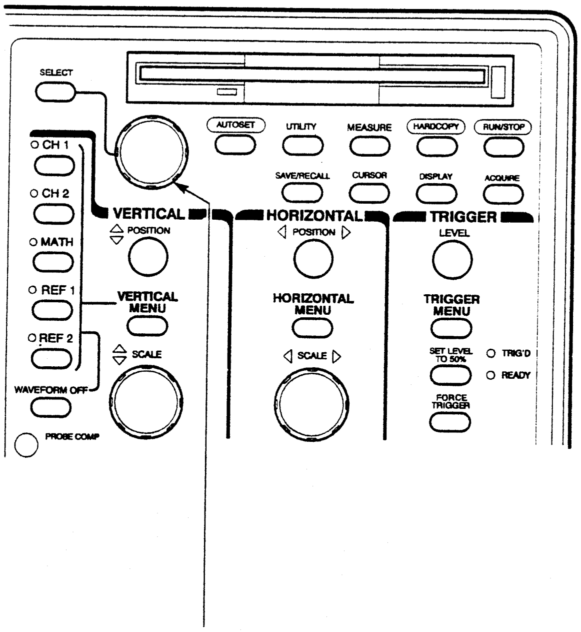
1 Drücken Sie irgendeine der Menütasten an der Frontplatte



2 Wählen Sie vom Hauptmenü (am unteren Rand) einen Menüpunkt, oder drücken Sie die ganz linke Taste, um anhand eines Pop–up–Menüs die Auswahlmöglichkeiten zu erhalten.



3 Wählen Sie aus dem Seitenmenü aus, wenn es angezeigt ist

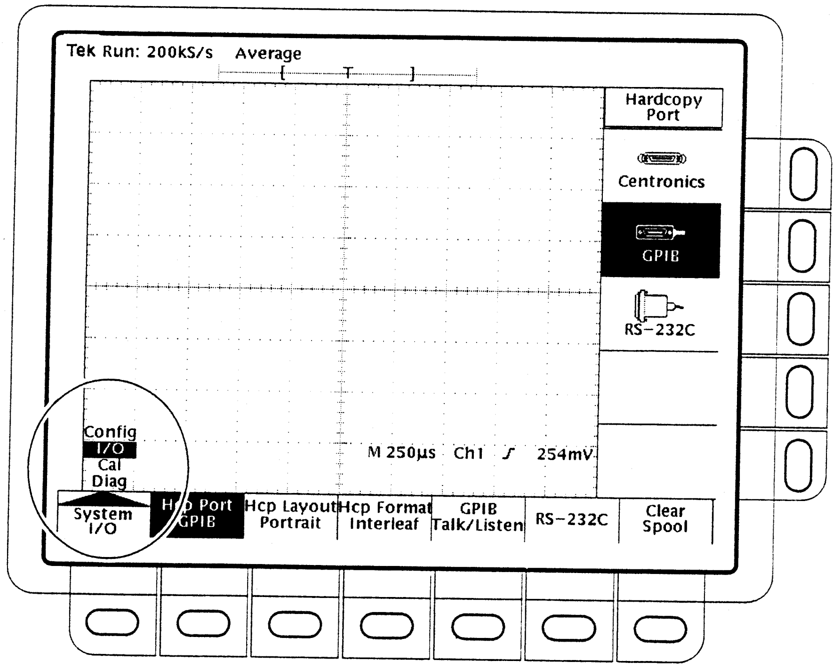


4 Justieren Sie die Menüpunktwerte mit Hilfe des Mehrzweckknopfes

1. Drücken Sie eine der angezeigten Tasten auf der Frontplatte, um ein Funktionsmenü aufzurufen. Das erste Menü ist das *Hauptmenü*. Bei manchen Ausführungen ist das Hauptmenü ein Seitenmenü (Schritt 3). Die meisten Hauptmenüs befinden sich jedoch am unteren Rand.

2. Drücken Sie eine Taste des Menüs am unteren Rand, um eine Funktion auszuwählen. Eines von drei Dingen wird eintreten.

- Wenn die Funktion über keine Unterfunktionen verfügt, wird sie aktiviert. Handelt es sich um eine variable Funktion, können Sie diese mit Hilfe des Mehrzweckknopfes justieren (Schritt 4).
- Wenn die Funktion über Unterfunktionen verfügt, erscheinen diese im Seitenmenü (Schritt 3).
- Mit Hilfe der ganz linken Taste des Menüs am unteren Rand kann zeitweise ein spezielles Pop-up-Menü aktiviert werden . Sie können die Optionen des Pop-up-Menüs einzeln durchgehen, indem Sie wiederholt die Taste drücken. Bei jedem Wählen werden andere Menüs am unteren Rand oder auf der Seite aufgerufen.



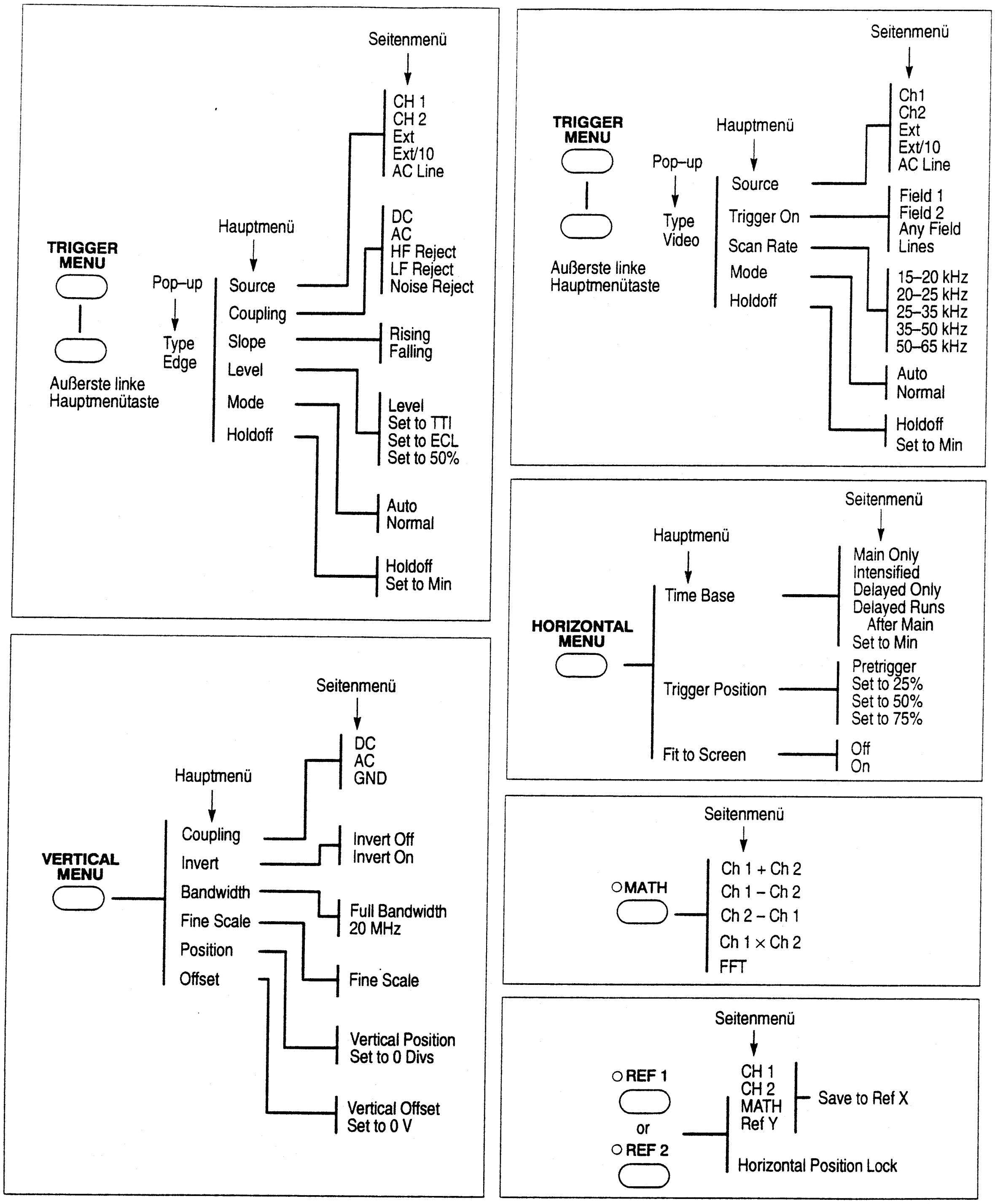
Ein Pop-up-Menü

3. Drücken Sie eine Seitenmenütaste, um eine Unterfunktion auszuwählen.

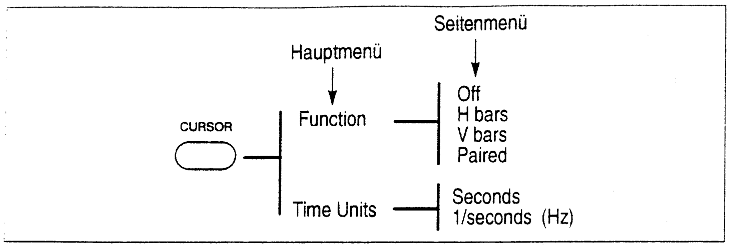
4. Verwenden Sie den Mehrzweckknopf, um die Einstellungen von variablen Funktionen oder Unterfunktionen zu ändern.

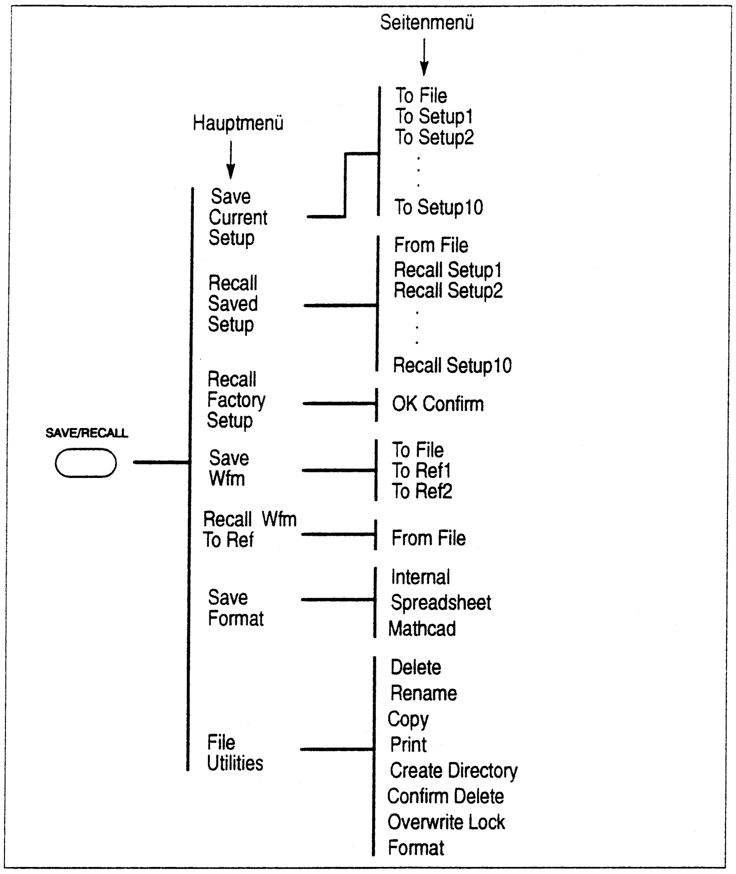
5. Drücken Sie die CLEAR MENU-Taste, um ein Menü vom Bildschirm zu entfernen.

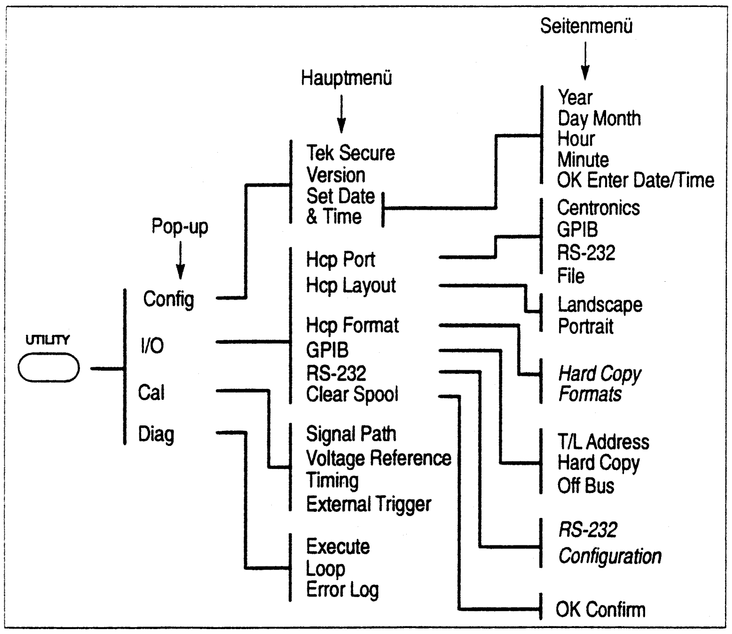
Menükarte mit Primärfunktionen

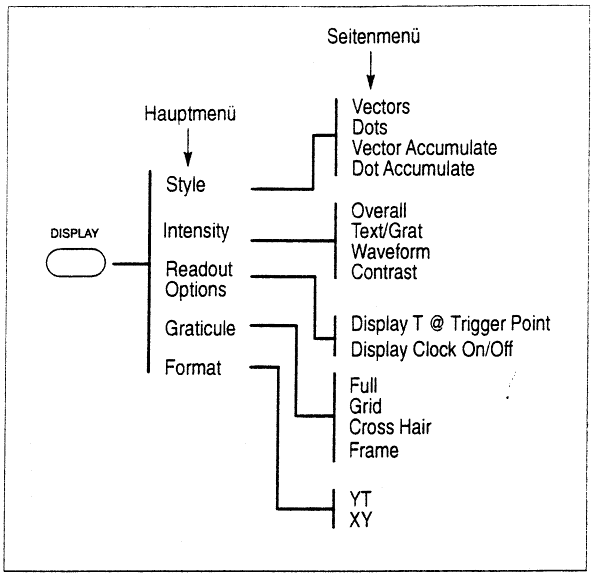


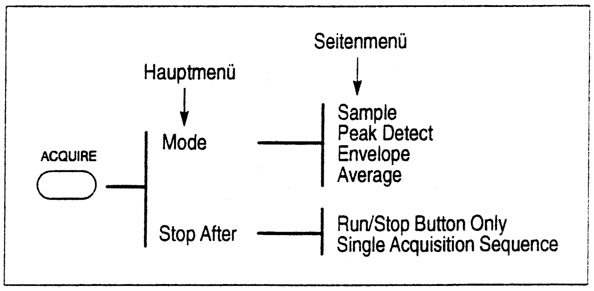
Menükarte mit Sekundärfunktionen

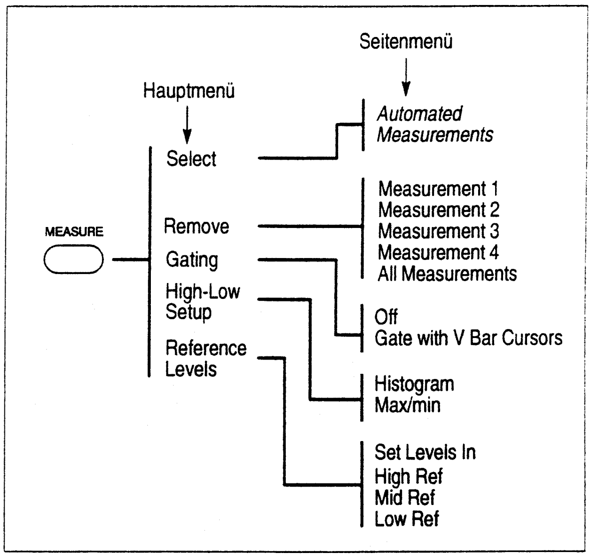






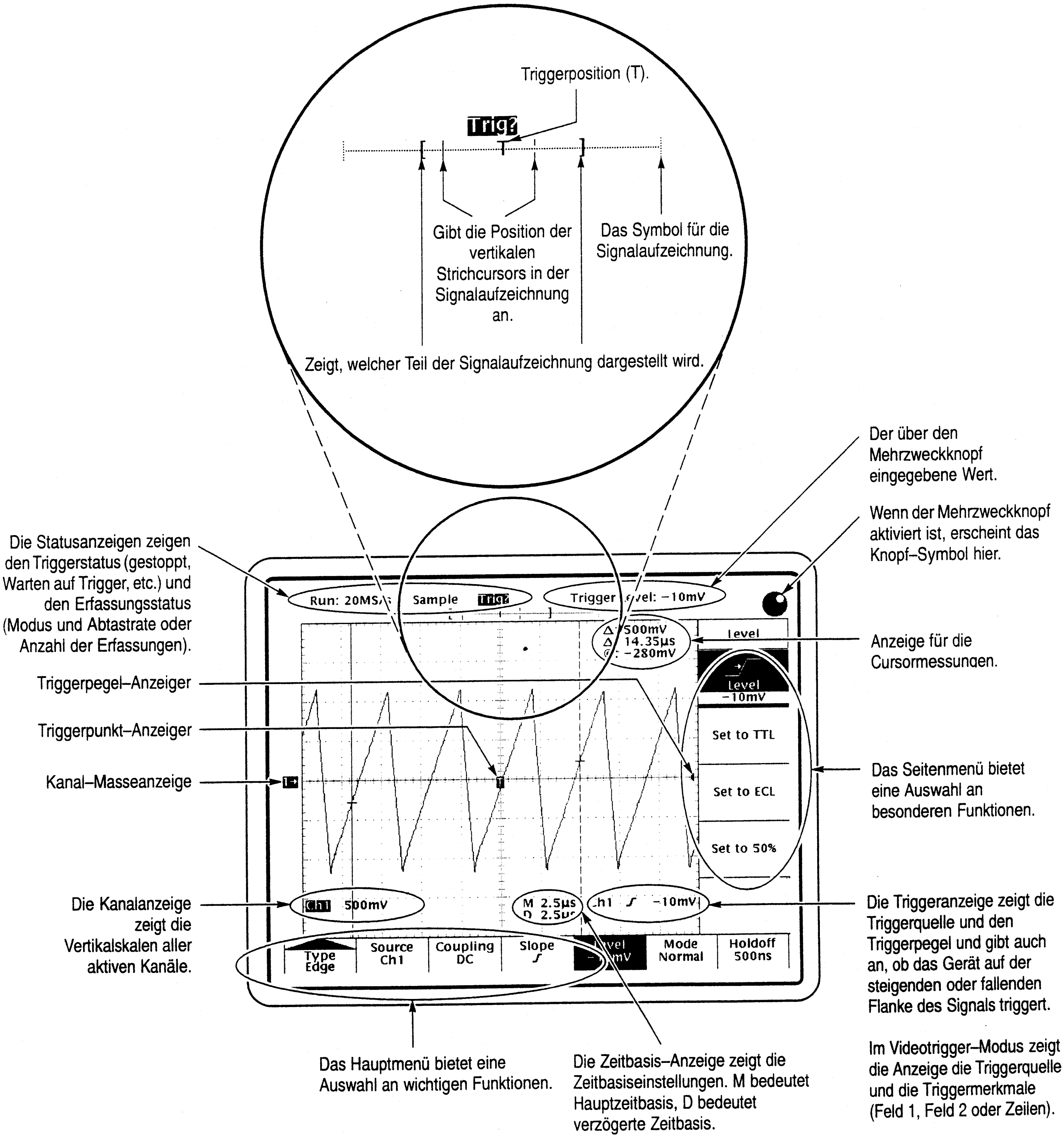






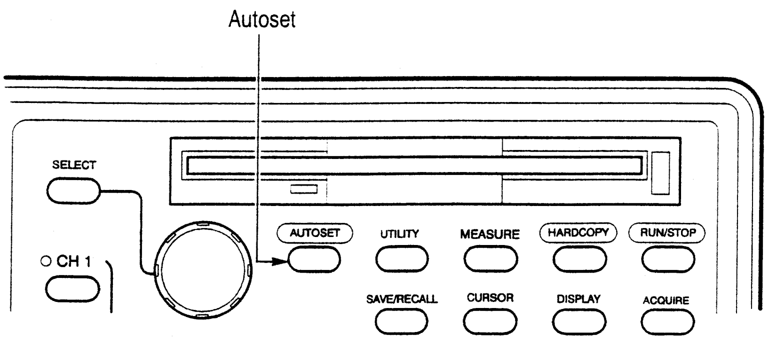
Hinweis: Einträge in Kursivschrift bedeuten nicht gezeigte Menüs.

Anzeigendarstellung

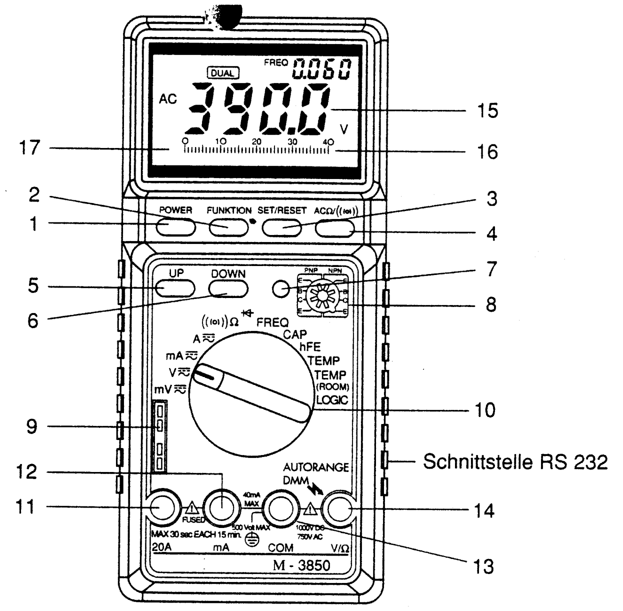


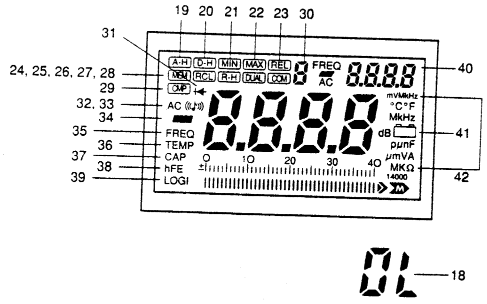
Verwenden von Autoset

Mit Hilfe der Autoset–Funktion des Oszilloskops wird eine stabile, getriggerte Anzeige fast jedes Eingangssignals erzeugt. Zur Verwendung der Autoset–Funktion ist es notwendig, ein Signal entweder mit dem Eingangsanschluß CH1 oder CH2 zu verbinden und die AUTOSET–Taste zu drücken



Beschreibung des Digital-Multimeter M-3830





(1) Gerät Ein / Aus
(2) Drucktaster für Function (= Funktion)
Mit dieser Taste stellen Sie die verschiedenen Unterfunktionen ein wie MIN/MAX, REL, DUAL usw.
(3) Set/Reset-Taste
Mit dieser Taste wird das Gerät wieder in den Grundzustand zurückgesetzt (reset = zurücksetzen)
(4) DC Ω / AC ((•)) -Taste
Mit dieser Taste schalten Sie um von der Messung von Gleich- auf Wechselgrößen oder auch bei der Widerstandsmessung von der eigentlichen Widerstandsmessung auf Durchgangsprüfung
(5) Up Taste
Diese Taste ermöglicht es Ihnen, bei der manuellen Bereichswahl von Hand den nächst höheren Meßbereich anzuwählen.
(6) Down Taste
Auch diese Taste wird bei der manuellen Bereichswahl benötigt um in den nächst niedrigeren Bereich zu gelangen
(7) Hintergrundbeleuchtung
Sie brauchen diese Taste nur kurz zu betätigen und das Licht in Form von mehreren kleinen Leuchtdioden beleuchtet den Display-(=Anzeige)-Hintergrund ausreichend genug, um auch in der Dunkelheit den Meßwert sicher ablesen zu können
(8) Transistor-Sockel
Diese Fassung dient der Prüfung des hfe-Parameters von verschiedenen Halbleitern
(9) Kapazitäts- bzw. Temperaturmeßsockel
In diesem Sockel können **ungeladene!** Kapazitäten oder auch Temperaturen gemessen werden
(10) Drehschalter zur Einstellung der verschiedenen Betriebsarten (Spannungsmessung, Strommessung usw.)
(11) 20-A-Eingang
Dieser Meßeingang ist mit 20 A abgesichert und ist für Gleich- und Wechselströme bis max. 20 A zugelassen
(12) mA-Eingang
An diesem Eingang können Gleich- und Wechselströme bis max. 400 mA gemessen werden
(13) Com (-)-Eingangsbuchse (COM- bzw. Minusanschluß)
(14) V-Ω-(+)-Eingangsbuchse (= Plusanschluß)
(15) LCD-Display (3 $^3/_4$-stellig, größter Anzeigewert: 4000)
(16) Analog Bargraph
(17) Bargraph-Strichunterteilung

(18) Overload „OL“-Anzeige
Wenn „OL“ in der Anzeige erscheint bedeutet dies Überlauf = Bereichsüberschreitung. **Im 400 mV-Bereich (mV) dürfen keine Spannungen > 40 Volt angelegt werden, da sonst das Display falsche Werte anzeigt.**

(19) Auto Hold
(20) Data Hold
Data Hold bedeutet ein „Einfrieren“ des gemessenen Wertes
(21) MIN = Minimum
Sobald dieses Symbol in der Anzeige erscheint, wird der jeweils kleinste Meßwert angezeigt (z.B. beim Entladen von Akkus)
(22) MAX = Maximum
Sobald dieses Symbol in der Anzeige erscheint, wird der jeweils größte Meßwert angezeigt, z.B. Spannungsüberhöhungen
(23) REL = Relativ
(24) MEM = Memory
= Meßwertspeicher
(25) RCL = Recall
= Abrufen des gespeicherten Meßwertes
(26) R-H = Range Hold
= Festhalten des augenblicklich eingestellten Meßbereiches, z. B. 40 KOhm
(27) DUAL = Dual Display
Bei dieser Funktion können gleichzeitig zwei verschiedene Betriebsarten abgelesen werden, z. B. Netzspannung und Netzfrequenz
(28) COM = Communication
(29) CMP = Comparison
(30) Referenznummer
(31) ⊣▷⊢ = Diodentest
(32) AC = Symbol für Wechselspannung oder -Strom
(33) ((•)) = Symbol für akustischer Durchgangsprüfer
(34) „-“ = Minuszeichen bzw. Symbol für negative Polarität
(35) FREQ = Frequenzy
Dieses Symbol erscheint im Display, wenn Sie eine Frequenzmessung durchführen
(36) TEMP = Temperatur
Dieses Symbol erscheint bei der Temperaturmessung im Display
(37) CAP = Kapazität
CAP steht für Capacitance = Kapazität ==> Messung von Kondensatoren
(38) hfe
Dieses Symbol steht für Tansistortest
(39) LOGI = Logiktest
Wenn Sie die Logiktestfunktion anwählen, erscheint dieses Symbol in der Anzeige
(40) 2. Display für die Funktion DUAL-Display
(41) [-+] = Batteriesymbol
Wenn dieses Symbol in der Anzeige erscheint, wird es Zeit die Batterie zu wechseln
(42) Verschiedene Maßeinheiten

Tastenbelegungen

a) Die POWER-Taste schaltet das Meßgerät sowohl ein, als auch aus: Drücken Sie die Taste einmal, so wird das Gerät eingeschaltet, drücken Sie sie ein zweites Mal, so wird das DMM ausgeschaltet.

Hinweis
Die Auto-Power-Off-Funktion verhindert ein zu schnelles „entladen“ der Batterie: Wird der Betriebsartenschalter mehr als ca. 7 Minuten lang nicht betätigt, so schaltet sich das DMM selbständig ab. Diese Auto-Power-Off-Funktion ist unwirksam, wenn das Multimeter an einem PC angeschlossen ist und mit diesem „kommuniziert“, d.h. Daten austauscht.

b) FUNCTION
Das Symbol A-H erscheint im Display, sobald das Gerät eingeschaltet wird. Drücken Sie diese Taste, so kommen Sie zu den Unterfunktionen. Folgende Symbole erscheinen daraufhin in der Anzeige (Display): A-H -> D-H -> MIN -> MAX -> REL -> MEM -> RCL -> R-H -> COM -> DUAL -> CMP.

c) Set/Reset
Um eine ausgewählte Unterfunktion zu aktivieren, d. h. einzuschalten, drücken Sie diese Taste einmal. Drücken Sie die Taste noch einmal (Reset = Rücksetzen), so stellen Sie erneut die Grundeinstellung ein, d.h. A-H erscheint im Display (A-H = Auto Hold).

d) DC Ω/AC ((♪))
Drücken Sie diese Taste, wenn der Betriebsartenschalter auf Spannungs- oder auf Strommessung steht bzw. auf Widerstandsmessung oder auf Durchgangsprüfung und Sie z. B. von Gleichspannungsmessung umschalten wollen auf Wechselspannungsmessung oder auch von Widerstandsmessung auf akustische Durchgangsprüfung.

e) UP / DOWN
Drücken Sie eine der beiden Tasten, um in den Unterfunktionen REL oder CMP den Referenzwert zu setzen, bzw. in den Unterfunktionen MEM oder RCL (Recall Memory) den gespeicherten Wert zu adressieren. Sie können auch mit den beiden Tasten die R-H (=Range Hold)- Funktion ein- oder ausschalten.

f) Hintergrundbeleuchtung
Um die Hintergrundbeleuchtung (LED's) einzuschalten, drücken Sie die gelbe Taste einmal kurz. Nach ca. 20 s erlischt das Licht.

Sockel- bzw. Buchsenbelegung

a) Transistorsockel hfe
Der achtpolige Transistorsockel ist symmetrisch beschriftet. Stecken Sie die spannungslosen Transistoranschlüsse Basis, Emitter und C(K)ollektor, wie gezeichnet, in die Sockelbuchsen.

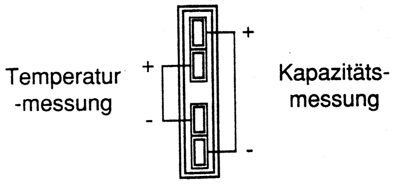
b) Sockel für Kapazitäts- bzw. Temperaturmessung.

Die Temperaturmessung kann nur mit dem Meßgerät M-3850 durchgeführt werden.

Stecken Sie den entladenen! Kondensator polungsrichtig in die Buchsen. Achten Sie darauf, daß die Anschlüsse lang genug sind, da es sonst zu Fehlmessungen kommen kann.

Zur Temperaturmessung stecken Sie die Anschlüsse eines K-Typ-Thermoelementes polungsrichtig in die gekennzeichneten Buchsen.

Die äußeren Kontakte dienen nur! der Kapazitätsmessung, während die inneren Kontakte nur! der Temperaturmessung dienen. Verwechseln Sie niemals die Buchsen, um Beschädigungen des Meßgerätes auszuschließen. Beachten Sie hierzu die folgende Abbildung:



Achtung!

Der Betriebsartenschalter darf während der Messung auf keinen Fall verstellt werden, da dadurch das Meßgerät zerstört werden kann bzw. für Sie als Folge davon Lebensgefahr bestehen kann.

Im Halbkreis angeordnet, sind hier die verschiedenen Grundmeßbereiche, durch Drehung des Schalters, auswählbar:

mV	=	millivolt AC/DC (milli = 10 exp.-3)
V	=	Volt AC/DC
mA	=	milliampere AC/DC
A	=	Ampere AC/DC
((♪))/Ω	=	Durchgangsprüfung/ Widerstandsmessung
⊣▷⊢	=	Diodentest (Halbleiterstrecken)
Freq	=	Frequenzmessung
CAP	=	Kapazitätsmessung
hfe	=	Transistortest
TEMP	=	Temperaturmessung in °C oder °F (extern)
TEMP (ROOM)	=	Interne Temperaturüberwachung in °C
LOGIC	=	Logiktest

Achtung!

Der Betriebsartenschalter darf bei der Strommessung auf keinen Fall auf Spannungsmessung (mV oder V) stehen.

d) 20-A-Buchse
Für Gleich- oder Wechselstrommessungen bis max.! 20 A muß hier die rote Meßleitung eingesteckt werden.

e) mA-Buchse
Für Gleich- oder Wechselstrommessungen bis max.! 400 mA muß hier die rote Meßleitung eingesteckt werden, aber nur, wenn der Betriebsartenschalter auf Stellung „mA“ steht.

f) COM = Common-Buchse
Hier muß für sämtliche Messungen, außer bei Temperatur- sowie Kapazitätsmessungen und Transistorparametern, die schwarze Meßleitung eingesteckt werden (Common-Buchse bedeutet Minus oder „-“ oder Masse-Buchse)

g) VΩ - Buchse
In diese Buchse muß die rote Meßleitung gesteckt werden, wenn Sie Spannungs- oder Frequenzmessungen, Durchgangsprüfungen, Diodentests oder Logiktests durchführen wollen.

Achtung!

Beachten Sie die max. Eingangsgrößen.

Display-(Anzeige)-Erläuterung und Symbole

a) Digital Anzeige
Das Display kann bis „4000“ darstellen, wobei die Polarität (-) automatisch angezeigt wird (bei negativen Spannungen bzw. umgekehrter Polarität). Es gibt weiterhin drei Dezimalpunktpositionen.

b) Analog Bargraph
Der Analogbargraph besteht aus 43 Segmenten. Er besitzt ein höhere Meßgeschwindigkeit (ca. 10-fach) als die Digitalanzeige. Somit lassen sich Meßwerttendenzen leichter erkennen, wie bei einem Analog-Multimeter, aber ohne dessen mechanische Nachteile (Dämpfung des Meßwerks).

c) Auto-Hold „A-H“
Das Multimeter hält den Meßwert fest, der 2 Sekunden zuvor automatisch aufgenommen wurde.

Hinweis
Auto-Hold ist für die Bereiche mV, mA (AC/DC), Frequenz- und Ohm-Bereiche nicht spezifiziert. Die in diesen Bereichen eventuell auftretenden Meßwertschwankungen lassen keine sichere Auto-Hold-Funktion zu.

d) Data-Hold „D-H“
Mit D-H wird ein Meßwert des zweiten (DUAL) Displays festgehalten.

e) MIN (=Minimum)
Drücken Sie dazu die Set/Reset-Taste einmal und es erscheint zusätzlich R-H in der Anzeige: der kleinste Meßwert wird auf der Zweit-(DUAL)anzeige dargestellt, während Sie mit der normalen Anzeige Ihre Messung fortsetzen.

f) MAX (=Maximum)
Drücken Sie die Set/Reset-Taste einmal und es erscheint zusätzlich R-H in der Anzeige: der größte Meßwert wird nun auf der Zweitanzeige dargestellt, während Sie mit der großen Anzeige Ihre Messung fortsetzen.

g) REL (=Relativ)
Diese Einstellung erlaubt Ihnen den Vergleich eines Referenzwertes mit einem nachfolgendem Meßwert.

Gehen Sie wie folgt vor:

- Stellen Sie zuerst den Funktionstaster auf REL und drücken Sie die SET/RESET-Taste einmal zur Bestätigung.
- Dann drücken Sie die UP und DOWN-Tasten, um die Polarität, den Wert und den gewünschten Meßbereich zu bestimmen. Nach jeder Eingabe muß die SET/RESET-Taste einmal zur Bestätigung gedrückt werden.

Bei der REL-Funktion funktioniert der RESET über die SET/RESET-Taste nicht. Um die Funktion REL zu verlassen, betätigen Sie den Funktonstaster.

h) MEM (=Memo „Aufnahme“)
Bei dieser Funktion können Sie bis zu 10 Meßwerte (Referenzwerte) abspeichern. Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. Drücken Sie während der Messung den Funktionstaster so oft bis MEM im Display erscheint.
2. Drücken Sie die UP/DOWN-Taster, um eine Referenznummer zwischen 0 und 9 auszuwählen,
3. Drücken Sie die Set/Reset-Taste, um den Wert zu speichern.

Wenn Sie mehrere Referenzwerte unter der gleichen Referenznummer „ablegen“, wird der jeweils vorhergehende Wert gelöscht.

i) RCL (=Memory Recall = Wiedergabe)
Diese Funktion liest die abgelegten Referenzwerte aus dem Speicher aus.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie die UP (aufwärts) oder die DOWN (abwärts)-Taste, um die gewünschte Referenznummer auszuwählen,
2. Drücken Sie nun die Set/Reset-taste um den gespeicherten Wert auszulesen. Der ausgelesene Wert ist auf dem kleinen Display abzulesen.

j) R-H (=Range Hold)
In dieser Funktion können Sie die automatische Bereichswahl (Auto Range) abschalten und die Meßbereiche von Hand (manuell) einstellen. Mit jedem Tastendruck auf die UP-Taste (höherer Bereich) oder auf die DOWN-Taste (niedrigerer Bereich) wird der Dezimalpunkt um eine Stelle nach links bzw. nach rechts versetzt, entsprechend ändern sich die Maßeinheiten.

Um aus dieser Funktion, wie auch bei allen anderen Unterfunktionen, „auszusteigen“ drücken Sie die Set/Reset-Taste zweimal (Reset) und Sie kehren zur Auto-Range-Funktion zurück.

k) DUAL (= Dual-Display)
In dieser Funktion können Sie zwei verschiedene Betriebsarten auf einmal ablesen, eine auf dem großen Display, eine auf dem kleinen Display.

Beachten Sie hierzu die folgende Tabelle:

Betriebsart	Hauptdisplay	Unterdisplay
Wechselspannung	Spannungsanzeige	Frequenzanzeige*
Frequenzmessung	Frequenzanzeige	Wechselspannung
Temperaturmessung	°C	°F
Logiktest	Hi/Lo	Frequenzanzeige

* Im mV AC-Bereich ist keine Frequenzanzeige möglich!

l) COM (Computer >Interface und Software)
In dieser Funktion können Sie mit einem PC über den seitlichen Steckanschluß RS 232 Verbindung aufnehmen = kommunizieren.

m) CMP (= Comparison = Vergleich)
In dieser Unterfunktion können Sie einen Hoch-/Tief-Vergleich machen, indem Sie den höchsten und den niedrigsten gespeicherten Referenzwert mit dem augenblicklichen Meßwert vergleichen.

Um diese Funktion zu verlassen, betätigen Sie nur kurz den Betriebsartenschalter.

n) Anzeige für die Referenznummer
Die Referenznummer ist maßgebend für die Funktionen REL bzw. MEM und RCL. Durch Drücken der Tasten UP (+1) oder DOWN (-1) werden die Nummern aufgerufen.

Durchführung von Messungen

Spannungsmessung

1. Stellen Sie den Drehschalter auf die gewünschte Position (mV -> max. 400 mV DC/AC oder V -> max. 1000 V DC, bzw. 750 V AC).
2. Drücken Sie die DC Ω/AC-Taste, je nachdem, ob Sie Gleichspannung messen wollen oder Wechselspannung. Sobald im Display „AC" erscheint, sind Sie im Wechselspannungsmeßbereich.
3. Verbinden Sie die Meßspitzen mit dem Meßobjekt (Last Schaltung usw.).

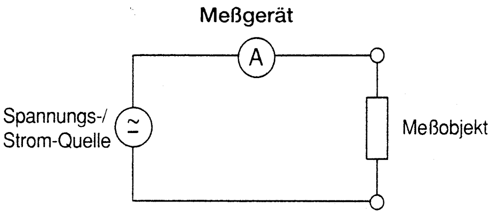
   Jeder der fünf Spannungsbereiche, egal ob Wechsel- oder Gleichspannung, weist einen Eingangswiderstand von 10 MΩ auf (parallel zu < 100 pF). Der Wechselspannungseingang ist AC-gekoppelt.

   Sobald bei der Gleichspannungsmessung ein „-" vor dem Meßwert erscheint, ist die gemessene Spannung negativ (oder die Meßleitungen sind vertauscht).

Strommessung

Zur Messung von Gleich- oder Wechselströmen gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie den Drehschalter auf Strommessung (mA -> max. 400 mA DC/AC oder A -> max. 20 A DC/AC).
2. Drücken Sie die DC Ω/AC -Taste, je nach dem, ob Sie nun Gleich- oder Wechselstrom messen wollen. Sobald im Display „AC" erscheint, sind Sie im Wechselstrommeßbereich.
3. Verbinden Sie die Meßleitung in Serie mit dem Meßobjekt (siehe nachfolgende Zeichnung).



Durchgangsprüfung

Mit dieser Funktion können spannungslose Leitungen, Sicherungen, Schaltungen usw. auf Durchgang akustisch überprüft werden. Zu dieser Messung gehen Sie wie folgt vor:

Stellen Sie den Drehschalter auf ((♪))/Ω, drücken Sie die DC Ω/AC ((♪)) -Taste, bis das Symbol „((♪))" im Display erscheint. Anschließend Verbinden Sie die Meßspitzen mit dem Meßobjekt.

Widerstandsmessung

Achtung!

Vergewissern Sie sich, daß alle zu messenden Schaltungsteile, Schaltungen und Bauelemente sowie andere Meßobjekte unbedingt spannungslos sind.

Stellen Sie den Meßfunktionsschalter auf Widerstandsmessung (((♪)) /Ω). Falls das Symbol für Durchgangsprüfung „((♪))" im Display sichtbar ist, müssen Sie die DC Ω/AC -Taste drücken, bis das Symbol verschwindet.

Nun verbinden Sie die Meßspitzen mit dem Meßobjekt. Der „Auto Range" sorgt immer für den passenden Meßbereich, um einen möglichst kleinen Meßfehler zu verursachen.

Diodentest

Schalten Sie Ihr Meßgerät ein.
Stellen Sie den Meßfunktionsschalter **(10)** auf „-▷|-". Das Diodensymbol wird im Display eingeblendet. Eine manuelle Bereichswahl ist nicht möglich.

Nun verbinden Sie die Prüfspitzen mit dem Meßobjekt, einer spannungslosen Halbleiterstrecke, die rote Prüfspitze an die Anode, die schwarze Prüfspitze an die Kathode (diese ist in der Regel gekennzeichnet durch einen Farbring, -punkt oder Ähnliches).
Wenn Sie eine Diodenstrecke in Durchlaßrichtung prüfen, werden Sie eine Spannung ab ca. 0,25 V (Germanium) oder 0,7 V (Silicium) bis zu 2,5 V messen, sofern die Diodenstrecke nicht defekt ist.

Wenn Sie nun die Prüfspitzen vertauschen, also rot an die Kathode und schwarz an die Anode, so überprüfen Sie die sog. Sperrichtung der Diodenstrecke.

Wird Ihnen „OL" angezeigt ist die Diode in Ordnung. Wird Ihnen dagegen ein Wert zwischen 0 V und 2,5 V angezeigt, so haben Sie entweder das Meßobjekt falsch angeschlossen oder es ist defekt.

Frequenzmessung

Zur Messung einer Frequenz gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter **(10)** auf „FREQ".
2. Stecken Sie die Meßleitungen in die COM-Buchse (schwarz = „-") und in die V/Ω-Buchse (rot = „+").
3. Verbinden Sie die Prüfspitzen mit dem Meßobjekt (Generator o.ä.).

Kapazitätsmessung

Zur Messung von Kapazitäten gehen Sie wie folgt vor:

1. Entladen Sie jeden Kondensator, bevor Sie ihn mit dem Meßgerät verbinden.
2. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter **(10)** auf „CAP".
3. Messungen können nur mit der Kondensator-Meßbuchse am Meßgerät durchgeführt werden. Beachten Sie bei unipolaren Kondensatoren (gepolt + und -) die richtige Polarität. Siehe auch Seite 14 unter Zeichung Buchsenbelegung.

Transistortest

Zur Messung der der Verstärkung eines Transistors gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter auf hfe.
2. Stecken Sie den zu prüfenden Transistor in den Meßsockel.

Logiktest

1. Schalten Sie Ihr Meßgerät ein.
2. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter **(10)** auf „LOGIC". Im Display erscheint „rdy", was soviel bedeutet wie ready = bereit.
3. Verbinden Sie die Meßleitungen mit der COM-Buchse (schwarze Ltg.) und der V-Ω-Buchse (rote Ltg.).
4. Verbinden Sie nun das andere Ende der schwarzen Meßleitung mit der „Masse" der digitalen Schaltung = „-" (normalerweise). Die rote Meßspitze muß mit der positiven Versorgungsspannung (V+ oder Vcc) verbunden werden.
5. Sind die Verbindungen hergestellt, so drücken Sie einmal die Set/Reset-Taste.
6. Während nun die Schwarze Meßleitung mit der Masse verbunden bleibt, wird die rote Prüfspitze vom positiven Versorgungspunkt getrennt. Sie können nun die in Frage kommenden Meßpunkte mit der roten Prüfspitze „abfragen", das Multimeter wird daraufhin die „3 Bereiche" anzeigen.

Technische Da[redacted] und Meßtoleranzen

Technische Daten

Display (Anzeige)	:	3 $^{3}/_{4}$-stelliges LCD-Display bis 4000, mit automatischer Polaritätsanzeige
Max. Meßrate	:	10 Messungen pro Sekunde
Max. Eingangsstrom AC/DC	:	20 A
Arbeitstemperatur	:	0 bis + 40 °C
Lagertemperatur	:	-10 °C bis +50 °C
Temperatur für garantierte Genauigkeit	:	+23 °C ± 5°C
Batterietyp	:	NEDA 1604 9V oder 6F22 9V
Gewicht	:	305 g ± 10 g (mit 9-V-Batterie)
Abmessungen (L X B X H)	:	187 x 84 x 34 mm

Meßtoleranzen

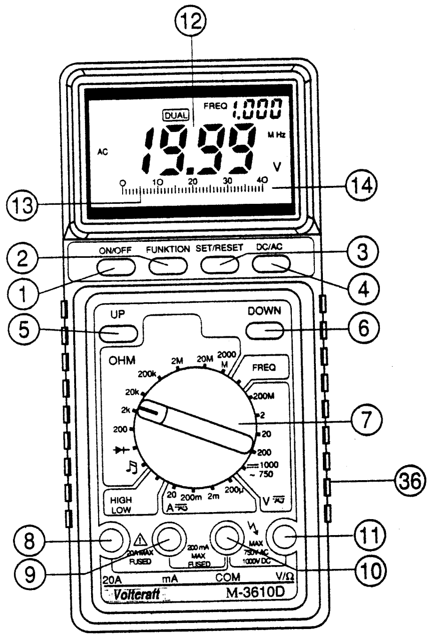
	Betriebsart	Meßbereich	Genauigkeit	Auflösung
M-3830 und M-3850	Gleichspannung	400 mV 4 V 40 V 400 V	0,3 % der Ablesung + 1 Digit = dgt	100 µV 1 mV 10 mV 100 mV
		1000 V	0,5% der Ablesung + 1 dgt	1 V
	Wechselspannung	400 mV 4 V 40 V 400 V	0,8% der Ablesung + 3 dgt	100 µV 1 mV 10 mV 100 mV
M-3830 und M-3850	Wechselspannung	750 V	1,0% der Ablesung + 3 dgt	1 V
	Gleichstrom	40 mA 400 mA	0,8% der Ablesung + 1 dgt	10 µA 100 µA
		20 A	1,5% der Ablesung + 5 dgt	10 mA
	Wechselstrom	40 mA 400 mA	1,5% der Ablesung + 3 dgt	10 µA 100 µA
		20 A	2,0% der Ablesung + 5 dgt	10mA
	Widerstand	400 Ω 4 KΩ 40 KΩ 400 KΩ 4 MΩ	0,5% der Ablesung + 1 dgt	0,1 Ω 1 Ω 10 Ω 100 Ω 1 KΩ
		40 MΩ	1,0% der Ablesung + 2 dgt	10 KΩ
	Kapazität	4 nF 40 nF 400 nF	2,0% der Ablesung + 3 dgt	1 pF 10 pF 100 pF
		4 µF 40 µF 400 µF	3,0% der Ablesung + 5 dgt	1 nF 10 nF 100 nF
	Diodentest	Teststrom	1,5 mA max.	

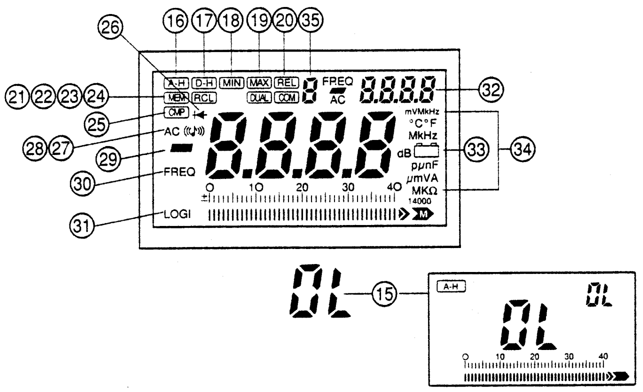
	Betriebsart	[redacted]ßbereich	Genauigkeit	
M-3830 und M-3850	Frequenz	4 KHz 40 KHz 400 KHz	0,1% der Ablesung+1 dgt	1 Hz 10 Hz 100 Hz
M-3830	Frequenz	1 MHz	0,1% der Ablesung+1 dgt	1 KHz
Nur M-3850	Frequenz	4 MHz 40 MHz	0,1% der Ablesung+1 dgt	1 KHz 10 KHz
	Temperatur	-40℃ bis +200℃	±(3,0% der Ablesung+5 dgt)	1 ℃
		+200℃ bis +1200℃	±(3,0% der Ablesung+2 dgt)	

Maximale Eingangsgrößen

Spannungsmessung	:	1000 VDC bzw. 750 VAC
Strommessung	:	20 A AC/DC im A-Bereich, 400mA AC/DC im mA-Bereich
Widerstandsmessung	:	40 MOhm (bis max. 250 V AC/DC)
Diodentest	:	max. 250 V AC/DC
Logictest	:	max. 250 V AC/DC
Durchgangsprüfung	:	max. 250 V AC/DC
Frequenzmessung	:	3830 - 1 MHz, 3850 - 40 MHz dabei max. 250 VAC/DC Eingangsspannung
Kapazitätsmessung	:	400 µF (Eingang nicht geschützt)

Beschreibung des Digital-Multimeter M-3610D





1. Gerät Ein / Aus

2. Drucktaster für Function (=Funktion)
Mit dieser Taste stellen Sie die verschiedenen Unterfunktionen ein, wie MIN/MAX, REL, DUAL usw.

3. Set/Reset-Taste
Mit dieser Taste wird das Gerät wieder in den Grundzustand zurückgesetzt (reset = zurücksetzen)

4. DC / AC -Taste
Mit dieser Taste schalten Sie um von der Messung von Gleich- auf Wechselgrößen

5. Up Taste („plus"-Taste)

6. Down Taste („minus"-Taste)

7. Drehschalter zur Einstellung der verschiedenen Betriebsarten (Spannnungsmessung, Strommessung usw.)

8. A-Eingangsbuchse zur Messung von Gleich- und Wechselströmen bis max. 20 A.

9. mA-Eingang
An diesem Eingang können Gleich- und Wechselströme bis max. 200 mA gemessen werden

10. Com (-)-Eingangsbuchse (COM- bzw. Minusanschluß)

11. V-Ohm-(+)-Eingangsbuchse (= Plusanschluß)

12. LCD-Display (3 Ω-stellig, größter Anzeigewert: 1999)

13. Analog Bargraph

14. Bargraph-Strichunterteilung

15. Overload„OL"- Anzeige
Wenn „OL" in der Anzeige erscheint bedeutet dies Überlauf = Bereichsüberschreitung

16. Auto Hold

17. Data Hold
Data Hold bedeutet ein „Einfrieren" des gemessenen Wertes

18. MIN = Minimum
Sobald dieses Symbol in der Anzeige erscheint, wird der jeweils kleinste Meßwert angezeigt (z.B. beim Entladen von Akkus)

19. MAX = Maximum
Sobald dieses Symbol in der Anzeige erscheint, wird der jeweils größte Meßwert angezeigt, z.B.Spannungsüberhöhungen

20. REL = Relativ = Bezugswertmessung

21. MEM = Memory
= Meßwertspeicher

22. RCL = Recall
= abrufen des gespeicherten Meßwertes

23. DUAL = Dual Display
Bei dieser Funktion können gleichzeitig zwei verschiedene Betriebsarten abgelesen werden, z. B. Sekundärspannung eines Transformators < 125 VACrms und Netzfrequenz

24. COM = Communication

25. CMP = Comparison = Vergleichsmessung

26. →+ = Diodentest

27. AC = Symbol für Wechselspannung oder -Strom

28. ♫ = Symbol für akustischer Durchgangsprüfer

29. „-" = Minuszeichen bzw. Symbol für negative Polarität

30. FREQ = Frequenzy
Dieses Symbol erscheint im Display, wenn Sie eine Frequenzmessung durchführen

31. LOG = Logiktest
Wenn Sie die Logiktestfunktion anwählen, erscheint dieses Symbol in der Anzeige

32. 2. Display für die Funktion DUAL-Display

33. [- +] = Batteriesymbol
Wenn dieses Symbol in der Anzeige erscheint, wird es Zeit die Batterie zu wechseln

34. Verschiedene Maßeinheiten

35. Referenznummer für die Funktionen MEM, RCL

36. Schnittstelle zum Anschluß eines PC's (Null Modemleitung)

Tastenbelegungen

a) Die POWER-Taste
schaltet das Meßgerät sowohl ein, als auch aus: Drücken Sie die Taste einmal, so wird das Gerät eingeschaltet, drücken Sie sie ein zweites Mal, so wird das DMM ausgeschaltet.
Die Auto-Power-Off-Funktion verhindert ein zu schnelles „entladen" der Batterie: Wird der Betriebsartenschalter mehr als 20 Minuten lang nicht betätigt, so schaltet sich das DMM selbständig ab. Diese Auto-Power-Off-Funktion ist unwirksam, wenn das Multimeter an einem PC angeschlossen ist und mit diesem „kommuniziert" (=COM-Funktion), d. h. Daten austauscht.
Die Auto-Power-Off-Funktion funktioniert nicht im AC-200-mV- und im AC-2-V-Bereich.

b) FUNCTION
Das Symbol A-H erscheint im Display, sobald das Gerät eingeschaltet wird. Drücken Sie die „FUNCTION"- Taste, so kommen Sie zu den Unterfunktionen. Folgende Symbole erscheinen daraufhin in der Anzeige (Display): A-H -> D-H -> MIN -> MAX -> REL -> MEM -> RCL -> DUAL -> COM -> CMP

c) Set/Reset
Um eine ausgewählte Unterfunktion zu aktivieren, d.h. einzuschalten, drücken Sie diese Taste einmal. Drücken Sie die Taste noch einmal (Reset = Rücksetzen), so stellen Sie erneut die Grundeinstellung ein, d.h. A-H erscheint im Display (A-H = Auto Hold).

d) DC/AC
Drücken Sie diese Taste, wenn der Betriebsartenschalter auf

Spannungs- oder auf Strommessung steht und Sie z. B. von Gleichspannungsmessung (DC) umschalten wollen auf Wechselspannungsmessung (AC).

e) UP / DOWN
Drücken Sie eine der beiden Tasten, um in den Unterfunktionen REL oder CMP den Referenzwert zu setzen, bzw. in den Unterfunktionen MEM oder RCL (Recall Memory) den gespeicherten Wert zu adressieren.

Sockel- bzw. Buchsenbelegung

a) Betriebsartenschalter = Meßfunktionsschalter (7)

! Achtung!

Der Betriebsartenschalter darf während der Messung auf keinen Fall verstellt werden, da dadurch das Meßgerät zerstört werden kann bzw. für Sie als Folge davon Lebensgefahr bestehen kann.

Im Vollkreis angeordnet, sind hier die verschiedenen Grundmeßbereiche, durch Drehung des Schalters, auswählbar:

mV	=	millivolt AC/DC (milli = 10 exp.-3)
V	=	Volt AC/DC
mA	=	milliampere AC/DC
A	=	Ampere AC/DC
♫	=	Durchgangsprüfung
Ω	=	Widerstandsmessung
⊳⊢	=	Diodentest (Halbleiterstrecken)
FREQ	=	Frequenzmessung
HI - LO	=	Kapazitätsmessung
hfe	=	Transistortest
HIGH / LOW	=	Logiktest

b) 20-A-Buchse
Für Gleich- oder Wechselstrommessungen bis max.! 20 A muß hier die rote Meßleitung eingesteckt werden.

c) mA-Buchse
Für Gleich- oder Wechselstrommessungen bis max.! 200 mA muß hier die rote Meßleitung eingesteckt werden, aber nur, wenn der Betriebsartenschalter auf Stellung „mA" steht.

d) COM = Common-Buchse
Hier muß für sämtliche Messungen, außer bei Kapazitäts- und hfe-Messungen, die schwarze Meßleitung eingesteckt werden (Common - Buchse bedeutet Minus- oder „-" oder Masse-Buchse)

e) V/Ohm - Buchse
In diese Buchse muß die rote Meßleitung gesteckt werden, wenn Sie Spannungs- oder Frequenzmessungen, Durchgangsprüfungen, Diodentests, oder Logiktests durchführen wollen.

Display-(Anzeige)-Erläuterung und Symbole

a) Digital Anzeige
Das Display kann bis „1999" darstellen, wobei die Polarität (-) automatisch angezeigt wird (bei negativen Spannungen bzw. umgekehrter Polarität). Es gibt weiterhin drei Dezimalpunktpositionen.

b) Analog Bargraph
Der Analogbargraph besteht aus 43 Segmenten. Er besitzt ein höhere Meßgeschwindigkeit als die Digitalanzeige. Somit lassen sich Meßwerttendenzen leichter erkennen. Wird der Meßbereich überschritten, so wird „OL", für Overload = Überlast, angezeigt, die Anzeige „blinkt" zur Warnung.

c) Auto-Hold „A-H"
Das Multimeter hält den Meßwert fest, der 2 Sekunden zuvor automatisch „aufgenommen" wurde.

d) Data-Hold „D-H"
Mit D-H wird ein Meßwert eingefroren (festgehalten).

e) MIN (=Minimum)
Drücken Sie diese Taste einmal: der kleinste Meßwert wird auf der Zweit-(DUAL)anzeige dargestellt, während Sie mit der „normalen" Anzeige Ihre Messung fortsetzen.

f) MAX (=Maximum)
Drücken Sie die Set/Reset-Taste einmal: der größte Meßwert wird nun auf der Zweitanzeige dargestellt, während Sie mit der großen Anzeige Ihre Messung fortsetzen.

g) REL (=Relativ)
Diese Einstellung erlaubt Ihnen den Vergleich eines Referenzwertes mit einem nachfolgendem Meßwert.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Betätigen Sie zuerst den „Function"-Taster solange bis „REL" im Display erscheint, Drücken Sie daraufhin einmal die Taste SET/RESET zur Bestätigung.
2. Stellen Sie nun mit der „UP" und der „DOWN"-Taste die Polarität des Referenzwertes bzw. den Referenzwert ein. Nach jeder Eingabe muß die SET/RESET-Taste einmal zur Bestätigung gedrückt werden.

h) MEM (=Memory = „Aufnahme")
Bei dieser Funktion können Sie bis zu 10 Meßwerte (Referenzwerte) abspeichern. Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. Drücken Sie den Funktionstaster solange, bis MEM im Display erscheint.

2. Drücken Sie die UP/DOWN-Taster, um eine Referenznummer zwischen 0 und 9 auszuwählen.

3. Drücken Sie die Set/Reset-Taste, um den Wert zu speichern. Wenn Sie mehrere Referenzwerte unter der gleichen Referenznummer „ablegen", wird der jeweils vorhergehende Wert gelöscht.

i) RCL (=Memory Recall = Wiedergabe")
Diese Funktion liest die abgelegten Referenzwerte aus dem Speicher aus.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Drücken Sie die UP (aufwärts) oder die DOWN (abwärts)-Taste, um die gewünschte Referenznummer auszuwählen.
2. Drücken Sie nun die Set/Reset-taste um den gespeicherten Wert auszulesen. Der ausgelesene Wert ist auf dem kleinen Display abzulesen.

k) DUAL (= Dual-Display)
In dieser Funktion können Sie zwei verschiedene Betriebsarten gleichzeitig ablesen, eine auf dem großen Display, eine auf dem kleinen Display.

Beachten Sie hierzu die folgende Tabelle:

Betriebsart	Hauptdisplay	Unterdisplay
Wechselspannung	Spannungsanzeige	Frequenzanzeige
Frequenzmessung	Frequenzanzeige	Wechselspannung
Logiktest	High/Low	Frequenzanzeige

l) COM (Computer >Interface und Software)
In dieser Funktion können Sie mit einem PC Verbindung aufnehmen = Kommunizieren.

m) CMP (= Comparison = Vergleich)
In dieser Unterfunktion können Sie einen Hoch-/Tief-Vergleich machen, indem Sie den höchsten und den niedrigsten gespeicherten Referenzwert mit dem augenblicklichen Meßwert vergleichen. Um diese Funktion zu verlassen, betätigen Sie nur kurz den Betriebsartenschalter

n) Anzeige für die Referenznummer
Die Referenznummer ist maßgebend für die Funktionen MEM und RCL. Durch Drücken der Tasten UP (+1) oder DOWN (-1) werden die Nummern aufgerufen.

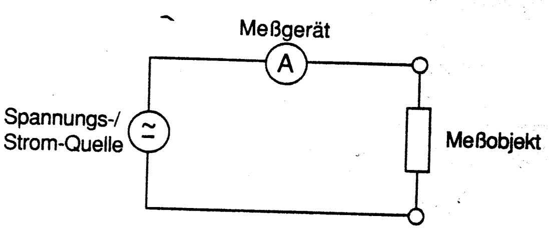
Durchführung von Messungen

Spannungsmessung

1. Stellen Sie den Drehschalter auf die gewünschte Position (mV oder V).
2. Drücken Sie die DC/AC-Taste, je nach dem, ob Sie Gleichspannung messen wollen oder Wechselspannung. Sobald im Display „AC" erscheint, sind Sie im Wechselspannungsmeßbereich.
3. Verbinden Sie die Meßspitzen mit dem Meßobjekt (Last, Schaltung usw.).

Strommessung

1. Stellen Sie den Drehschalter auf Strommessung (mA oder A).
2. Drücken Sie die DC/AC-Taste, je nach dem, ob Sie nun Gleich- oder Wechselstrom messen wollen. Sobald im Display „AC" erscheint, sind Sie im Wechselstrommeßbereich.
3. Verbinden Sie die Meßleitungen in Serie mit dem Meßobjekt



Durchgangsprüfung

Mit dieser Funktion können spannungslose Leitungen, Sicherungen, Schaltungen usw. auf Durchgang akustisch überprüft werden. Zu dieser Messung gehen Sie wie folgt vor:

Stellen Sie den Drehschalter auf ♫. Anschließend Verbinden Sie die Meßspitzen mit dem Meßobjekt.

Widerstandsmessung

! Achtung!

Vergewissern Sie sich, daß alle zu messenden Schaltungsteile, Schaltungen und Bauelemente sowie andere Meßobjekte unbedingt spannungslos sind.
Stellen Sie den Meßfunktionsschalter auf Widerstandsmessung (Ω). Nun verbinden Sie die Meßspitzen mit dem Meßobjekt.

Diodentest

Schalten Sie Ihr Meßgerät ein. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter (7) auf „→|–". Das Diodensymbol wird im Display eingeblendet.

Nun verbinden Sie die Prüfspitzen mit dem Meßobjekt, einer spannungslosen Halbleiterstrecke, die rote Prüfspitze an die Anode, die schwarze Prüfspitze an die Kathode (diese ist in der Regel gekennzeichnet durch einen Farbring, -Punkt oder ähnliches).

Wenn Sie eine Diodenstrecke in Durchlaßrichtung prüfen, werden Sie eine Spannung ab ca. 0,25 V (Germanium) oder 0,7V (Silicium) bis zu 2 V messen, sofern die Diodenstrecke nicht defekt ist.

Frequenzmessung

Zur Messung einer Frequenz gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter (9) auf „FREQ".
2. Stecken Sie die Meßleitungen in die COM-Buchse (schwarz = „-") und in die V/Ω-Buchse (rot = „+").
3. Verbinden Sie die Prüfspitzen mit dem Meßobjekt (Generator o.ä.).
4. Die Eingangsempfindlichkeit beträgt ca. 50 mV eff.

Logiktest

Diese Meßfunktion dient der Ermittlung von Logikpegeln in Digitalschaltungen.

1. Schalten Sie Ihr Meßgerät ein.
2. Stellen Sie den Meßfunktionsschalter (9) auf HIGH/LOW. Im Display erscheint „rdY", was soviel bedeutet wie ready = bereit.
3. Verbinden Sie die Meßleitungen mit der COM-Buchse (schwarze Ltg.) und der V-/ -Buchse (rote Ltg.).
4. Verbinden Sie nun das andere Ende der schwarzen Meßleitung mit der „Masse" der digitalen Schaltung = „-" (normalerweise). Die rote Meßspitze muß mit der positiven Versorgungsspannung (V+ oder Vcc) verbunden werden.
5. Sind die Verbindungen hergestellt, so drücken Sie einmal die Set/Reset-Taste.
6. Während nun die Schwarze Meßleitung mit der Masse verbunden bleibt, wird die rote Prüfspitze vom positiven Versorgungspunkt getrennt. Sie können nun die in Frage kommenden Meßpunkte mit der roten Prüfspitze „abfragen", das Multimeter wird daraufhin die „3 Bereiche" anzeigen.

- liegt der Pegel über 70 % der gespeicherten Versorgungsspannung, so wird „Hi" angezeigt;
- liegt der Pegel unter 30 % der gespeicherten Versorgungsspannung, so wird „Lo" angezeigt;
- liegt der Pegel dagegen zwischen = 31 % und 69 % der gespeicherten Versorgungsspannung (z. B. 5 V), so wird „—" angezeigt.

Technische Daten und Meßtoleranzen

Technische Daten

Display (Anzeige)	:	$3^1/_2$-stelliges LCD-Display bis 1999, mit automatischer Polaritätsanzeige
Max. Meßrate	:	10 Messungen pro Sekunde
Max. Eingangsstrom AC/DC	:	20 A
Arbeitstemperatur	:	0 bis + 40 C
Lagertemperatur	:	-10 C bis +50 C
Temperatur für garantierte Genauigkeit	:	+23 C ± 5 C
Batterietyp	:	NEDA 1604 9V oder 6F22 9V
Masse	:	305 g ± 10 g (mit 9-V-Batterie)
Abmessungen (L X B X H)	:	187 x 84 x 34 mm

Meßtoleranzen

Angabe der Meßtoleranzen in ± (% der Ablesung + Anzahl der Digits = Digitalstellenfehler)

Betriebsart	Meßbereich	Genauigkeit	Auflösung
Gleichspannung	200 mV	±(0,3%+1dgt)	100 uV
	2 V		1 mV
	20 V		10 mV
	200 V		100 mV
	1000 V	±(0,5%+1dgt)	1 V

Betriebsart	Meßbereich	Genauigkeit	Auflösung
Wechselspannung	200 mV	±(0,8%+3dgts)	100 uV
	2 V		1 mV
	20 V		10 mV
	200 V		100 mV
	750 V	±(1,2%+3dgts)	1 V

Frequenz der Wechselspannung: 40 bis 400 Hz

Gleichstrom	200 uA	±(0,5%+1dgt)	0,1 uA
	2 mA		1 uA
	200 mA	±(1,2%+1dgt)	100 uA
	20 A	±(2%+5dgts)	10 mA

Betriebsart	Meßbereich	Genauigkeit	Auflösung
Wechselstrom	200 uA	±(1%+3dgts)	0,1 uA
	2 mA		1 uA
	200 mA	±(1,8%+5dgts)	100 uA
	20 A	±(3%+5dgts)	10 mA

Frequenz des Wechselstromes: 40 bis 400 Hz

Widerstand	200 Ω	±(0,5%+3dgts)	0,1 Ω
	2 K		1 Ω
	20 K		10 Ω
	200 K		100 Ω
	2 M		1 K
	20 M	±(1%+2dgts)	10 K
	2000 M	±(5%+5dgts)	1 M

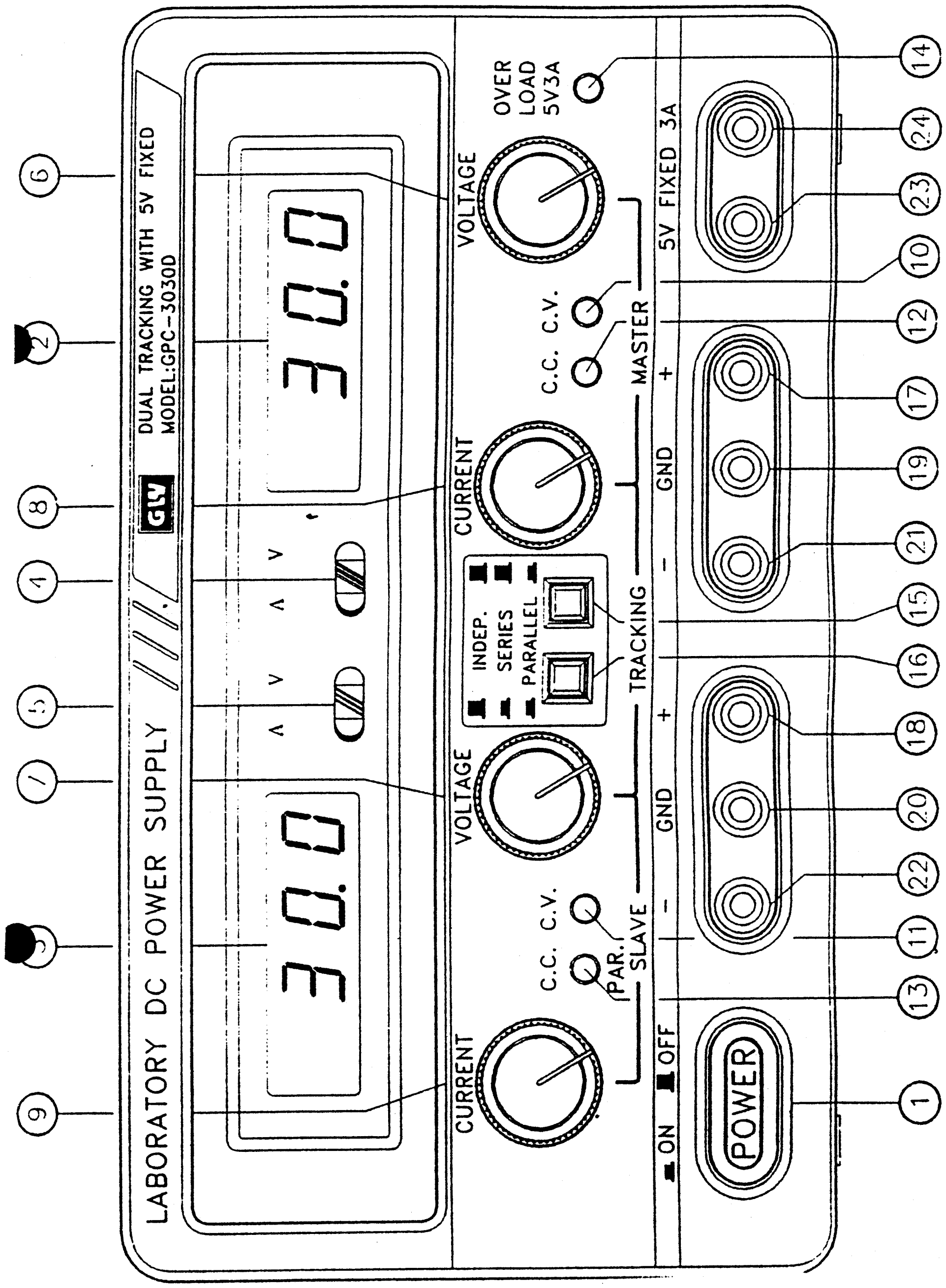
Frequenz	2 KHz	±(1%+1dgt)	1 Hz
	20 KHz		10 Hz
	200 KHz		100 Hz
	1 MHz		1 KHz

Diodentest	Teststrom: 1 mA, Messung der Durchlaßspannung

Maximale Eingangsgrößen, Überlastschutz

Spannungsmessung	:	1000 VDC bzw. 750 VAC
Strommessung	:	20 A AC/DC im A-Bereich, 200mA AC/DC im mA-Bereich
Widerstandsmessung:		2000 MΩ, Überlastschutz: 250 VDC/AC
Frequenzmessung	:	1 MHz, dabei max. 100 VDC bzw. 125 VAC Eingangsspannung
Diodentest/ Durchgangsprüfung	:	Überlastschutz 250 VDC/AC
Logikmessung	:	[illegible]erlastschutz 250 VDC/AC

Beschreibung des Netzgerätes



Front Panel (Digital Type)

BEDIENUNGSELEMENTE UND ANZEIGEN

Frontplatte siehe Seite 6 (Analog) und 7 (Digital)

1 **POWER** Netzschalter EIN - AUS

2 Anzeige Master Ausgangsspannung oder Master Stromanzeige (Digitalausf.)

3 Anzeige Slave Ausgangsspannung oder Slave Stromanzeige (Digitalausf.)

4 Stromanzeige Master (nur Analogausf.)

5 Stromanzeige Slave (nur Analogausf.)

6 **VOLTAGE** - Ausgangsspannungseinsteller Master

7 **VOLTAGE** - Ausgangsspannungseinsteller Slave

8 **CURRENT** - Strombegrenzungseinsteller Master

9 **CURRENT** - Strombegrenzungseinsteller Slave

10 **CV** Konstantspannungsanzeige Master - leuchtet bei Konstantspannungsbetrieb

11 **CV** Konstantspannungsanzeige Slave - leuchtet bei Konstantspannungsbetrieb

12 **CC** Konstantstromanzeige Master - leuchtet bei Konstantstrombetrieb

13 **CC** Konstantstromanzeige Slave - leuchtet bei Konstantstrombetrieb

14 **OVERLOAD** - Anzeige für 5 Volt Ausgang wenn mehr als 3 A entnommen wird

15 Umschalter nur wirksam wenn Schalter 16 gedrückt (Tracking)
Serieller Betrieb = nicht gedrückt
Paralleler Betrieb = gedrückt

16 Umschalter Independent (unabhängiger) Betrieb = nicht gedrückt
Tracking Betrieb = gedrückt

17 '+' rote positive Ausgangsklemme Master

18 '+' rote positive Ausgangsklemme Slave

19 'GND' grüne Klemme für Schutzleiter und Gehäuse Master

20 'GND' grüne Klemme für Schutzleiter und Gehäuse Slave

21 '-' schwarze negative Ausgangsklemme Master

22 '-' schwarze negative Ausgangsklemme Slave

23 '-' schwarze negative Ausgangsklemme 5 V

24 '+' rote positive Ausgangsklemme 5 V

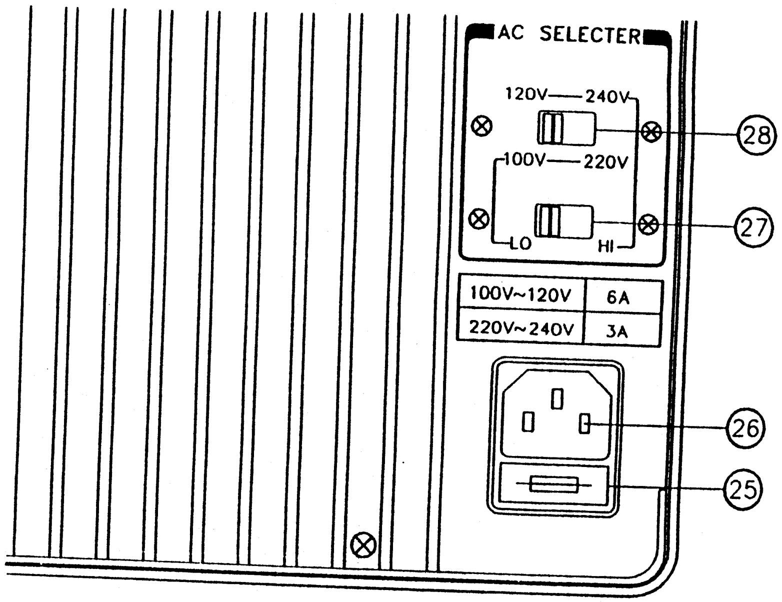
Rückseite

25 Sicherungshalter für Sicherung 3 A träge

26 Buchse für Netzkabel

27 Netzspannungswahlschalter fein 220 V (links) oder 240 V (rechts)
bzw. 100 V (links) oder 120 V (rechts)

28 Netzspannungswahlschalter grob 100 V (links) oder 220 V (rechts)



Inbetriebnahme und Sicherheitsratschläge

Vor der Inbetriebnahme unbedingt die richtige Netzspannung an den Schaltern **27 und 28** (Netzspannungswahlschalter) einstellen und dann erst das Netzkabel einstecken.
Das Netzteil nicht bei Temperaturen über 40° betreiben und dafür sorgen, daß das Gerät gut belüftet ist. Insbesondere der hintere Kühlkörper muß frei sein.
Keine Fremdspannung an die Ausgangsbuchsen legen !
Durch Serienschaltung von Netzgeräten können hohe Spannungen erzeugt werden. Achten Sie unbedingt auf die elektrische Sicherheit und verwenden Sie vollisolierte Meßkabel.

⚠Arbeiten Sie niemals unter Spannung !⚠

Spannungen über 40 Volt sind bereits als lebensgefährlich anzusehen.

Bei Strömen von mehreren Ampere sollte auf eine entsprechend stark dimensionierte Zuleitung zur Last geachtet werden und die Spannung ist direkt an der Last nachzumessen. Gegebenenfalls muß der Spannungsabfall auf den Zuleitungen durch Erhöhung der Ausgangsspannung am Netzgerät kompensiert werden.

Einstellung der Strombegrenzung

Es empfiehlt sich grundsätzlich, die Strombegrenzung so einzustellen, daß der Verbraucher gerade noch sicher betrieben werden kann. Zur Einstellung werden die beiden Ausgangsbuchsen '+' und '-' kurzgeschlossen und mit VOLTAGE ein Wert größer Null eingestellt bis die Konstantstromanzeige **CC** leuchtet. Dann ist die Strombegrenzung mithilfe des Strombegrenzungseinstellers CURRENT auf den gewünschten Wert einzustellen. Bei der Ausführung mit Analoganzeige wird der Strom durch das Amperemeter angezeigt bei Digitalanzeige ist der Schalter **VOLTS-AMPS** auf die Stellung **AMPS** (nach links) zu stellen, damit der Strom angezeigt wird. Nun wird der Kurzschluss zwischen den Ausgangsbuchsen wieder entfernt.

Einstellung der Ausgangsspannung

Mit den Einstellern **VOLTAGE** kann nun die Ausgangsspannung genau eingestellt werden. Die Anzeige erfolgt beim Analogmodell mit dem entsprechenden Anzeigeinstrument bei Digitalanzeige ist der Schalter **VOLT-AMPS** nach rechts auf **VOLTS** zu stellen, damit die Ausgangsspannung angezeigt wird. Jetzt kann ein Verbraucher an das Netzteil angeschlossen werden. Bei hohen Strömen oder Spannungen ist es empfehlenswert, erst das Netzteil auszuschalten und dann die Verbindungen zum Verbraucher herzustellen. Nach einer Kontrolle ob alles richtig ist (Polung!), wird dann am Netzteil mit der Taste POWER eingeschaltet.

Der 5 Volt Festspannungsausgang

Dieser Ausgang eignet sich hervorragend zur Versorgung von TTL-Schaltungen. Er ist dauerkurzschlußfest mit einer fest eingestellten Strombegrenzung von 3 Ampere. Wird mehr als 3 Ampere entnommen, so wird die Ausgangsspannung soweit reduziert, bis ein wesentlich niedrigerer Strom fließt (Fold-Back Kennlinie) und die rote LED 14 OVERLOAD leuchtet auf. Nach Entfernung der Überlast stehen wieder 5 Volt zur Verfügung.

Der 5 Volt Ausgang hat keine interne galvanische Verbindung zu den beiden anderen Spannungsquellen, so daß beim Einsatz mit diesen zusammen eine entsprechende Masseverbindung hergestellt werden muß.

Tracking Betrieb

In dieser Betriebsart übernimmt das rechte Netzteil die Steuerung (Master), während das linke "sklavisch" folgt (Slave). Die Umschaltung vom unabhängigen (Independent) in den Tracking Betrieb erfolgt durch Eindrücken der Taste 16. Abhängig von Taste 15 wird jetzt parallele(gedrückt) oder serielle(entriegelt) Betriebsart über interne Relais eingestellt. Es sind keine weiteren Verbindungen notwendig.

Konstantstrom- und Konstantspannungsbetrieb

In den meisten Fällen wird wohl der Konstantspannungsbetrieb eingestellt: irgendein Gerät oder eine Versuchsschaltung wird mit einer konstanten Betriebsspannung versorgt und die einstellbare Strombegrenzung dient nur zum Schutz des Verbrauchers bei Defekten.

Ein gutes Beispiel ist die Reparatur von NF-Endstufen. Nach Ersatz der meist teueren Endtransistoren wird das Netzgerät zur probeweisen Versorgung der Endstufe benutzt. Hierzu wird die benötigte Versorgungsspannung eingestellt und die Strombegrenzung auf einen ungefährlichen Wert (0.5 A o.ä.)gesetzt. Sollte noch ein weiterer Fehler in der Endstufe vorhanden sein, so begrenzt das Netzgerät den max. Strom auf 0.5 A und schützt so die Endstufe vor weiterer Zerstörung.

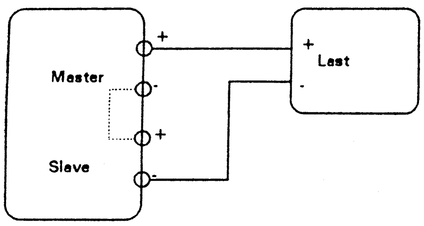
Ein Beispiel für Konstantstrombetrieb ist das Laden von Akkus.
Ein 12 V Bleiakku hat eine sog. Ladeschlußspannung von 13.8 V. Eine Ladung darüber ist schädlich. Außerdem soll er mit max. 10 % seiner Kapazität geladen werden d.h. ein 20 Ah Akku wird mit 2 A geladen. Das Netzgerät wird also auf 2 Ampere und 13.8 Volt eingestellt und dann der Akku angeklemmt. Da der Akku noch leer ist, geht das Netzgerät in den Konstantstrombetrieb d.h. die Ausgangsspannung bricht soweit zusammen, bis nur noch die eingestellten 2 A fließen (die rote **CC** LED leuchtet). Im Verlauf der Ladung steigt jetzt die Ausgangsspannung immer weiter an, bis die Ladeschlußspannung erreicht ist. Jetzt geht das Netzgerät automatisch in den Konstantspannungsbetrieb (die rote **CC** LED verlöscht und die grüne **CV** leuchtet auf) und der entnommene Strom sinkt drastisch bis auf die sog. Erhaltungsladung ab. Der Akku ist nun voll und kann nicht überladen werden, da 13.8 V nicht überschritten werden.

Serienschaltung

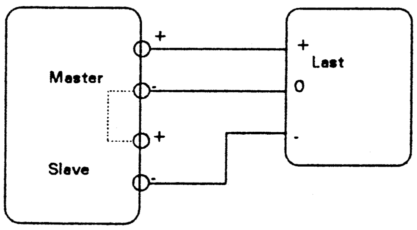
Die Serienschaltung wird angewendet, um eine höhere Ausgangsspannung oder eine positive und negative Ausgangsspannung zu erhalten.

Die Serienschaltung wird aktiviert, indem der **Tracking-Schalter 16** gedrückt wird. Der **Parallel-Serien-Schalter 15** ist entriegelt (nicht gedrückt). Im Gerät werden nun die entsprechenden Verbindungen mit Relais hergestellt, so daß eine weitere Verdrahtung entfällt. Zwischen '-' Anschluß links und '+' rechts ergibt sich jetzt die Summe beider Spannungen (linke Abbildung). Nimmt man die '-' Buchse des Masters als Masse, so erhält man eine negative Spannung links und eine positive rechts (rechte Abbildung). Die Einstellungen am rechten Netzgerät (Master) werden jetzt vom linken (Slave) übernommen. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßige Lastverteilung und eine wesentliche Erhöhung des Bedienungskomfort. Es dürfen allerdings auf keinen Fall beide Netzteile gleichzeitig mit einem Pol auf **GND** (Chassis) liegen, da sonst ein Kurzschluss entsteht.

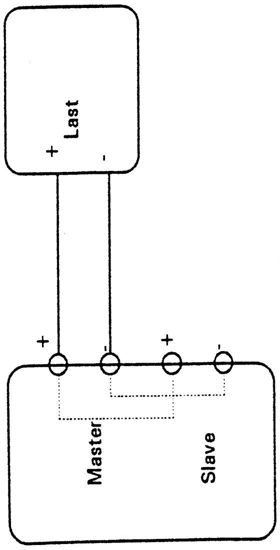
Die Strombegrenzung (**CURRENT**) des Slave ist voll auf Rechtsanschlag zu drehen, damit die Einstellung des Masters übernommen wird. Der Spannungseinsteller (**VOLTAGE**) des Slave ist außer Funktion. Wird der Slave zur Erzeugung einer negativen Spannung benutzt, kann die Strombegrenzung individuell eingestellt werden.



Serienschaltung



positive - negative Spannung



Parallelschaltung

Parallelschaltung

Die Parallelschaltung wird angewendet, um einen höheren Laststrom entnehmen zu können. Hier kommt der Vorteil des Tracking voll zum Tragen.

Die Parallelschaltung wird aktiviert, indem der **Tracking-Schalter 16** und der **Parallel-Serien-Schalter 15** gedrückt wird. Im Gerät werden nun die entsprechenden Verbindungen mit Relais hergestellt, so daß eine weitere Verdrahtung entfällt. Die Last sollte mit entsprechend starken Kabeln am Master angeschlossen werden (siehe Abbildung).

Durch diese Schaltung wird nun die Ausgangsspannung vom Master bestimmt und der Strom wird "brüderlich" geteilt. Die Einsteller am Slave sind außer Betrieb und die Ströme sind zu addieren.

TECHNISCHE DATEN

Modell	max. Ausgangsspannung	max. Ausgangsstrom	Zusätzlicher Ausgang
GPC - 1850	2 x 18 (36) V DC	2 x 5 (10) A	5 V DC / 3 A
GPC - 3020	2 x 30 (60) V DC	2 x 2 (4) A	5 V DC / 3 A
GPC - 3030	2 x 30 (60) V DC	2 x 3 (6) A	5 V DC / 3 A
GPC - 1850 D	2 x 18 (36) V DC	2 x 5 (10) A	5 V DC / 3 A
GPC - 3020 D	2 x 30 (60) V DC	2 x 2 (4) A	5 V DC / 3 A
GPC - 3030 D	2 x 30 (60) V DC	2 x 3 (6) A	5 V DC / 3 A

Die Werte in Klammern geben die jeweils erreichbaren maximalen Spannungen und Ströme bei Serien- bzw. Parallelschaltung an

Einzelbetrieb :

Konstantspannungsbetrieb :

- Ausgangsspannung von 0 Volt an einstellbar
- Änderung der Ausgangsspannung
  bei Netzspannungsänderung: ≤ 0.01 % + 3 mV
  bei Laständerung: ≤ 0.01 % + 3 mV, (+ 5 mV bei 5 A Typen)
- Erholzeit: ≤ 100 µS bei 50 % Laständerung und min. Last 0.5 A
- Restwelligkeit und Rauschen: ± 1mVeff (5 Hz bis 1 MHz)
- Temperaturkoeffizient: ± 300 ppm / °C

Konstantstrombetrieb :

- Ausgangstrom von 0 Ampere an einstellbar
- Änderung des Ausgangsstromes
  bei Netzspannungsänderung: ≤ 0.2 % + 3 mA
  bei Laständerung: ≤ 0.2 % + 3 mA
- Restwelligkeit und Rauschen: ≤ 3 mA_{eff}

Tracking - Parallelbetrieb :

- Änderung der Ausgangsspannung
  bei Netzspannungsänderung: ≤ 0.01 % + 3 mV
  bei Laständerung: ≤ 0.01 % + 3 mV, ≤ 0.02 % + 5 mV bei 5 A Typen

Tracking - Seriellbetrieb :

- positive - negative Ausgangsspannung
  wie bei Parallelbetrieb,
  Slave Tracking Fehler : ≤ 0.5 % + 10 mV vom Master
- Änderung bei doppelter Ausgangsspannung
  bei Netzspannungsänderung: ≤ 0.01 % + 5 mV
  bei Laständerung: ≤ 300 mV

5 Volt Ausgang :

- Genauigkeit: 5 V ± 0.25 V
- max. Ausgangsstrom: 3 A
- Änderung der Ausgangsspannung
  bei Netzspannungsänderung: ≤ 5 mV
  bei Laständerung: ≤ 10 mV

Anzeigen :

- Digitalausführung : 3½ stellige, 13 mm hohe rote LED Anzeige
  umschaltbar Strom / Spannung
  Genauigkeit: ± (0.5 % des Messwertes + 2 digits)
- Analogausführung : 50 mm große Zeigerinstrumente
  getrennt für Strom und Spannung
  Genauigkeit: Klasse 2.5

Isolierung nach Chassis (Schutzleiter): >20 MΩ (500 V DC)
Isolierung zwischen Chassis und Netz: >30 MΩ (500 V DC)

<u>Erläuterungen zur Oszilloskopsoftware “Oszi“ unter Windows:</u>

- Starten der Software durch Doppelklicken auf das Icon **Oszi** in der Programmgruppe **Oszi-SW**

Oszilloskopbild einlesen:

- Zunächst Oszilloskopbild einlesen: Mit dem Menü **Bilder/Einlesen Bild**
- Das eingelesene Bild kann als TIF-,BMP- oder PCX-Datei abgespeichert werden.
- Speichern Sie das Bild im folgenden Directory als <u>BMP-Bild</u> **c:\labor\vers-Nr.\aNr._bildNr.bmp**
z.B. c:\labor\vers1\a4_bild1.bmp

Ausdrucken eines Bildes:

- Zum Ausdrucken des Bildes müssen Sie die entsprechende Datei öffnen.
- Dies geht mit dem Menü **Bilder/Öffnen Datei**
- Ausdruck des Bildschirmes mit dem Menü **Bilder/Drucken Bild**

- Bild nur am PC anschauen, ohne auszudrucken mit dem Menü **Bilder/Anzeigen Bild**