

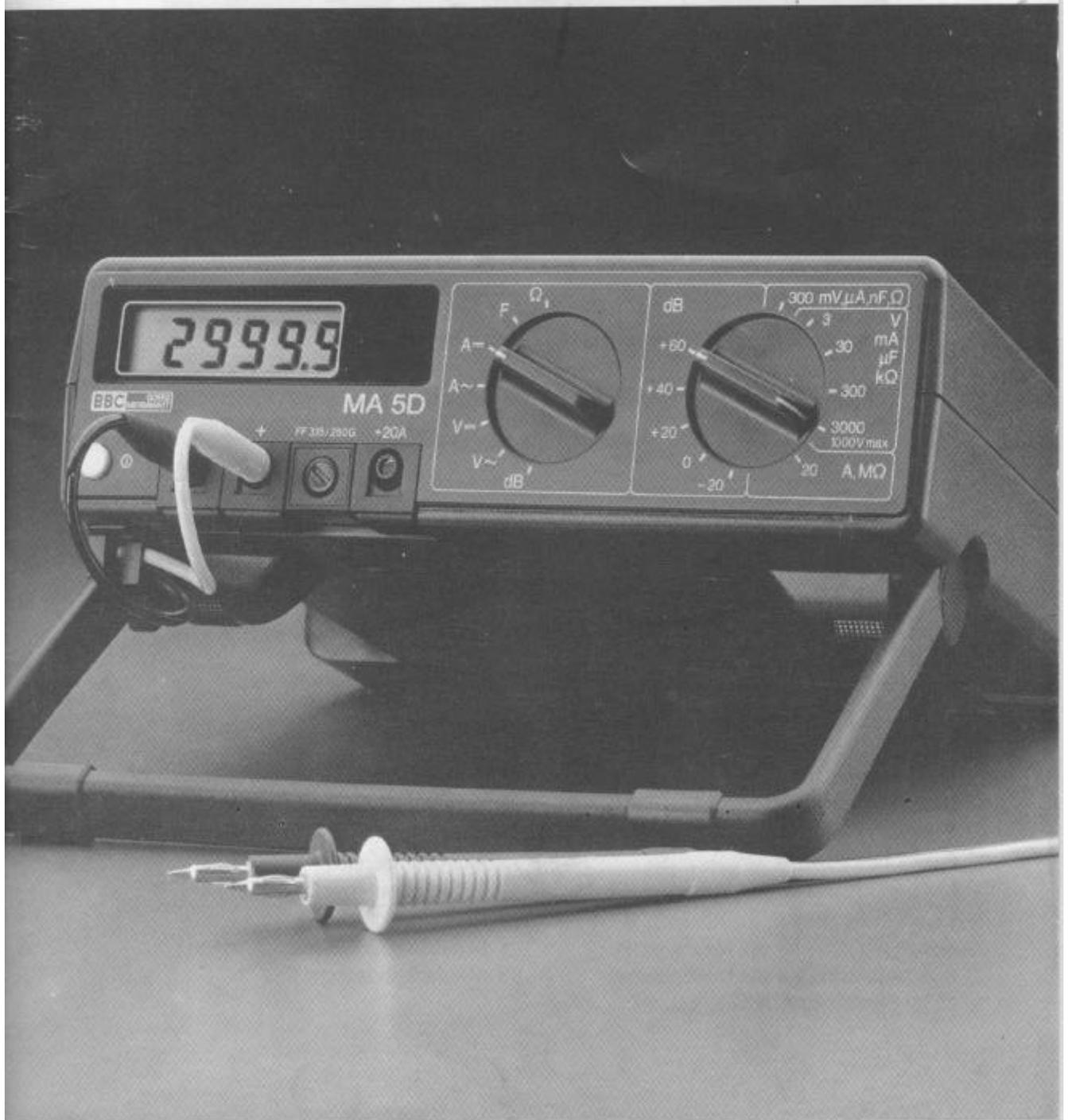
BBC GOERZ
BROWN BOWEN METRAWATT

MA 5D (P)

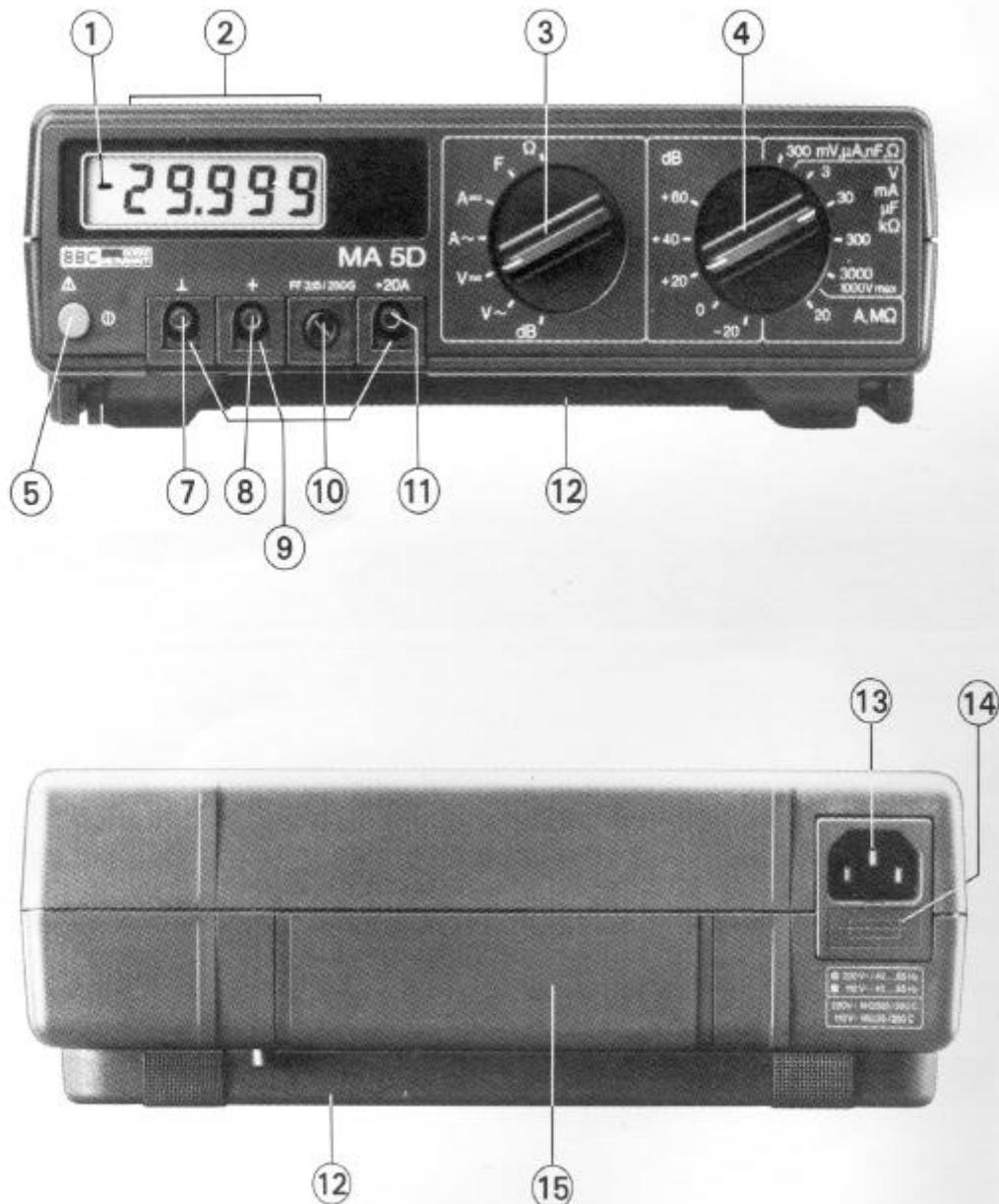
Digital-Multimeter

Nr. 3.348.455.01

Bedienungsanleitung



Achtung: Das Digital-Multimeter MA 5D ist entsprechend den Sicherheitsbestimmungen VDE 0411/ DIN 57 411 gebaut. Es gewährleistet bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Sicherheit des Gerätes und des Bedienenden. Deren Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird. Es ist deshalb unerlässlich, vor dem Einsatz des MA 5D diese Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen und sie in allen Punkten zu befolgen.



- | | |
|---|--|
| ① Minuszeichen, erscheint wenn der positive Pol am Eingang ⑦ | ⑨ Schnellspanneinrichtung |
| ② Ziffernanzeige | ⑩ Schmelzsicherung für Meßkreis |
| ③ Funktionsschalter | ⑪ Anschlußbuchse „+ 20 A“ für höchsten Strommeßbereich |
| ④ Meßbereichschalter | ⑫ Aufstellbügel bzw. Tragegriff |
| ⑤ EIN/AUS-Schalter | ⑬ Netzanschlußstecker |
| ⑦ Anschlußbuchse für alle Meßbereiche | ⑭ Schublade für Netzsicherung |
| ⑧ Anschlußbuchse für alle Meßbereiche außer Bereich 20 A, hohes Potential | ⑮ Akkufachabdeckung |

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Beschreibung	4
1.1 Allgemeines	4
1.2 Wirkungsweise	4
2. Technische Kennwerte	6
3. Überlastungsschutz	10
4. Bedienung	11
4.1 Bedienungselemente, Anzeige	11
4.2 Inbetriebnahme	12
4.2.1 Netzbetrieb	12
4.2.2 Akkubetrieb	13
4.2.3 Laden des Block-Akkus	13
4.2.4 Allgemeine Funktionskontrolle	13
4.3 Sicherheitsvorkehrungen	14
4.4 Spannungsmessung, Pegelmessung	14
4.4.1 Spannungsmessung	15
4.4.2 Pegelmessung	15
4.5 Strommessung	15
4.5.1 Ströme bis 20 A (kurzzeitig bis 30 A), direkter Anschluß	16
4.5.2 Wechselströme mit (Zangen-) Stromwandlern	16
4.6 Widerstandsmessung	17
4.6.1 Diodentest	17
4.7 Kapazitätsmessung	18
5. Wartung	19
5.1 Block-Akku	19
5.2 Schmelzsicherungen	19
5.2.1 Meßstromkreis	19
5.2.2 Netzstromkreis	19
5.3 Gehäuse	20
6. Reparatur- und Ersatzteil-Service	20

1. Beschreibung

1.1 Allgemeines

Das MA 5D ist ein komfortables und universelles Digital-Multimeter mit $\pm 30\,000$ Digits. Es ist in allen Bereichen der elektrotechnischen Praxis einsetzbar, wie z. B. in Forschung und Entwicklung, im Prüffeld, im Service, in der Fertigung, im Betrieb und in der Schulung.

Sein Eingangswiderstand beträgt in allen Spannungsmessbereichen konstant $10\text{ M}\Omega$. In 38 Meßbereichen können Gleich- und Wechselspannungen bis 1000 V , Wechselspannungspegel von -60 dB bis $+62\text{ dB}$, Gleich- und Wechselströme bis 20 A (kurzzeitig bis 30 A), Widerstände bis $20\text{ M}\Omega$ und Kapazitäten bis $3000\text{ }\mu\text{F}$ gemessen werden. In den Wechselgrößenmessbereichen wird der echte Effektivwert gemessen.

Mehrere gut aufeinander abgestimmte Schutzeinrichtungen schützen das Gerät gegen Beschädigung bei falscher Bedienung und Überlastung innerhalb der angegebenen Grenzwerte für Überlast:

- Überdimensionierte Präzisionswiderstände und Leistungsschutzwiderstände
- Schmelzsicherung in Verbindung mit Leistungsschutzdioden
- Überspannungsableiter

Das MA 5D ist mit einer Flüssigkristallanzeige (LCD) ausgerüstet, die auch bei großer Umgebungshelligkeit einen hohen Kontrast gewährleistet. Der Ziffernumfang beträgt $29\,999$ Digit.

Das Gerät kann wahlweise am Netz oder mit einem Block-Akku 4 RSH 1,2/NiCd betrieben werden. Das Ladegerät ist eingebaut. Mit vollständig geladenem Akku ist ein Dauerbetrieb von ca. 9 Stunden möglich.

Die Anschlußbuchsen sind gegen zufälliges Berühren geschützt. Es können sowohl die speziellen Meßleitungen, die gegen zufälliges Berühren geschützt sind (Kabelset KS 17), als auch alle Meßleitungen mit handelsüblichen Bananensteckern (Durchmesser 4 mm) angesteckt werden.

Drahtenden, Bauelemente und Kabelschuhe bis $9 \times 2,5\text{ mm}$ lassen sich einfach und schnell an die Schnellspannklemmen ⑨ anschließen.

Das MA 5D arbeitet in allen Lagen. Mit dem Bügel ⑫, der in mehreren Stellungen arretiert werden kann, läßt sich das Gerät in verschiedene Schräglagen stellen. Der Bügel ist gleichzeitig Traggriff für den Transport.

1.2 Wirkungsweise

Die Meßgröße wird über den Funktionsschalter (S 1a) ③ den entsprechenden Meßschaltungen zugeführt:

Gleich- und Wechselstrom den Präzisionswiderständen (A), Gleich- und Wechselspannung dem Präzisionsspannungsteiler (V), Widerstände dem Widerstandsumsetzer (Ω) und Kapazitäten dem Kapazitätsumsetzer (F).

Bei Gleichspannung bzw. -strom wird die Meßgröße direkt dem Analog-Digital-Wandler (ADU) zugeführt. Bei Wechselspannung bzw. -strom wird über die zweite Ebene des Funktionsschalters (S 1b) der Effektivwertwandler (E) zwischengeschaltet, so daß am Eingang des ADU in allen Spannungs- und Strommessbereichen eine gleich große, der Meßgröße proportionale Gleichspannung anliegt.

Der Analog-Digital-Wandler (ADU) arbeitet nach dem Zweirampen- oder Dual-Slope-Verfahren und ist somit ein Verhältnis- oder Ratiometer, d. h., er bildet das Verhältnis zwischen der Eingangsgröße und einer Referenzgröße.

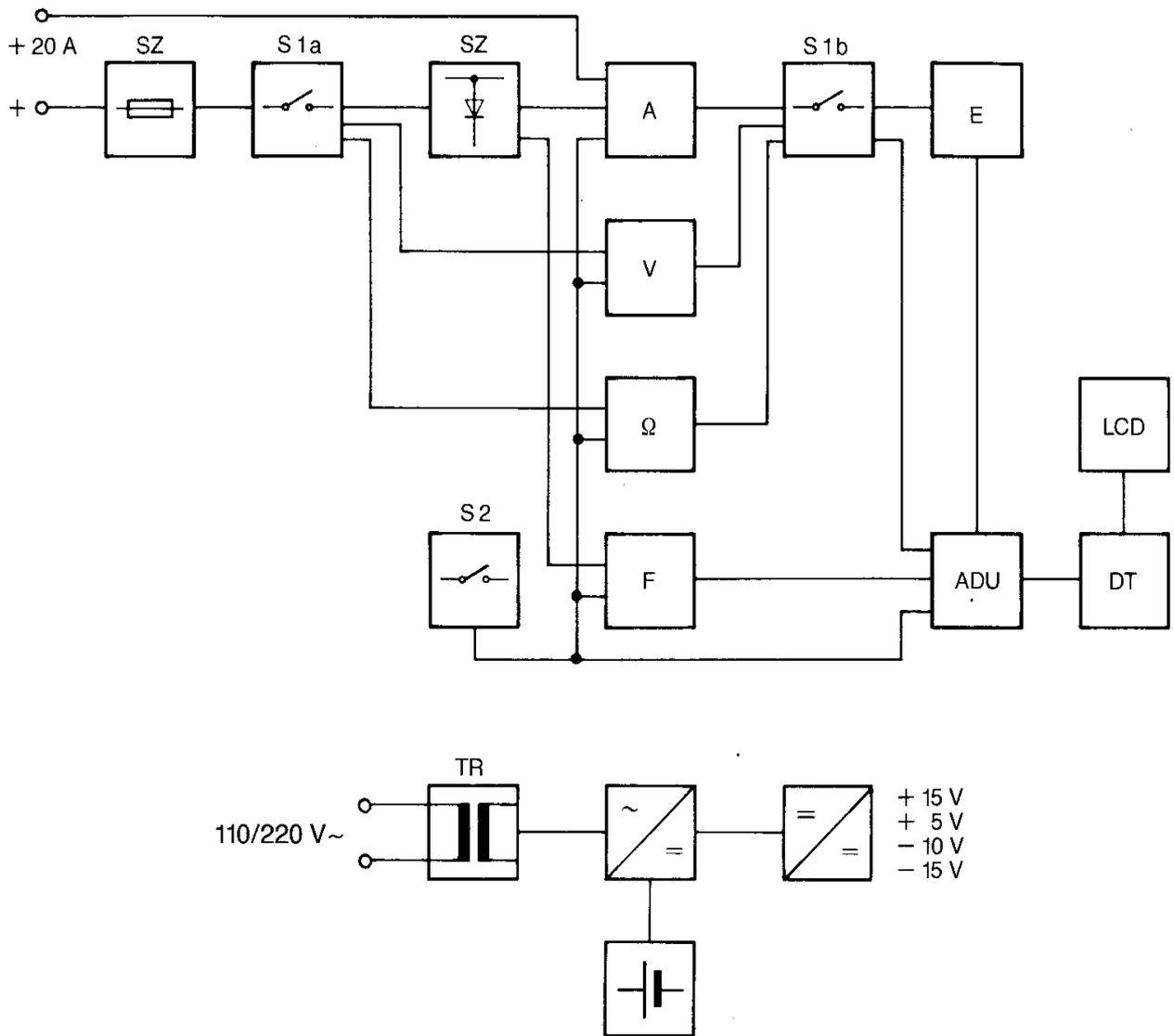
Diese Eigenschaft des ADU wird bei der Widerstandsmessung ausgenutzt. Er vergleicht den Spannungsabfall eines zu messenden Widerstandes mit dem eines Referenzwiderstandes und setzt ihn ins Verhältnis.

Bei der Kapazitätsmessung wird der ADU als Zähler verwendet.

Die digitale Information, die am Ausgang des ADU in BCD-Form vorliegt, wird vom Dekodierer/Treiber (DT) in 7-Segment-Information umgesetzt und auf der Flüssigkristallanzeige (LCD) angezeigt.

Mit dem Meßbereichschalter (S 2) ④ werden die verschiedenen Bereiche innerhalb der Funktion gewählt. Die Schutzeinrichtungen (SZ) schützen das Gerät bei Überlastung.

Der Netztrafo (TR), die Gleichrichtung ($\sim/\text{=}$) und der Gleichspannungswandler ($\text{=}/\text{=}$) erzeugen die Hilfsspannungen bei Netz- und Akkubetrieb.



- | | | | |
|-----|-----------------------------|-----|--------------------------------------|
| A | = Nebenwiderstände (Shunts) | SZ | = Schutzeinrichtungen |
| ADU | = Analog-Digital-Wandler | TR | = Netztrafo |
| DT | = Dekodierer/Treiber | V | = Spannungsteiler |
| E | = Effektivwertwandler | Ω | = Widerstandsumsetzer (Ratiomessung) |
| F | = Kapazitätsumsetzer | ~/= | = Gleichrichtung |
| LCD | = Flüssigkristallanzeige | =/= | = Gleichspannungswandler |
| S 1 | = Funktionsschalter | ⌊ | = Akku |
| S 2 | = Meßbereichschalter | | |

Bild 1 Prinzipschaltung des MA 5D

2. Technische Kennwerte

Meßbereiche

Gleich- und Wechselspannung	Grundfehler		Auflösung	Eingangsimpedanz
	Gleichspannung	Wechselspannung		
300,00 mV \approx	$\pm (0,05\% \text{ v.M.} + 2D)$	$\pm (0,25\% \text{ v.M.} + 20D)$	10 μV	10 M Ω // 100 pF
3,0000 V \approx			100 μV	
30,000 V \approx			1 mV	
300,00 V \approx			10 mV	
1000,0 V \approx			100 mV	

Gleich- und Wechselstrom	Grundfehler		Auflösung	Spannungsabfall
	Gleichstrom	Wechselstrom		
300,00 $\mu\text{A}\approx$	$\pm (0,35\% \text{ v.M.} + 2D)$	$\pm (0,5\% \text{ v.M.} + 20D)$	10 nA	ca. 300 mV
3,0000 mA \approx			100 nA	ca. 300 mV
30,000 mA \approx			1 μA	ca. 300 mV
300,00 mA \approx			10 μA	ca. 300 mV
3000,0 mA \approx			100 μA	ca. 600 mV
20,000 A \approx (30,000 A \approx)			1 mA	ca. 300 mV (ca. 450 mV)

Widerstand	Grundfehler	Auflösung	Spannung bei Meßbereichendwert	Leerlaufspannung (Potential gegen \perp)
3,0000 k Ω	$\pm (0,1\% \text{ v. M.} + 2 D)$	100 m Ω	ca. 1,5 V ¹⁾	ca. 2,2 V
30,000 k Ω	$\pm (0,1\% \text{ v. M.} + 2 D)$	1 Ω	ca. 1,7 V	ca. 2,2 V
300,00 k Ω	$\pm (0,1\% \text{ v. M.} + 2 D)$	10 Ω	ca. 1,7 V	ca. 2,2 V
3000,0 k Ω	$\pm (0,2\% \text{ v. M.} + 3 D)$	100 Ω	ca. 1,7 V	ca. 2,2 V
20,000 M Ω	$\pm (0,5\% \text{ v. M.} + 3 D)$	1 k Ω	ca. 1,7 V	ca. 2,2 V

Kapazität	Grundfehler	Auflösung	min. zul. Parallelwiderstand R_{pmin}	Leerlaufspannung ⁷⁾
3,0000 μF	100 pF	100 M Ω	ca. 1,5 V	
30,000 μF	1 nF	10 M Ω	ca. 1,5 V	
300,00 μF	10 nF	1 M Ω	ca. 1,5 V	
3000,0 μF	100 nF	100 k Ω	ca. 1,5 V	

Wechselspannungspegel ⁴⁾ Bereichskennwerte	Meßbereich	Anzeigeumfang ⁵⁾	Auflösung	Eingangsimpedanz
- 20 dB ⁵⁾	-60,00 ... 0,00 dB	-40 ... +20 dB	0,01 dB	10 M Ω // 100 pF
0 dB ⁵⁾	-40,00 ... +20,00 dB	-40 ... +20 dB	0,01 dB	
+ 20 dB ⁵⁾	-20,00 ... +40,00 dB	-40 ... +20 dB	0,01 dB	
+ 40 dB ⁵⁾	0,00 ... +60,00 dB	-40 ... +20 dB	0,01 dB	
+ 60 dB ⁵⁾	+20,00 ... +62,00 dB	-40 ... + 3 dB	0,01 dB	

1) Konstantstrom 0,5 mA

2) bei Umgebungstemperatur + 5 °C ... + 40 °C

3) Überlastungsschutz durch G-Schmelzeinsatz FF 3,15/250 G (5 \emptyset x 20 mm) in Verbindung mit Leistungsdioden. Überlastgrenze von Schmelzsicherung und Dioden $I = 200 \text{ A}$ bei $U_{\text{eff}} = 250 \text{ V}$ bzw. $\dot{U} = 350 \text{ V}$ (+ 5 °C ... + 40 °C, ohmsche Last).

4) 0 dB $\hat{=}$ 0,775 V, d. h. 1 mW an 600 Ω

5) Anzeigewert (dB) + Bereichskennwert (dB) = Meßwert (dB)

6) bezogen auf den gemessenen Wert abzüglich dem Widerstandswert, der bei Klemmenkurzschluß ermittelt wird

7) max. Meßstrom bei kurzgeschlossenem Eingang $I_k \leq 35 \text{ mA}$

8) Abgleich bei 1 kHz

Überlastbarkeit ²⁾	
Überlastwert	Überlastzeit
$U_{\text{eff}} \leq 1000 \text{ V}, \hat{U} \leq 1500 \text{ V}$	dauernd
$U_{\text{eff}} \leq 1200 \text{ V}, \hat{U} \leq 1700 \text{ V}$	dauernd

Gebrauchsfehler bei $23^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$	
Gleichspannung	Wechselspannung
$\pm (0,07 \% \text{ v. M.} + 2\text{D})$	$\pm (0,3 \% \text{ v. M.} + 23\text{D})$

Überlastbarkeit ²⁾	
Überlastwert	Überlastzeit
$I \leq 3,0 \text{ A}^{3)}$	$t \leq 5 \text{ min}$
$I \leq 3,6 \text{ A}^{3)}$	dauernd
$I \leq 24 \text{ A}$	dauernd
$I \leq 30 \text{ A}$	$t \leq 10 \text{ s}$

Gebrauchsfehler bei $23^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$	
Gleichstrom	Wechselstrom
$\pm (0,4 \% \text{ v. M.} + 3\text{D})$	$\pm (0,6 \% \text{ v. M.} + 23\text{D})$

Überlastbarkeit ²⁾	
Überlastwert	Überlastzeit
$U_{\text{eff}} \leq 250 \text{ V}, \hat{U} \leq 350 \text{ V}$	dauernd

Gebrauchsfehler bei $23^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$	
$\pm (0,3 \% \text{ v. M.} + 3\text{D})$ $\pm (0,25 \% \text{ v. M.} + 3\text{D})$ $\pm (0,25 \% \text{ v. M.} + 3\text{D})$ $\pm (0,25 \% \text{ v. M.} + 3\text{D})$ $\pm (0,6 \% \text{ v. M.} + 4\text{D})$	

Überlastbarkeit ²⁾	
Überlastwert	Überlastzeit
$I \leq 3,0 \text{ A}^{3)}$	$t \leq 5 \text{ min}$

Gebrauchsfehler bei $23^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$	
$\pm (0,85 \% \text{ v. M.} + 6\text{D})$	

Überlastbarkeit ²⁾	
Überlastwert	Überlastzeit
$U_{\text{eff}} \leq 1000 \text{ V}, \hat{U} \leq 1500 \text{ V}$	dauernd
$U_{\text{eff}} \leq 1200 \text{ V}, \hat{U} \leq 1700 \text{ V}$	dauernd

Fehlergrenzen für alle Wechselspannungspegel-Meßbereiche⁸⁾:

Teil des Anzeigeumfangs	Grundfehler bei 45 Hz ... 1 kHz	Gebrauchsfehler bei 45 Hz ... 1 kHz und $23^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$
$-40 \dots < -20 \text{ dB}$	$\pm 0,5 \text{ dB}$	$\pm 0,55 \text{ dB}$
$-20 \dots 0 \text{ dB}$	$\pm 0,2 \text{ dB}$	$\pm 0,25 \text{ dB}$
$> 0 \dots +20 \text{ dB}$	$\pm 0,3 \text{ dB}$	$\pm 0,35 \text{ dB}$

Referenzbedingungen

Umgebungstemperatur	+ 23 °C ± 2 K
Feuchte	45 % ... 55 % rel. Feuchte
Frequenz der Meßgröße	bei V~/A~ 45 ... 65 Hz bei dB 45 Hz ... 1 kHz
Kurvenform der Meßgröße	sinusförmig, Klirrfaktor ≤ 1 %, Crestfaktor 1,35 ... 1,50
Netzspannung	220 V ± 5 %, 45 ... 65 Hz

Einflußgrößen und Einflußeffekte

Einflußgröße	Einflußbereich	Einflußeffekt	Meßgröße/Meßbereich										
Temperatur	+ 5 °C ... + 21 °C und + 25 °C ... + 40 °C	TK=±(0,03% v.M. + 1 D)/10K	Gleichspannung										
		TK=±(0,25% v.M. + 20 D)/10K	Wechselspannung										
		TK=±(0,2 % v.M. + 2 D)/10K	Gleichstrom										
		TK=±(0,5 % v.M. + 20 D)/10K	Wechselstrom										
		TK=±(0,2 % v.M. + 2 D)/10K	Widerstand 300 Ω ... 3000 kΩ										
		TK=±(0,5 % v.M. + 2 D)/10K	Widerstand 20 MΩ										
		TK=±(0,75% v.M. + 5 D)/10K	Kapazität										
		TK=±0,2dB/10K	Wechselspannungspegel										
Frequenz der Meßgröße	15 Hz ... < 45 Hz	± (1 % v. M. + 10 D)	Wechselspannung										
	> 65 Hz ... 20 kHz	± (0,75 % v. M. + 10 D)											
	15 Hz ... < 45 Hz > 65 Hz ... 1 kHz	± (0,5 % v. M. + 10 D)	Wechselstrom										
	15 Hz ... < 45 Hz	± 0,2 dB	Pegel, Anzeigeber. -40 ... < -20 dB										
	15 Hz ... < 45 Hz > 1 kHz ... 20 kHz	± 0,2 dB	Pegel, Anzeigeber. -20 ... +20 dB										
Kurvenform der Meßgröße	1 ... < 1,35 Crestfaktor CF > 1,50 ... 3	± 0,25 %	Wechselspannung und Wechselstrom										
	> 3 ... 7	± 1 %											
<p>Der zulässige Crestfaktor CF der zu messenden Wechselgröße ist abhängig vom angezeigten Wert und entspricht folgender Kurve:</p> <table border="1"> <caption>Data points for the Crest Factor vs. Digits curve</caption> <thead> <tr> <th>Number of Digits (V/digit, A/digit)</th> <th>Crest Factor (CF)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15000</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>20000</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>30000</td> <td>3.5</td> </tr> </tbody> </table>				Number of Digits (V/digit, A/digit)	Crest Factor (CF)	0	7	15000	7	20000	5	30000	3.5
Number of Digits (V/digit, A/digit)	Crest Factor (CF)												
0	7												
15000	7												
20000	5												
30000	3.5												

Einflußgröße	Einflußbereich	Dämpfung	Meßgröße
Gleichtaktstörspannung	Störgröße max. 1000 V—	≥ 120 dB	Gleich- und Wechselspannung
	Störgröße max. 1000 V~ 50 Hz, 60 Hz, sinus	≥ 120 dB	
Serienstörspannung	Störgröße V~ 2facher Meßbereich- endwert, max. 1000 V~ 50 Hz, 60 Hz, sinus	≥ 60 dB	Gleichspannung
	Störgröße max. 1000 V—	≥ 60 dB	Wechselspannung

Einstellzeit

bei V—	≤ 1 s
bei V~	≤ 2 s (Anzeige > 2000 Digit)
bei A—	≤ 1 s
bei A~	≤ 2 s (Anzeige > 2000 Digit)
bei Ω Bereiche 3 . . . 3000 k Ω	≤ 2 s
Bereiche 300 Ω , 20 M Ω	≤ 5 s
bei F	≤ 2 s
bei dB	≤ 2 s

Digital-Anzeige

Anzeigeart	7-Segment-Flüssigkristallanzeige
Ziffernhöhe	12,6 mm
Stellenzahl	4 ³ / ₄ Stellen \cong 30 000 Anzeigeschritte
Meßbereichendwert	29 999
Überlaufanzeige	nur die linke Ziffer „2“ und das Bereichskomma werden angezeigt
Polaritätsanzeige	„—“ Vorzeichen zeigt negative Polarität an, auch bei Überlauf (Pluspol liegt an „+“-Buchse) Kein Vorzeichen bedeutet positive Polarität.
Kommaumschaltung	durch Meßbereichschalter

Analog-Digital-Umsetzung (ADU)

Verfahren	Dual-Slope mit automatischer Nullpunktkorrektur.
Meßrate	ca. 1,5 Messungen/s

Stromversorgung

Netzbetrieb	Nennspannung 220 V~ $\pm 10\%$, 45 . . . 65 Hz oder Nennspannung 110 V~ $\pm 10\%$, 45 . . . 65 Hz
Akkubetrieb	Nennspannung 4,8 V— Bestückung mit einem Block-Akku 4 RSH 1,2/NiCd mit völlig geladenen NiCd-Akkus ca. 9 Stunden
Betriebsdauer	Ladung direkt über eingebautes Netzteil. Ladedauer bei ausgeschaltetem Gerät ca. 18 Stunden.
Ladung der NiCd-Akkus	Ladedauer bei eingeschaltetem Gerät ca. 28 Stunden. automatisch.
Batterietest	Bei Unterschreiten der unteren Akkuspannungsgrenze erscheinen zusätzlich zur Ziffern- und Kommaanzeige Doppelpunkte zwischen der ersten und der zweiten Stelle und zwischen der dritten und der vierten Stelle der Anzeige. Der Block-Akku muß sofort geladen werden. Bei weiterer Entladung des Akkus erlischt die Anzeige.

Schmelzsicherungen

Meßkreis	FF 3,15/250 G ⁹⁾ , 5 Ø x 20 mm schützt in Verbindung mit Leistungsschutzdioden alle Strombereiche (außer Bereich 20 A) und alle Kapazitätsmeßbereiche. Schaltvermögen der Schmelzsicherung: 1500 A~ bei 250 V. Schaltvermögen der Schmelzsicherung in Verbindung mit den Leistungsdioden: I = 200 A bei U _{eff} = 250 V bzw. $\hat{U} = 350$ V (+ 5 °C . . . + 40 °C, ohmsche Last)
Netzkreis	M 0,032/250 C, 5 Ø x 20 mm, DIN 41571 ⁹⁾ bei Netzspannung 220 V~. Schaltvermögen der Schmelzsicherung: 20 A~/80 A~ bei 250 V M 0,05/250 C, 5 Ø x 20 mm, DIN 41571 ⁹⁾ bei Netzspannung 110 V~. Schaltvermögen der Schmelzsicherung: 20 A~/80 A~ bei 250 V.

Allgemeines

Arbeitstemperaturbereich	0 . . . + 50 °C
Lagertemperaturbereich	- 25 . . . + 65 °C (ausgenommen Akkus)
Klimaklasse	2 z/0/50/75 % in Anlehnung an VDI/VDE 3540
Schutzart	IP 40 nach DIN 40050, an den Anschlußklemmen IP 20
Schutzklasse	I nach VDE 0411/DIN 57 411 bei Netzbetrieb II nach VDE 0411/DIN 57 411 bei Akkubetrieb
Nennisolationsspannung	1000 V nach VDE 0411/DIN 57 411
Prüfspannungen	Netz — Schutzleiter 1,5 kV~ (Netz + Schutzleiter) — Gehäuse 3 kV~ Meßkreis — (Netz + Schutzleiter) 6 kV~ Meßkreis — Gehäuse 6 kV~ nach VDE 0411/DIN 57 411
Isolationsgruppe	A nach VDE 0110
Abmessungen	250 mm x 83 mm x 210 mm
Gewicht	ca. 1,8 kg ohne Akkus

⁹⁾ Im Fachhandel erhältlich.

3. Überlastungsschutz

Achtung: Bei Messungen an induktiven Kreisen (z. B. an Wandlern, Trafos, Motoren usw.) darf bei angeschlossenem Meßgerät der Meßkreis **nicht** unterbrochen werden! Es können leistungsstarke Spannungsspitzen von mehreren kV auftreten, die zur Zerstörung des Gerätes führen!

Spannungs-, Pegel- und Widerstandsmeßbereiche

Die Spannungs-, Pegel- und Widerstandsmeßbereiche sind auf Grund des sehr hohen Innenwiderstandes, durch Überdimensionierung der Präzisionswiderstände und durch spezielle Schutzwiderstände wie folgt dauernd überlastbar:

		zulässige Dauerüberlastung
Spannung und Pegel	Bereiche 300 mV, 3 V, -20 dB, 0 dB alle anderen Bereiche	U _{eff} ≤ 1000 V; $\hat{U} \leq 1500$ V U _{eff} ≤ 1200 V; $\hat{U} \leq 1700$ V
Widerstand	alle Bereiche	U _{eff} ≤ 250 V; $\hat{U} \leq 350$ V

Strom- und Kapazitätsmeßbereiche

Der superflinke G-Schmelzeinsatz FF 3,15/250 G schützt in Verbindung mit Leistungsdioden die Strombereiche 300 μ A, 3 mA, 30 mA, 300 mA und 3000 mA sowie alle Kapazitätsmeßbereiche.

Überlastbarkeit

Bereich 3000 mA: dauernd max. 3,6 A;

alle anderen oben angegebenen Bereiche: 3 A für max. 5 min von Schmelzsicherung und Dioden:

Überlastgrenze

$I = 200$ A bei $U_{\text{eff}} = 250$ V bzw. $\dot{U} = 350$ V

bei Temperatur + 5 °C . . . + 40 °C und ohmscher Last

Nach dem Auslösen der Sicherung sind alle Meßbereiche, außer Bereich 20 A, unterbrochen.

Der **Bereich 20 A** ist nicht mit Schutzeinrichtungen ausgerüstet; Überlastbarkeit: 24 A dauernd; 30 A für 10 Sekunden.

Überspannungsableiter

Der Überspannungsableiter verhindert Beschädigungen an der Isolation bei leistungsarmen Spannungs-Spitzen über ca. 2,5 kV.

Netzsicherung

Der mittelträge Schmelzeinsatz M 0,032/250 C DIN 41571 liegt im Netzkreis und schützt das Gerät bei primärseitig entstehenden Windungsanschlüssen im Trafo. Im übrigen ist der Trafo kurzschlußfest ausgeführt.

Bei einer Netzspannung von 110 V~ muß die Sicherung gegen einen Schmelzeinsatz M 0,05/250 C DIN 41571 ausgetauscht werden (siehe Abschnitt 4.2).

4. Bedienung

4.1 Bedienungselemente, Anzeige

EIN/AUS-Schalter ⑤

Der Druckschalter ⑤ dient zum Ein- und Ausschalten des Gerätes. Er sollte im netzunabhängigen Betrieb bei länger andauernden Meßpausen in die „AUS“-Stellung gebracht werden, damit der Akku nicht unnötig belastet wird. Mit vollständig geladenem Akku ist ein Dauerbetrieb von ca. 9 Stunden möglich.

Hinweis: Bei angeschlossenem Netz wird der Block-Akku sowohl in Schalterstellung „AUS“ als auch in Schalterstellung „EIN“ geladen.

Bei ständigem Netzanschluß sollte der Block-Akku aus dem Gerät herausgenommen werden, da seine Lebensdauer bei Dauerladung sinkt (siehe hierzu auch Abschnitt 4.2.3).

Funktionsschalter ③

Mit dem Funktionsschalter ③ wird der Eingang des Meßgerätes auf den dazugehörigen Meßkreis geschaltet.

Meßbereichschalter ④

Mit dem Meßbereichschalter ④ können die Meßbereiche innerhalb der gewählten Funktion eingestellt werden. Bei der Messung von Spannungen und Strömen unbekannter Größe ist **zuerst der höchste Meßbereich** zu wählen! Dann ist auf niedrigere Meßbereiche weiterzuschalten bis die optimale Anzeige erreicht ist.

Achtung: Meßbereich ④ — und Funktionsschalter ③ nicht unter Überlast schalten! Erst Überlastursache beseitigen, dann schalten!

Ziffernanzeige ②

Die digitale Meßwertanzeige erfolgt mit einer Flüssigkristallanzeige (LCD). Die Anzeigeeinheit beinhaltet 5 Ziffern, wobei die Ziffer mit der höchsten Wertigkeit bis „2“ ausgenutzt wird. Der Meßwert wird kommarichtig und vorzeichenrichtig angezeigt. Bei der Messung von Gleichgrößen erscheint ein Minuszeichen ① vor den Ziffern ②, wenn der positive Pol der Meßgröße am „-“-Eingang ⑦ anliegt.

Bei Überschreiten des Meßbereichendwertes 29999 wird die Anzeige ausgeblendet, es wird nur die (linke) „2“ und das Bereichskomma angezeigt.

Bei Unterschreiten des unteren Grenzwertes für die Akkuspannung erscheinen zusätzlich zur Anzeige und zum Komma Doppelpunkte zwischen der ersten (höchste Wertigkeit) und zweiten Stelle und zwischen der dritten und vierten Stelle.

Anschlußbuchsen ⑦, ⑧ und ⑪

Das Gerät besitzt für den Meßeingang drei Anschlußbuchsen. Die Buchse „-“ ⑦ ist der gemeinsame Anschluß für alle Meßbereiche, an dem das erdnahe Potential der Meßgröße angelegt wird. Dieser Eingang ist mit der Abschirmung im Gerät verbunden.

Die Buchse „+ 20 A“ ⑪ ist nur für den höchsten Strommeßbereich 20 A \approx bestimmt, während die Buchse „+“ ⑧ für den Anschluß aller weiteren Meßbereiche vorgesehen ist.

Jede der drei Buchsen ist mit einer Schnellspanneinrichtung ⑨ ausgerüstet, mit der Anschlußdrähte von Bauteilen und Drähte bis 2,5 mm² sowie Kabelschuhe bis 9 mm Breite einfach und schnell angeklemmt werden können.

Aufstellbügel ⑫

Mit dem Bügel ⑫ kann das MA 5D in mehrere Schräglagen gestellt werden. Zu diesem Zweck ist das Gerät auf die Oberseite zu legen und beide Bügelenden nach innen zu drücken. Gleichzeitig ist der Bügel in die gewünschte Lage zu drehen.

Der Bügel ist gleichzeitig Traggriff für den Transport. Die Einbuchtung im Gehäuse erlaubt ungehindertes Zufassen.

4.2 Inbetriebnahme

Achtung: Das Gerät darf ohne Akkufachdeckel nicht betrieben werden!

4.2.1 Netzbetrieb

Bei Netzbetrieb erfolgt die Stromversorgung des MA 5D am 220 V- oder 110 V-Netz über das beigegefügte Netzanschlußkabel.

Achtung: Bei Auslieferung ist das Gerät für eine Netzspannung von 220 V \sim eingestellt!

Für eine Netzspannung von 110 V \sim ist der Schalter im Inneren des Gerätes in Stellung „110“ zu bringen. Zu diesem Zweck ist das Gehäuse zu öffnen.

Achtung: Vor Lösen der Schrauben **Netz und Meßleitungen abtrennen!**

Nach Umschalten auf Netzspannung 110 V \sim ist die Netzsicherung ⑭ gegen eine M 0,05/250 C auszutauschen. Das Auswechseln der Sicherung ist im Abschnitt 5.2.2 beschrieben. Auf der Bedruckung an der Rückseite des Gerätes ist das Feld 110 V \sim zu markieren.

— Gerät mit Schalter ⑤ einschalten.

4.2.2 Akkubetrieb

Für den Akkubetrieb ist ein Block-Akku 4 RSH 1,2/NiCd in das dafür vorgesehene Fach ⑮ an der Geräterückseite einzusetzen.

Achtung: Vor dem Öffnen des Akkufaches muß das Gerät vom Meßkreis getrennt werden.

- Gerät mit Schalter ⑤ außer Betrieb setzen.
- Meßleitungen vom Gerät trennen.
- Schraubendreher oder ähnlichen Gegenstand in das gekennzeichnete Langloch hineindrücken, Akkufachdeckel ⑮ zurückschieben und abnehmen.
- Block-Akku in richtiger Lage einsetzen.

Achtung: Aus Sicherheitsgründen dürfen **keine Batterien** verwendet werden, sondern nur der Block-Akku 4 RSH 1,2/NiCd.

- Akkufachdeckel ⑮ wieder aufschieben und andrücken bis er einrastet.
- Gerät mit Schalter ⑤ einschalten.

Die Betriebsdauer des Gerätes beträgt bei völlig geladenem Akku ca. 9 Stunden (Dauerbetrieb).

Bei Unterschreiten der minimal zulässigen Akkuspannung erscheinen zusätzlich zur Meßwertanzeige und zum Komma zwei Doppelpunkte zwischen der ersten und zweiten und zwischen der dritten und vierten Stelle. Der **Block-Akku** ist dann **sofort zu laden**. Er sollte nicht völlig entladen werden, da dadurch seine Lebensdauer erheblich verkürzt wird.

4.2.3 Laden des Block-Akkus

Zum Laden des Block-Akkus ist das Gerät an das Netz anzuschließen (Abschnitt 4.2.1 beachten!). Der Akku wird sowohl im ausgeschalteten als auch im eingeschalteten Zustand des Gerätes geladen. Die Dauer bis zum vollständigen Aufladen (Normalladezeit) ist dabei unterschiedlich:

Gerät ausgeschaltet: ≥ 18 Stunden

Gerät eingeschaltet: ≥ 28 Stunden

Achtung: Vor Erstinbetriebnahme des Block-Akkus, wenn er längere Zeit nicht benutzt wurde oder nach Totalentladung, sollte die Normalladezeit auf 36 Stunden verlängert werden, um die volle Leistungsfähigkeit wieder zu erreichen. Die Normalladezeit sollte sonst jedoch nicht wesentlich überschritten werden.

Bei ständigem Netzanschluß sollte der Block-Akku aus dem Gerät herausgenommen werden, da bei Dauerladung seine Lebensdauer sinkt.

Das Laden des Akkus sollte bei Umgebungstemperaturen von $+5^{\circ}\text{C}$ bis $+40^{\circ}\text{C}$ erfolgen.

Bei Temperaturen unter $+5^{\circ}\text{C}$ und über $+40^{\circ}\text{C}$ besteht die Gefahr, daß der Akku während des Ladens beschädigt wird.

Zum Aufladen eines völlig entladenen Block-Akkus ist das MA 5D zunächst einige Minuten im ausgeschalteten Zustand (Schalter ⑤ in Stellung „AUS“) vom Netz zu versorgen. Im eingeschalteten Zustand würde beim Beginn des Ladens keine LCD-Anzeige erscheinen.

4.2.4 Allgemeine Funktionskontrolle

- Schalter ⑤ drücken; das Gerät wird eingeschaltet.
 - Die beiden Buchsen „ \perp “ ⑦ und „+“ ⑧ kurzschließen.
 - Funktionsschalter ③ in Stellung „ Ω “ und Meßbereichschalter ④ in Stellung „ $30\text{ k}\Omega$ “ bringen.
Es werden angezeigt: 00,000 + 2 Digit.
 - Kurzschluß auftrennen. Die Ziffernanzeige verschwindet, nur die (linke) Ziffer „2“ und das Bereichskomma sind sichtbar.
Das Gerät befindet sich im „Überlauf“.
 - Buchsen wieder kurzschließen. Die Anzeige 00,000 + 2 Digit erscheint wieder.
- Bei Abweichung von diesen genannten Anzeigen siehe Abschnitt 6.

4.3 Sicherheitsvorkehrungen

Das MA 5D ist entsprechend den Sicherheitsbestimmungen VDE 0411/DIN 57 411 gebaut. Es gewährleistet bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Sicherheit des Gerätes und des Bedienenden. Deren Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird. Folgende allgemeine Sicherheitsvorkehrungen sind zu beachten:

- Das Gerät darf nur von Personen bedient werden, die in der Lage sind, Berührungsgefahren zu erkennen und Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- Berührungsgefahr besteht überall dort, wo Spannungen auftreten können, die größer sind als 50 V gegen Erde.
- Wenn Messungen durchgeführt werden, bei denen Berührungsgefahr besteht, dann darf nicht alleine gearbeitet werden. Eine zweite Person ist hinzuzuziehen.
- Es muß damit gerechnet werden, daß an Meßobjekten (z. B. an defekten Geräten) unvorhergesehene Spannungen auftreten können. Kondensatoren können z. B. gefährlich geladen sein!
- Die Meßleitungen dürfen nicht beschädigt sein, z. B. durch Risse oder gebrochene Stellen.
- In Stromkreisen mit Koronaentladung (Hochspannung!) dürfen mit dem MA 5D keine Messungen durchgeführt werden.
- Besondere Vorsicht ist geboten, wenn in HF-Stromkreisen gemessen wird. Dort können gefährliche Mischspannungen vorhanden sein.
- Messungen bei feuchten Umgebungsbedingungen sind nicht zulässig. Hände, Schuhe, Fußboden und Arbeitsplatz müssen trocken sein.
- Es ist unbedingt darauf zu achten, daß die Meßbereiche nicht mehr als zulässig überlastet werden; siehe Tabelle „Meßbereiche“ im Abschnitt 2. Technische Kennwerte.

Instandsetzung, Austausch von Teilen und Abgleich

Beim Öffnen des Gerätes können spannungsführende Teile freigelegt werden. Vor einer Instandsetzung, einem Austausch von Teilen oder einem Abgleich muß das Gerät vom Meßkreis getrennt werden. Wenn danach eine Reparatur oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf dies nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Fehler und außergewöhnliche Beanspruchungen

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Es ist anzunehmen, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

4.4 Spannungsmessung, Pegelmessung

Achtung: Unabhängig von der Größe der Meßspannung darf bei direktem Anschluß des MA 5D aus Sicherheitsgründen die Summe aus Meßspannung und Spannung gegen Erde 1000 V nicht überschreiten!

Bei Gleichspannungsmessung wird der Mittelwert der Eingangsspannung gemessen. Bei Wechselspannungs- und Pegelmessung wird der echte Effektivwert für reine Wechselgrößen gemessen, d. h. ein Gleichspannungsanteil wird unterdrückt.

Der „L“-Eingang ⑦ sollte nach Möglichkeit unmittelbar an Erde oder an jenen Punkt mit geringstem Potential gegen Erde gelegt werden.

Die Bereiche 300 mV, 3 V, –20 dB sind dauernd bis 1000 V (1500 \hat{V}) überlastbar.

Alle anderen Spannungs- und dB-Meßbereiche sind dauernd bis 1200 V (1700 \hat{V}) überlastbar.

4.4.1 Spannungsmessung

- Meßleitungen an die Buchsen bzw. Klemmen „L“ ⑦ und „+“ ⑧ anschließen.
- Gerät einschalten: Schalter ⑤ drücken.
- Funktion mit Funktionsschalter ③ wählen:
bei Gleichspannung „V $\overline{=}$ “
bei Wechselspannung „V \sim “
- Meßbereich mit Bereichsschalter ④ wählen. Bei Messungen von Spannungen unbekannter Größe **zuerst größten Meßbereich „1000 V“ wählen.**
- Meßspannung an die Meßleitungen anlegen.
- Auf niedrigere Meßbereiche weiterschalten, bis die optimale Anzeige erreicht ist.
- Der Meßwert kann an der Ziffernanzeige ② kommarichtig abgelesen werden. Bei Gleichspannungen erscheint vor den Ziffern ② ein Minuszeichen ①, wenn am „L“-Eingang ⑦ der positive Pol der Meßspannung anliegt.

4.4.2 Pegelmessung

- Meßleitungen an die Buchsen bzw. Klemmen „L“ ⑦ und „+“ ⑧ anschließen.
- Gerät einschalten: Schalter ⑤ drücken.
- Funktion „dB“ mit Funktionsschalter ③ wählen.
- Bereichskennwert (links neben Bereichsschalter ④) mit Bereichsschalter ④ wählen. Bei Pegeln unbekannter Größe **zuerst größten Bereichskennwert „+ 60 dB“ wählen.**
- Meßgröße an die Meßleitungen anlegen.
- Auf niedrigere Bereichskennwerte weiterschalten, bis die Anzeige zwischen $- 40,00$ dB und $+ 20,00$ dB liegt.
- Der Meßwert ergibt sich aus der Summe des Anzeigewertes und des Bereichskennwertes.
Beispiel: Anzeigewert = $+ 5,37$ dB; Bereichskennwert = $- 20$ dB; Meßwert = $- 14,63$ dB.

4.5 Strommessung

Achtung: Das MA 5D sollte in die Leitung geschaltet werden, deren Spannung gegen Erde am geringsten ist. Aus Sicherheitsgründen darf die Spannung gegen Erde 1000 V nicht überschreiten!

Der Meßkreis ist mechanisch fest aufzubauen und gegen zufälliges Öffnen zu sichern. Die Leiterquerschnitte und Verbindungsstellen sind so auszulegen, daß sie sich nicht unzulässig erwärmen.

Bei Gleichstrommessung wird der Mittelwert des Stromes gemessen. Bei Wechselstrommessung wird der echte Effektivwert für reine Wechselströme gemessen, d. h. ein Gleichstromanteil wird unterdrückt.

Die Summe aus dem Gleichstromanteil und der Amplitude des reinen Wechselstromes darf jedoch den 3-fachen Endwert des Bereiches nicht überschreiten!

Alle Strommeßbereiche — ausgenommen Bereich 20 A — sind mit einer superflinken 3,15 A-Schmelzsicherung ⑩ (FF 3,15/250 G) in Verbindung mit Leistungsdioden geschützt. Das Abschaltvermögen der Schutzeinrichtung (Schmelzsicherung in Verbindung mit Leistungsdioden) beträgt max. 200 A \approx bei einer Nennspannung von 250 V. Siehe hierzu auch Abschnitte 3. und 5.2.1.

Der Bereich 20 A ist nicht mit Schutzeinrichtungen ausgerüstet!

Achtung: Nach dem Ansprechen der Sicherung zuerst Überlastursache beseitigen, dann erst Gerät wieder betriebsbereit machen (siehe Abschnitt 5.2.1)!

4.5.1 Ströme bis 20 A (kurzzeitig bis 30 A), direkter Anschluß

- Stromversorgung zum Meßkreis bzw. Verbraucher abschalten und, sofern vorhanden, alle Kondensatoren entladen.
- Meßleitungen an die Buchsen bzw. Klemmen „L“ ⑦ und „+“ ⑧, im Bereich 20 A an die Buchsen bzw. Klemmen „L“ ⑦ und „+ 20 A“ ⑪ anschließen.
- Meßstromkreis auftrennen und Meßleitungen sicher (ohne Übergangswiderstand!) in Reihe zum Verbraucher anschließen.
- Gerät einschalten: Schalter ⑤ drücken.
- Funktion mit Schalter ③ wählen:
 - bei Gleichstrom „A $\overline{=}$ “
 - bei Wechselstrom „A \sim “
- Meßbereich mit Schalter ④ wählen. Bei Messungen von Strömen unbekannter Größe **zuerst größten Meßbereich 20 A bzw. 3 A wählen.**
- Stromversorgung zum Meßkreis wieder einschalten.
- Auf niedrigere Meßbereiche umschalten bis die optimale Anzeige erreicht ist.
- Der Meßwert kann an der Ziffernanzeige ② kommarichtig abgelesen werden. Bei Gleichstrommessung erscheint vor den Ziffern ② ein Minuszeichen ①, wenn der Meßstrom das Gerät entgegen der Polaritätskennzeichnung am Meßeingang durchfließt.

Achtung: Bei Messungen im Bereich 20 A sollten für die Steckverbindungen geeignete Meßleitungen mit guter Kontaktgabe verwendet werden (Multikontakt). Andernfalls sollte über die Schnellspannklemmen mit 2,5 mm² Drahtquerschnitt angeschlossen werden!

4.5.2 Wechselströme mit (Zangen-) Stromwandlern

Mit Zangenstromwandlern können Wechselströme ohne Auftrennen des Betriebsstromkreises gemessen werden.

Achtung: Vor dem Schließen des Primärstromkreises muß sichergestellt sein, daß der Sekundärkreis geschlossen ist. Werden Stromwandler auf der Sekundärseite offen betrieben, z. B. durch defekte oder nicht angeschlossene Zuleitungen, durch ausgelöste Sicherung nach vorangegangener Überlastung oder durch falsche Stellung des Funktionsschalters ③ (nicht im Strombereich), können an den Anschlußklemmen gefährlich hohe Spannungen auftreten. Es ist deshalb zunächst zu prüfen, ob der Strompfad des Meßgerätes und die am Instrument angeschlossene Sekundärwicklung des Wandlers einen nicht unterbrochenen Meßkreis bilden. Dies kann für alle Strommeßbereiche durch eine Widerstandsmessung geschehen, da in allen Meßbereichen (ausgenommen Bereich 20 A) die Schmelzsicherung zu den Eingangsbuchsen in Reihe geschaltet ist. Durchführung der Widerstandsmessung gemäß Abschnitt 4.6.

Wenn bei der Strommessung mit Stromwandlern damit gerechnet werden muß, daß die im Gerät eingebaute Sicherung FF 3,15/250 G anspricht, dann sollte grundsätzlich der Meßbereich 20 A benutzt werden. Dieser Bereich ist nicht mit Schutzeinrichtungen ausgerüstet. Das Auftreten gefährlich hoher Spannungen durch das Ansprechen von Schutzeinrichtungen im Sekundärkreis ist in diesem Meßbereich nicht möglich.

Sowohl beim Einsatz von Durchsteckstromwandlern als auch bei der Verwendung von Zangenstromwandlern ist die maximal zulässige Betriebsspannung die Nennspannung des Stromwandlers. Der zusätzliche Anzeigefehler ist zu berücksichtigen.

Die Messung erfolgt wie unter 4.5.1 beschrieben. Beim Ablesen des Meßwertes ist das Übersetzungsverhältnis des Wandlers entsprechend zu berücksichtigen.

4.6 Widerstandsmessung

Die Widerstandsmessung erfolgt nach dem Prinzip der Ratio- oder Verhältnismessung, d. h. es wird das Verhältnis des Spannungsabfalles an dem zu messenden Widerstand zum Spannungsabfall eines im gleichen Strompfad liegenden Referenzwiderstandes gebildet und multipliziert mit einem Skalenfaktor zur Anzeige gebracht, wo der Meßwert kommarichtig abgelesen werden kann.

Alle Widerstandsmeßbereiche sind dauernd bis 250 V \approx (350 \hat{V}) überlastbar! Der Schutz wird durch spannungsfeste Halbleiterstrecken gewährleistet.

Die Polarität der Meßspannung entspricht den Bezeichnungen am Meßeingang ⑦ und ⑧.

- Gerät einschalten: Schalter ⑤ drücken.
- Funktion „ Ω “ mit Schalter ③ wählen.
- Zu messenden Widerstand über Meßleitungen an die Buchsen „ \perp “ ⑦ und „+“ ⑧ oder mit seinen Anschlußdrähten direkt an die Schnellspannklemmen anschließen.

Achtung: Es dürfen nur spannungsfreie Objekte gemessen werden. Fremdspannungen würden das Meßergebnis verfälschen!

- Mit dem Meßbereichschalter ④ den Meßbereich wählen, bei dem die optimale Anzeige erreicht wird.
- Warten bis sich die Anzeige stabilisiert hat — dies ist besonders in den Meßbereichen 300 Ω und 20 M Ω wichtig — und Widerstandswert an der Ziffernanzeige ② kommarichtig ablesen. Bei der Messung niederohmiger Widerstände im Bereich 300 Ω ist der Widerstandswert, der bei Klemmenkurzschluß angezeigt wird, vom Meßergebnis abzuziehen.

Für die Messung möglichst kurze Meßleitungen oder abgeschirmtes Kabel (Abschirmung auf „ \perp “-Buchse) verwenden oder Bauteile direkt an die Schnellspannklemmen anschließen.

4.6.1 Diodentest

Der Widerstandsmeßbereich „3 k Ω “ ist zur Messung des Spannungsabfalles von Dioden in Durchlaßrichtung bei einem Konstantstrom von ca. 0,5 mA geeignet. Der Spannungsabfall an der Diode entspricht etwa dem halben Anzeigewert in Volt.

- Gerät einschalten: Schalter ⑤ drücken.
- Funktion „ Ω “ mit Funktionsschalter ③ wählen.
- Mit dem Schalter ④ Meßbereich „3 k Ω “ wählen.
- Anode der Diode an die Buchse „+“ ⑧ und Kathode der Diode an die Buchse „ \perp “ ⑦ über Meßleitungen oder direkt mit ihren Anschlußdrähten an die Schnellspannklemmen anschließen.
- An der Ziffernanzeige ② wird die doppelte Durchlaßspannung in V kommarichtig angezeigt. Die Durchlaßspannung entspricht der Hälfte des angezeigten Wertes.

Bei der Messung des Widerstandes von Halbleitern in Sperrrichtung sollte das Gerät „Überlauf“ anzeigen.

4.7 Kapazitätsmessung

Die Kapazitätsmessung arbeitet nach dem Prinzip der Entlade- oder τ -Methode, d. h. die zu messende Kapazität wird von einer Referenzspannung auf den $1/e$ -ten Teil der Referenzspannung entladen. Die dabei verstreichende Zeit wird gemessen; sie ist die Zeitkonstante τ des RC-Gliedes und ist proportional der Größe des Kondensators.

Alle Kapazitätsmeßbereiche sind mit der superflinken 3,15 A – Schmelzsicherung ⑩ (FF 3,15/250 G) in Verbindung mit Leistungsdioden geschützt. Das Abschaltvermögen der Schutzeinrichtung (Schmelzsicherung in Verbindung mit Leistungsdioden) beträgt max. 200 A \approx bei einer Nennspannung von 250 V. Siehe hierzu Abschnitte 3. und 5.2.1.

Achtung: Nach dem Ansprechen der Sicherung zuerst Überlastursache beseitigen, dann erst Gerät wieder betriebsbereit machen (siehe Abschnitt 5.2.1)!

Die Polarität der Meßspannung entspricht den Bezeichnungen am Meßeingang ⑦ und ⑧.

– Gerät einschalten: Schalter ⑤ drücken.

Hinweis: Bei reinem Netzbetrieb (ohne eingesetzten Block-Akku) kann es vorkommen – verursacht durch die Strombegrenzung der Versorgungsschaltung –, daß beim Einschalten des Gerätes an der LCD keine Ziffern ② angezeigt werden. Beim Einschalten des MA 5D mit dem Schalter ⑤ sollte deshalb der Funktionsschalter ③ **nicht** im Kapazitätsmeßbereich „F“ stehen.

– Funktion „F“ mit Funktionsschalter ③ wählen.

– Zu messende Kapazität über Meßleitungen an die Buchsen „ \perp “ ⑦ und „+“ ⑧ oder mit ihren Anschlußdrähten direkt an die Schnellspannklemmen anschließen. Bei gepolten Kondensatoren wie z. B. Tantal-Elkos oder Aluminium-Elkos ist der „+“-Pol mit der „+“-Buchse ⑧ zu verbinden.

– Mit dem Meßbereichschalter ④ den Meßbereich wählen, bei dem die optimale Anzeige erreicht wird.

– Der Kapazitätswert kann an der Ziffernanzeige ② kommarichtig abgelesen werden.

Für Messungen im Bereich 300 nF möglichst kurze Meßleitungen oder geschirmtes Kabel (Abschirmung auf „ \perp “-Buchse) verwenden oder Bauteile direkt an die Schnellspannklemmen anschließen. Bei Verwendung von geschirmten Kabeln muß die Kapazität des Kabels vorher gemessen und vom Anzeigewert abgezogen werden.

Bei der Messung von Kondensatoren mit frequenzabhängiger Kapazität, wie z. B. Elektrolytkondensatoren oder verschiedene Keramikkondensatoren, entstehen beim Umschalten des Meßbereiches unterschiedliche Meßwerte bedingt durch unterschiedliche Entladezeiten.

Die für den Kondensator wirksame Meßfrequenz kann über den Anzeigewert ermittelt werden:

$$f \approx \frac{10^5 \text{ Hz}}{\text{Anzeige in Digit}}$$

Hinweis: Die minimal zulässigen Parallelwiderstände $R_{p\text{min}}$ (siehe Abschnitt 2, Tabelle) der zu messenden Kapazitäten dürfen nicht unterschritten werden, da sie die Meßergebnisse verfälschen!

Sind kleinere Parallelwiderstände nicht zu vermeiden, so ist die Anzeige mit folgendem Korrekturfaktor k zu multiplizieren:

$$k = \frac{0,001 \cdot R_{p\text{min}} + R_p}{R_p}$$

5. Wartung

5.1 Block-Akku

Wenn die Doppelpunkte der Flüssigkristallanzeige dauernd sichtbar sind oder keine Ziffern angezeigt werden, obwohl das Gerät an das Netz angeschlossen ist, dann ist in der Regel der Block-Akku unbrauchbar geworden. Wenn die Spannung des Block-Akkus nach dem Laden wesentlich unter der Nennspannung 4,8 V liegt, ist er auszutauschen, wie im Abschnitt 4.2.2 beschrieben.

Achtung: Der Akku sollte nicht völlig entladen werden, da sich sonst seine Lebensdauer erheblich reduzieren kann (siehe auch Abschnitt 4.2.3).

Es darf **nur** der Block-Akku 4 RSH 1,2/NiCd eingesetzt werden!

5.2 Schmelzsicherungen

5.2.1 Meßstromkreis

Der G-Schmelzeinsatz FF 3,15/250 G löst aus, wenn einer der Strommeßbereiche (ausgenommen Bereich 20 A) oder einer der Kapazitätsmeßbereiche mehr als zulässig überlastet wurde. Nach dem Auslösen der Sicherung sind alle Meßbereiche, außer dem Bereich 20 A, unterbrochen.

Der G-Schmelzeinsatz FF 3,15/250 G ist wie folgt auszutauschen:

- Meßgerät vom Meßkreis trennen!
- G-Verschlußkappe des Sicherungshalters ⑩ mit Hilfe eines geeigneten Werkzeuges durch Linksdrehen öffnen.
- Sicherung herausnehmen und durch eine neue ersetzen.

Achtung: Es ist unbedingt darauf zu achten, daß nur die vorgeschriebene Sicherung FF 3,15/250 G eingesetzt wird! Bei Verwendung einer Sicherung mit anderer Auslösecharakteristik, anderem Nennstrom oder anderem Schaltvermögen, besteht die Gefahr der Beschädigung von Leistungsdioden, Widerständen oder anderen Bauteilen!

- G-Verschlußkappe mit Sicherung einsetzen.

5.2.2 Netzstromkreis

Der Netzstromkreis ist bei 220 V~ Netzspannung durch den G-Schmelzeinsatz M 0,032/250 C, DIN 41571 (M 0,05/250 C bei Netzspannung 110 V~) abgesichert. Die Sicherung befindet sich an der Geräterückseite in einer Schublade ⑭ unmittelbar beim Netzanschlußstecker ⑬.

Werden bei reinem Netzbetrieb, trotz anliegender Netzspannung, an der Anzeige ② keine Ziffern angezeigt oder wird der Block-Akku nicht mehr geladen, so ist anzunehmen, daß die Netzsicherung ausgelöst hat. Sie ist wie folgt auszutauschen:

- Netzanschlußkabel von Netzanschlußstecker ⑬ abziehen.
- Schublade ⑭ mit geeignetem Werkzeug — z. B. Schraubendreher — heraushebeln.
In der Schublade sind der Schmelzeinsatz im Netzstromkreis sowie eine Ersatzsicherung untergebracht. Bei der Sicherung, die im Netzkreis in Funktion ist, liegen die Anschlußkontakte frei, während die Ersatzsicherung in einer Kammer (verdeckt) untergebracht ist.
- Sicherung herausnehmen und durch eine neue ersetzen.

Achtung: Es ist unbedingt darauf zu achten, daß nur die vorgeschriebene Sicherung M 0,032/250 C (M 0,05/250 C bei Netzspannung 110 V~) eingesetzt wird! Bei Verwendung einer Sicherung mit anderer Auslösecharakteristik, anderem Nennstrom oder anderem Schaltvermögen, besteht die Gefahr der Beschädigung des Netztrafos oder von Bauteilen.

- Sicherungsschublade wieder in das Sicherungsfach einführen und fest hineindrücken.

Löst die Sicherung nach Anschließen des Netzes sofort wieder aus, so ist das Gerät in eine Service-Werkstatt zu geben (siehe Abschnitt 6.).

Hinweis: Bei Auslieferung ist das MA 5D mit 2 Ersatzsicherungen ausgerüstet:
1 x FF 3,15/250 G an der Unterseite des Gerätes in dem mit einem Gummistöpsel verschlossenen Schacht.
1 x M 0,032/250 C in der Schublade ⑭ für die Netzsicherung.

5.3 Gehäuse

Eine besondere Wartung des Gehäuses ist nicht nötig. Zwischen den Anschlußklemmen ist auf eine saubere Oberfläche zu achten. Starke Verschmutzung verschlechtert die Isolation und verringert den Eingangswiderstand.

6. Reparatur- und Ersatzteil-Service

Für Gewährleistungsansprüche, Reparatur- und Ersatzteil-Service empfehlen wir unsere firmeneigenen Einrichtungen. Wir bieten Ihnen diesen Service aus erster Hand und mit sehr kurzen Lieferzeiten. In Ausnahmefällen auf Abruf. Bitte wenden Sie sich im Bedarfsfall an:

METRAWATT GmbH
Service
Thomas-Mann-Straße 16—20
D-8500 Nürnberg 50
Tel.: (0911) 8602-1
Telex: 623729

Diese Anschrift gilt nur für die Bundesrepublik Deutschland.

Im Ausland stehen unsere jeweiligen Vertretungen oder Niederlassungen zur Verfügung.



METRAWATT GMBH
THOMAS-MANN-STRASSE 16—20
D-8500 NÜRNBERG 50
TELEFON (0911) 8602-1
TELEX 623729

GOERZ ELECTRO GES.M.B.H.
SONNLEITHNERGASSE 5
A-1101 WIEN
TELEFON (0222) 643666
TELEX 133161

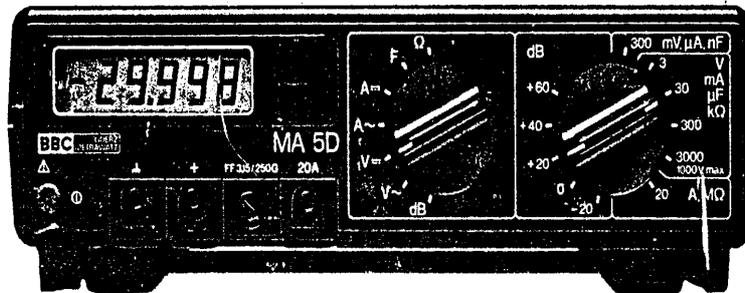
ANLEITUNG FÜR SERVICE UND WARTUNG

Digitales Vielfachmeßgerät MA 5D

9.936.247.01

Ausgabe 9.85

L2-5.3



Digitales Vielfachmeßgerät MA 5D

Inhalt	Seite
1. ALLGEMEINES	2
2. FUNKTIONSBESCHREIBUNG	2
2.1. Gleichspannungsmessbereiche	3
2.2. Wechselspannungsmessbereiche, dB	3
2.3. Gleichstrommessbereiche	4
2.4. Wechselstrommessbereiche	4
2.5. Widerstandsmessbereiche	5
2.6. Kapazitätsmessbereiche	6
2.7. Der Analog-Digitalumsetzer	6
3. ABGLEICHHINWEISE	
3.1. Verwendete Meßmittel	9
3.2. Abgleich der Gleichspannungsmessbereiche	9
3.3. Abgleich der Wechselspannungsmessbereiche	9
3.4. Abgleich der Frequenzkompensation	10
3.5. Abgleich des Meßbereiches "dB"	10
3.6. Abgleich der Strommessbereiche	10
3.7. Abgleich der Kapazitätsmessschaltung	11
3.8. Kontrolle der Batterieanzeige	11
3.9. Kontrolle der Überlaufanzeige	11
4. ABBILDUNGEN	
Schaltbild	12
Leiterplatte bestückt	14
Schaltbild Anzeige	16
Leiterplatte Anzeige bestückt	17
Schaltbild Stromversorgung	18
Mechanischer Aufbau	19
5. BAUTEILLISTEN	
Mechanische Bauteilliste	20
Elektrische Bauteilliste	21

1. ALLGEMEINES

Die vorliegende Serviceanleitung enthält die wichtigsten Unterlagen, die im Fehlerfall zum Austausch der schadhaften Baugruppen erforderlich sind.

Der erfahrene Reparaturtechniker, der über entsprechende Meßmittel verfügt, soll damit in die Lage versetzt werden, einfache Reparatur- und Wartungsarbeiten durchzuführen.

A c h t u n g : Bei einem Eingriff am Gerät während der Garantiezeit geht jeglicher Garantieanspruch verloren.

Geräte zur Garantiereparatur einschicken an:

METRAWATT GmbH
Service
Thomas-Mann-Straße 16 - 20

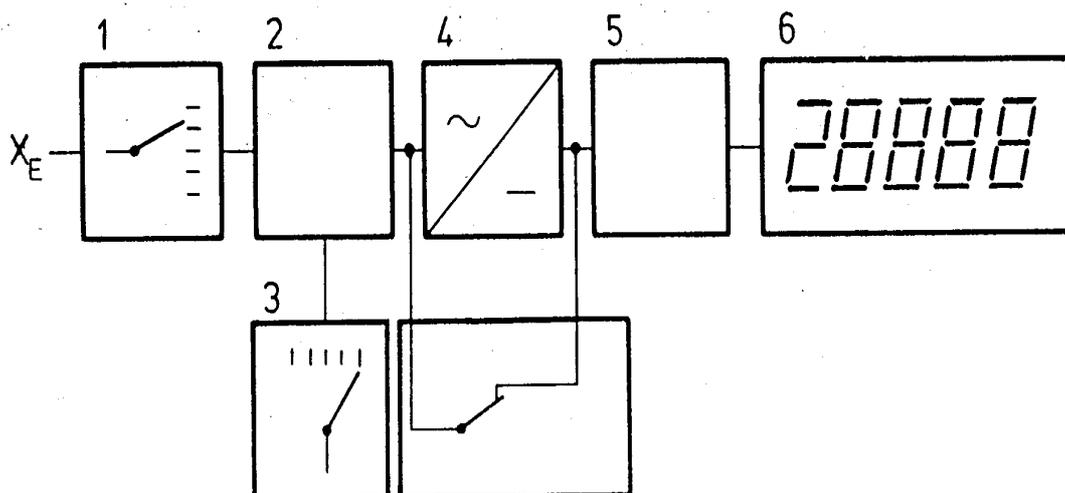
D - 8500 N ü r n b e r g

Bei Bestellung von Ersatzteilen bitte Gerätetyp, sowie Benennung und Sachnummer des Teiles angeben.

Ersatzteile ohne Sachnummer sind nicht lieferbar.

2. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

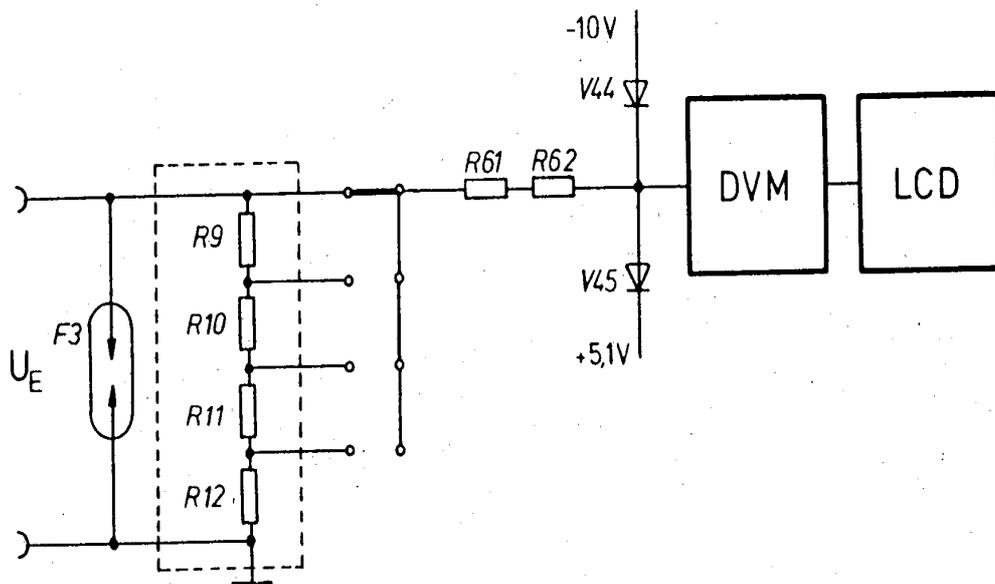
Die Eingangsgröße X_E wird über den Funktionsschalter 1 auf die entsprechende Meßschaltung 2 geschaltet. Innerhalb der Meßschaltung 2 wird mit dem Bereichsschalter 3 der entsprechende Meßbereich gewählt. Ein Teil des Funktionsschalters 1 legt bei Wechselspannung und -strom den Effektivwertwandler 4 in die Ausgangsleitung der Meßschaltung 2. Bei den übrigen Meßbereichen wird die Ausgangsgröße der Meßschaltung 2 direkt dem Meßteil 5 und der Digitalanzeige 6 zugeleitet.



Ein eingebautes Netzgerät versorgt die Meßelektronik mit den benötigten Hilfsspannungen und lädt bei Netzbetrieb zusätzlich den eingebauten Akku wieder auf.

Es werden folgende Meßschaltungen verwendet. (Die angegebenen Bauteilkurzzeichen entsprechen denen des Schaltbildes.)

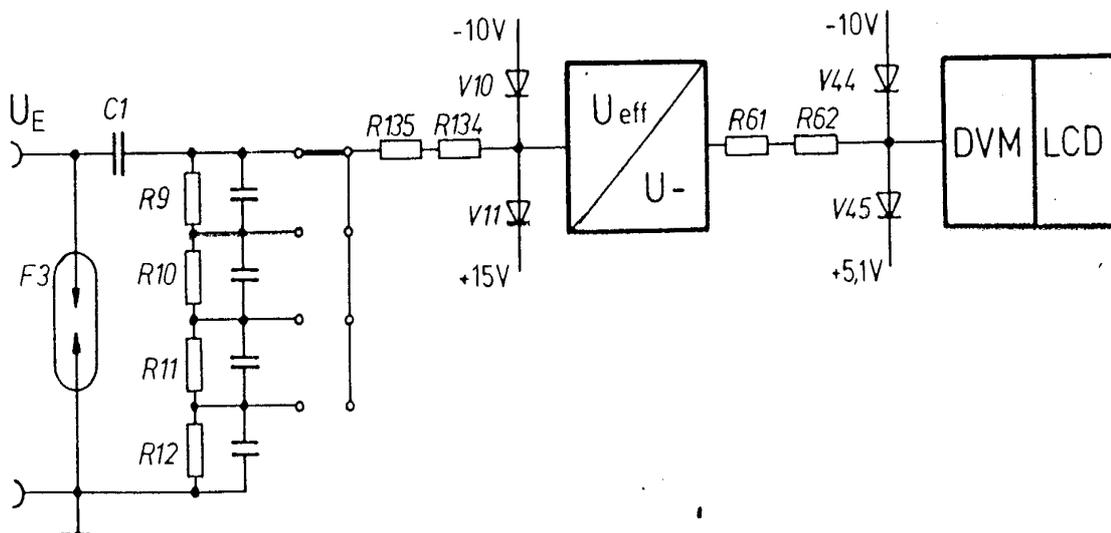
2.1. Gleichspannungsmessbereiche



Über einen integrierten Meßspannungsteiler $R9...12$ wird die Meßspannung U_E auf die Meßspannung U_X heruntergeteilt und über die Schutzbeschaltung $R61,62$ $V44,45$ auf die eigentliche Digitalvoltmeterschaltung DVM gegeben und mit der Flüssigkristallanzeige LCD angezeigt. Ein Überspannungsableiter $F3$ und die Schutzbeschaltung schützt die Meßelektronik vor gefährlichen Überspannungen.

2.2. Wechselspannungsmessbereiche, dB

Über einen integrierten Meßspannungsteiler $R9...12$ wird die Meßspannung U_E auf die Meßspannung U_X heruntergeteilt. Mit den parallel liegenden Kondensatoren $C2...12$ und $C60$ wird die Impedanz der Teilerwiderstände so abgeglichen, daß die Anzeige im Niederfrequenzbereich frequenzunabhängig wird.

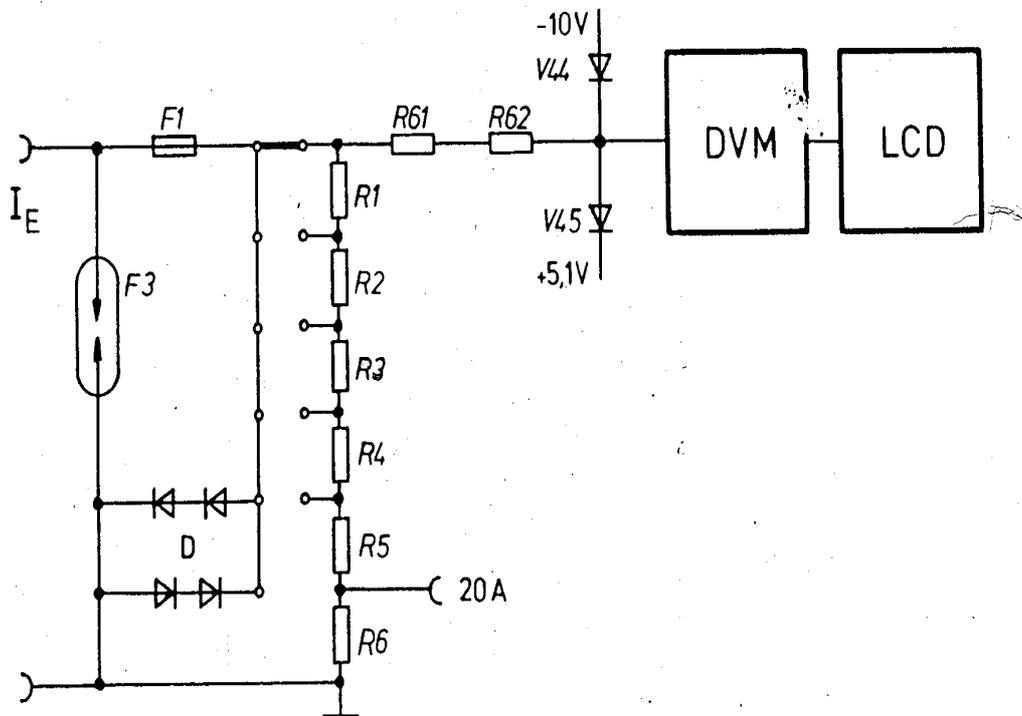


In dem Effektivwertrechner V43 wird die Meßwechselspannung U_x in eine Gleichspannung umgewandelt, die dem Effektivwert der Meßspannung \hat{U}_x proportional ist. Mit der eigentlichen Digitalvoltmeterschaltung DVM und der Flüssigkeitskristallanzeige LCD wird die Meßspannung X_E angezeigt. Die Schutzbeschaltung F3 sowie R134/135 - V10/11 und R61/62 - V44/45 schützen die Elektronik vor Überspannungen.

Bei Meßbereich "dB" wird im Effektivwertrechner V43 eine Gleichspannung gebildet, die dem Logarithmus der Eingangswechselspannung proportional ist.

2.3. Gleichstrommeßbereiche

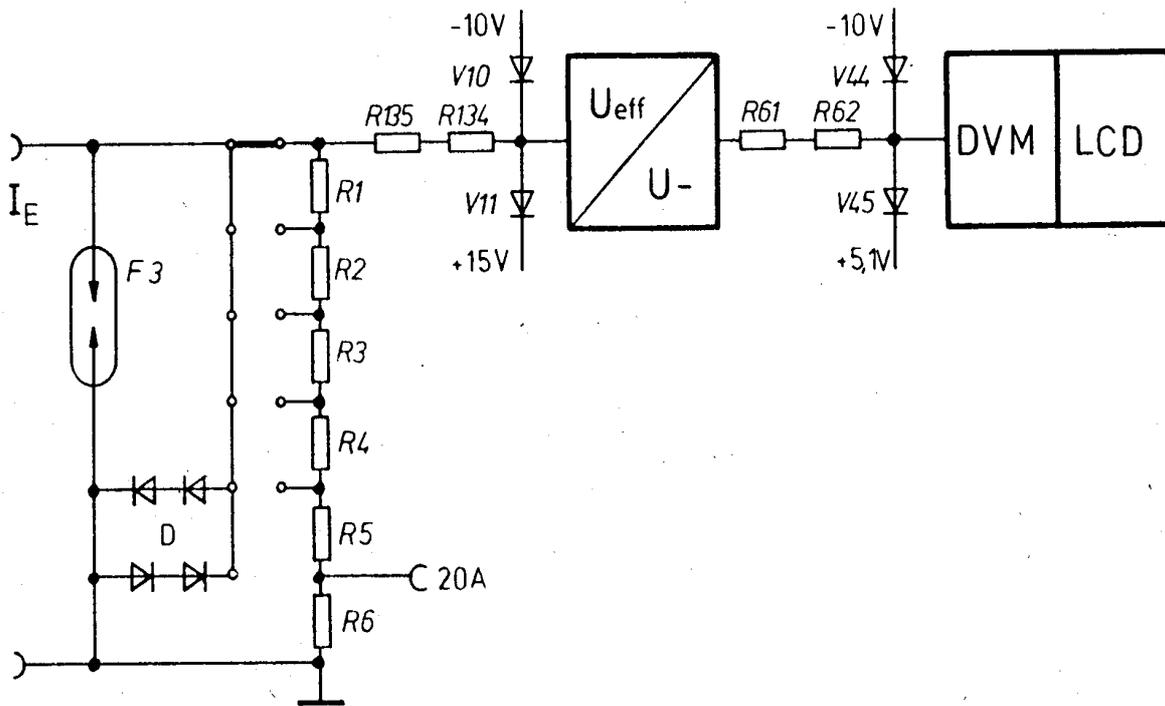
Der Meßstrom I_E erzeugt an den umschaltbaren Meßwiderständen R1...R6 einen Spannungsabfall U_x , der über das Digitalvoltmeter DVM von der Flüssigkeitskristallanzeige LCD angezeigt wird.



Die Sicherung F1 in Verbindung mit einigen Schutzdioden D schützen den Eingang, Die Widerstände R61/62 mit den Dioden V44/45 schützen das DVM vor Überlastung. Der Überspannungsableiter F3 schließt hohe Spannungsspitzen am Eingang kurz.

2.4. Wechselstrommeßbereiche

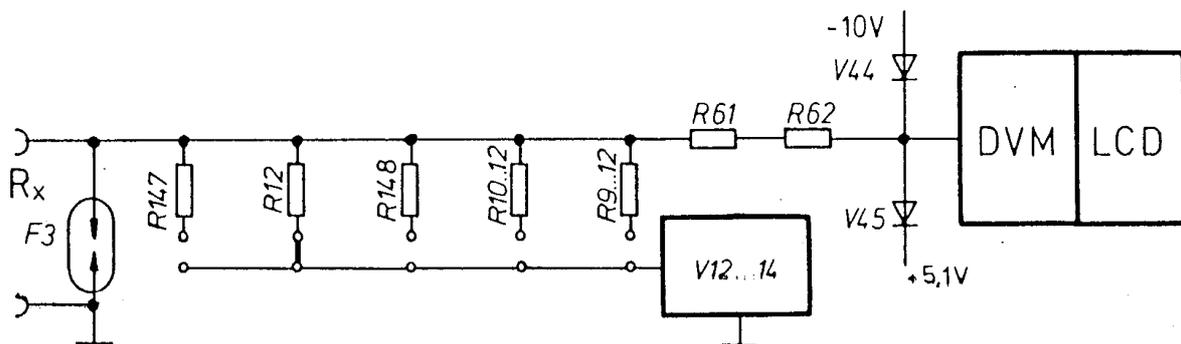
Der Meßstrom I_E erzeugt wie bei den Gleichstrommeßbereichen einen Spannungsabfall U_x an den umschaltbaren Meßwiderständen R1...R6. Im Effektivwertrechner V43 wird eine dem Effektivwert von U_x proportionale Gleichspannung gebildet und über das Digitalvoltmeter DVM von der Flüssigkeitskristallanzeige LCD angezeigt.



Die Sicherung F1 in Verbindung mit einigen Schutzdioden D schützen den Eingang, die Widerstände R135/134 mit den Dioden V10/11 schützen den Effektivwertrechner V43, die Widerstände R61/62 und die Dioden V44/45 das DVM vor Überlastung. Der Überspannungsableiter F3 schließt hohe Spannungsspitzen am Eingang kurz.

5. Widerstandsmessbereiche

Der Widerstand R_x wird mit der Ratiomessung bestimmt. Aus dem Verhältnis des Spannungsabfalles am unbekanntem Widerstand R_x und des Spannungsabfalles am Referenzwiderstand R_{ref} wird der unbekanntem Widerstand R_x ermittelt. Durch Umschalten der Referenzwiderstände ergeben sich die Meßbereiche.



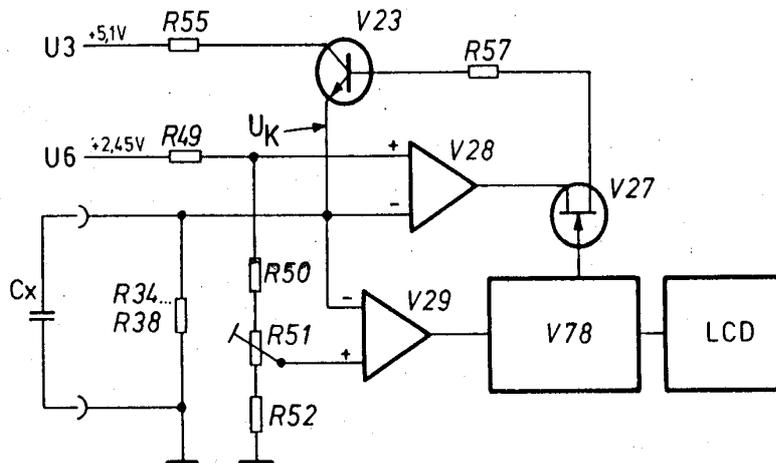
Über die Transistorschaltung V12...V14 wird im Meßbereich "3 k Ω " ein Konstantstrom von 0,5 mA über den Referenzwiderstand und den unbekanntem Widerstand gegeben. In den Meßbereichen "30 k Ω ...20 M Ω " wirkt die Transistorschaltung V12...V14 als Konstantspannungsquelle von + 2,2 V.

Die Funkenstrecke F3 sowie die Widerstände R61, R62 und die Dioden V44, V45 schützen die Meßschaltung vor Zerstörung durch Überspannung.

2.6. Kapazitätsmeßbereiche

Zur Kapazitätsmessung wird die Entlademethode angewendet.

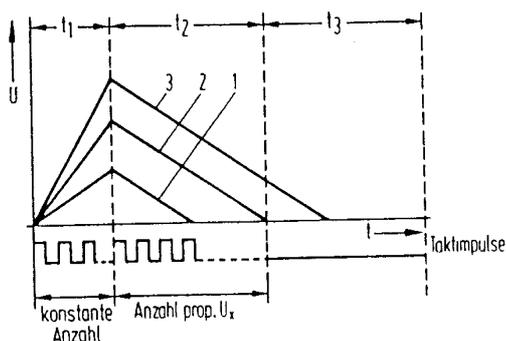
Über einen FET-Transistor V27 und einen Schalttransistor V23 wird der zu messende Kondensator Cx (über den Widerstand R55 zur Strombegrenzung) auf die Spannung U_K aufgeladen. Dabei regelt der Verstärker V28 die Spannungsabfälle der Schalttransistoren so aus, daß am Emmitter von V23 die Spannung U_K liegt.



Nachdem die Ladung beendet ist, beginnt die Digitalanzeige die Taktimpulse zu zählen und gleichzeitig wird der Kondensator Cx durch die meßbereichsabhängigen Entladewiderstände R34...R38 entladen bis die mit dem Potentiometer R51 einstellbare Spannungsschwelle $\frac{U_K}{e}$ erreicht wird. In diesem Moment hält der Komparator V29 den Zähler an und der der Entladezeit proportionale Kapazitätswert wird digital angezeigt.

2.7. Der Analog - Digitalumsetzer

Das analoge Meßsignal, welches wie im Abschnitt 2.1. bis 2.5. beschrieben aufbereitet ist, wird nach dem Dual-Slopeverfahren in ein Digitalsignal umgewandelt.



- 1 = Meßgröße ca. 50 % MBU
- 2 = Meßgröße ca. 100 % MBU
- 3 = Meßgröße > MBU (Überlaufanzeige)

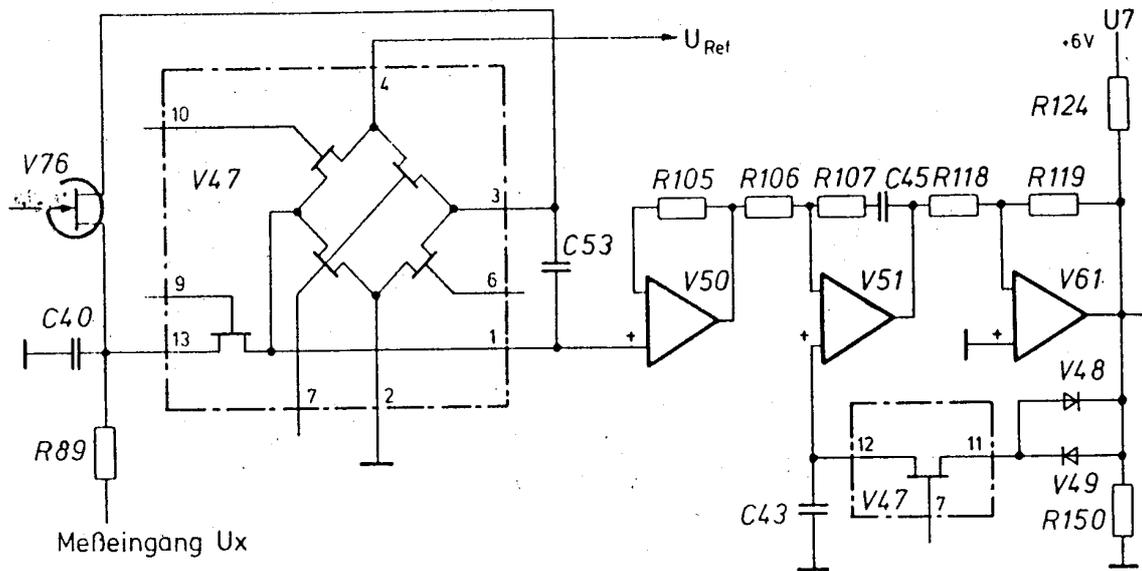
MBU = Meßbereichsumfang

Verlauf der Integrationsspannung bei positivem Meßsignal

Das Dual-Slopeverfahren arbeitet folgendermaßen:

A u t o m a t i s c h e N u l l p u n k t k o r r e k t u r

Zur Vorbereitung jedes Meßzyklus wird während der Zeit t_3 eine automatische Nullpunktkorrektur durchgeführt. Dabei wird der Eingang des Meßverstärkers V50 über den elektronischen Schalter (Anschluß 1 und 2 Steuereingang 7 des V47) an Masse gelegt. Gleichzeitig wird die Referenzspannung U_{Ref} über den elektronischen Schalter (Anschluß 3 und 4 des V47) an den Kondensator C53 gelegt und dieser auf U_{Ref} aufgeladen. Gleichzeitig wird der Kondensator C43 über den elektronischen Schalter (Anschluß 11 und 12 des V47) auf die Summe aller Offsetfehler-spannungen aufgeladen. Diese Spannung wird durch C43 am Pluseingang des Verstärkers V51 während der Meßzeit $t_1 + t_2$ als Korrekturspannung gespeichert.



s i g n a l i n t e g r a t i o n

Während der Zeit t_1 wird über den Steuereingang 9 des V47 der elektronische Schalter (Anschluß 13 und 1 des V47) geschlossen und das Meßsignal U_x des Meßeinganges für eine konstante Zeit von 10 000 Taktimpulsen mit dem Integrator V51 aufintegriert. Der Integrationskondensator C45 lädt sich dabei auf eine Spannung auf, die proportional der Spannung U_x des Meßeinganges ist.

R e f e r e n z i n t e g r a t i o n

Während der Zeit t_2 wird mit einer Referenzspannung U_{Ref} so lange abintegriert bis der Nulldurchgang wieder erreicht wird. Während der Abintegrationszeit t_2 läuft ein Zähler mit, der im Nulldurchgang der Integrationsspannung durch den Komparator V62 angehalten wird. Der Zählerstand ist dann proportional der Meßspannung U_x .

Die Referenzspannung wird mit den beiden Transistorschaltern V52 und V53 umgeschaltet. Dabei ergeben sich folgende Referenzspannungen U_{Ref} :

Meßbereiche	U_{Ref}	Umschalter
300 mV- und Gleichstrom	100 mV	V52
3 V - ... 1000 V- 0,3 V ~ ... 1000 V~ Wechselstrom	1 V	V53

Die Referenzintegration läuft folgendermaßen ab:

Bei einer **n e g a t i v e n** E i n g a n g s s p a n n u n g $-U_x$ wird über die Steuerleitung 10 des V47 der elektronische Schalter (Anschluß 4 und 1 des V47) geschlossen und die Referenzspannung U_{Ref} an den Eingang des Meßverstärkers V50 gelegt.

Bei einer **p o s i t i v e n** E i n g a n g s s p a n n u n g U_x wird über die Steuerleitung 6 des V47 der elektronische Schalter (Anschluß 3 und 2 des V47) geschlossen und der Referenzkondensator C53, der auf die Referenzspannung U_{Ref} aufgeladen ist, mit dem Pluspol auf Masse geschaltet. Auf diese Weise liegt die Spannung $-U_{Ref}$ am Eingang des Meßverstärkers V50.

Beim Nulldurchgang der Integrationsspannung wird der Zähler über den Komparator V62 und das NAND-Glied V60 durch ein H-Signal am Anschluß 27 der Ablaufsteuerung V78 angehalten.

Beim **W i d e r s t a n d s m e ß b e r e i c h** ist der Transistorschalter V76 durchgeschaltet d.h. der auf die Spannung U_{Ref} aufgeladene Referenzkondensator C53 wird dem Spannungsabfall U_{Rx} über dem unbekanntem Widerstand R_x entgegengeschaltet. Damit ergibt sich die Referenzspannung für die Widerstandsmeßbereiche

$$U_{rf} = U_{Rx} - U_{Ref}$$

Während der Abintegration läuft ein Zähler der beim Nulldurchgang der Integrationsspannung den Zähler anhält. Der Zählerstand ist dann ein Maß für den unbekanntem Widerstand.

3. ABGLEICHHINWEISE

Die angegebene Reihenfolge des Abgleichs ist einzuhalten. Leiterplatte komplett bestückt im geschirmten Gehäuseoberteil eingebaut, Frontplatte komplett und Buchsen angelötet. Wenn möglich, immer auf Sollwert abgleichen.

3.1. V e r w e n d e t e M e ß m i t t e l

1. Widerstandsdekade 100 Ω ...1 k Ω 2 %
2. Meßwertgeber \pm 0,01 % 0...3,000 V-
3. Meßwertgeber \pm 0,05 % 0...100,0 V \sim 60 Hz...20 kHz
4. Widerstandsdekade 10 k Ω ...1 M Ω 2 %
5. Meßwertgeber \pm 0,05 % 1 A/10 A-
6. Eichkondensator 200 μ F \pm 0,2 % und Kf-Kond 22 pF \pm 5 %

3.2. A b g l e i c h d e r G l e i c h s p a n n u n g s m e ß b e r e i c h e

1. Gerät einschalten und ca. 5 min anwärmen lassen.
2. Meßbereichsschalter auf 300 mV- stellen.
3. Widerstandsdekade nach 3.1.1. anstelle von Widerstand R109 anschließen.
4. Meßwertgeber nach 3.2.2. an die Eingangsanschlüsse + und \perp anschließen. und auf 0 mV stellen.
5. Mit Potentiometer R92 den Nullpunkt auf 0,00 mV abgleichen.
6. Potentiometer R111 auf Mittenstellung bringen.
7. Meßwertgeber nach 3.2.4. auf 290,00 mV einstellen.
8. Mit Widerstandsdekade nach 3.2.3. die Anzeige grob auf 290,0 mV einstellen.
9. Widerstandsdekade nach 3.2.3. entfernen und nächstliegenden Normwert für R109 einlöten. Nach dem Löten einige Minuten warten bis der Widerstand auf Raumtemperatur abgekühlt ist.
10. Mit Potentiometer R111 die Anzeige auf 289,99...290,01 mV abgleichen.
11. Meßbereichsschalter auf 3 V- stellen.
12. Potentiometer R99 auf Mittenstellung bringen.
13. Meßwertgeber nach 3.2.4. auf 2,9000 V einstellen.
14. Widerstandsdekade nach 3.1.1. anstelle von Widerstand R97 anschließen.
15. Mit Widerstandsdekade nach 3.2.14. die Anzeige grob auf 2,90 V einstellen.
16. Widerstandsdekade nach 3.2.15. entfernen und nächstliegenden Normwert für R97 einlöten. Nach dem Löten einige Minuten warten bis der Widerstand auf Raumtemperatur abgekühlt ist.
17. Mit Potentiometer R99 die Anzeige auf 2,8999...2,9001 V abgleichen.
18. Bei halber Eingangsspannung von 1,4500 V muß die Anzeige 1,4497...1,4503 V betragen.

3.3. A b g l e i c h d e r W e c h s e l s p a n n u n g s m e ß b e r e i c h e

1. Gerät einschalten und ca. 5 min anwärmen lassen.
2. Meßbereichsschalter auf 3 V \sim stellen.
3. Meßwertgeber nach 3.1.3. an die Eingangsanschlüsse + und \perp anschließen und auf 0,0000 V stellen.
4. Mit Potentiometer R33 den Nullpunkt auf 0,0000...0,0003 einstellen.
5. Meßwertgeber nach 3.3.3. auf 2,9000 V 60 Hz einstellen.
6. Mit Potentiometer R26 die Anzeige auf 2,8998...2,9002 V abgleichen.
7. Meßbereichsschalter auf 300 mV \sim stellen.
8. Meßwertgeber nach 3.3.3. auf 290,00 mV 60 Hz einstellen.
9. Mit Potentiometer R24 die Anzeige auf 289,98...290,02 mV abgleichen.

3.4. Abgleich der Frequenzkompensation

1. Die Abgleichkondensatoren C10 bis C15 in Mittenstellung bringen.
2. Meßbereichsschalter in Stellung 3 V \sim bringen.
3. Meßwertgeber nach 3.1.3. an die Eingangsanschlüsse + und \perp schalten und auf 2,0000 V 20 kHz einstellen.
4. Mit Abgleichkondensator C15 die Anzeige auf 1,9990...2,0010 V abgleichen.
5. Meßbereichsschalter auf 300 mV \sim stellen.
6. Meßwertgeber nach 3.4.3. auf 200,00 mV 20 kHz einstellen.
7. Mit Abgleichkondensator C13 die Anzeige auf 199,90...200,10 mV abgleichen.
8. Meßbereichsschalter auf 3 V \sim stellen.
9. Meßwertgeber nach 3.4.3. auf 0,1000 V 20 kHz einstellen.
10. Anzeige darf zwischen 0,0975 und 0,1025 V liegen. Angezeigten Wert (in Digits) notieren.
11. Meßbereichsschalter auf 1000 V \sim stellen.
12. Meßwertgeber nach 3.4.3. auf 100,0 V 20 kHz einstellen.
13. Mit Abgleichkondensator C12 auf Anzeige bei 3.4.10. einstellen.
Toleranz + 2 Digit max.
14. Meßbereichsschalter auf 300 V \sim stellen.
15. Meßwertgeber nach 3.4.3. auf 10,00 V 20 kHz einstellen.
16. Mit Abgleichkondensator C10 auf die Anzeige bei 3.4.10. einstellen.
Toleranz + 2 Digit max.
17. Meßbereichsschalter auf 30 V \sim stellen.
18. Meßwertgeber nach 3.4.3. auf 20,000 V 20 kHz einstellen.
19. Mit Abgleichkondensator C11 auf 20,000 abgleichen.
Toleranz + 2 Digit max.

3.5. Abgleich des Meßbereiches "dB"

1. Meßbereichsschalter auf 0 dB stellen.
2. Meßwertgeber nach 3.1.3. an die Eingangsanschlüsse + und \perp anschließen und auf 0,7746 V 60 Hz einstellen.
3. Potentiometer R53 in Mittenstellung bringen.
4. Widerstandsdekade nach 3.1.4. anstelle von Widerstand R54 anschließen.
5. Mit Widerstandsdekade nach 3.5.4. die Anzeige grob auf 0 dB einstellen.
6. Widerstandsdekade nach 3.5.5. entfernen und nächstliegenden Normwert für R54 einlöten. Nach dem Löten einige Minuten warten bis ϵ Widerstand auf Raumtemperatur abgekühlt ist.
7. Mit Potentiometer R53 die Anzeige auf -0,02...+0,02 dB abgleichen.
8. Meßwertgeber nach 3.5.2. auf 77,46 mV 60 Hz einstellen.
9. Mit Potentiometer R59 die Anzeige auf -20,01...-19,99 dB abgleichen.
10. Meßbereichsschalter auf +20 dB stellen. Meßwertgeber nach 3.5.2. auf 77,46 mV 60 Hz stellen. Die Anzeige muß dabei -40,50...-39,50 dB betragen.

3.6. Abgleich der Strommeßbereiche

Achtung! Beim Abgleich der Shunts darf nicht gelötet werden.

1. Meßbereichsschalter auf 20 A- stellen.
2. Meßwertgeber 10 A- nach 3.1.5. an die Anschlüsse 20 A und \perp anschließen.
3. Bei Bedarf durch gleichmäßiges Beschneiden der Stromshunts R6 und R138 die Anzeige auf 9,99...10,01 A abgleichen. Dies ist nur möglich, wenn die Anzeige zu klein ist. Bei zu großer Anzeige muß der Shunt ausgetauscht werden.
4. Meßwertgeber 1 A- an die Eingangsanschlüsse + und \perp anschließen.
5. Meßbereichsschalter auf 3 A- stellen.
6. Bei Bedarf durch Beschneiden des Shunts R5 die Anzeige auf 0,999...1,001 A abgleichen.

3.7. A b g l e i c h d e r K a p a z i t ä t s m e ß s c h a l t u n g

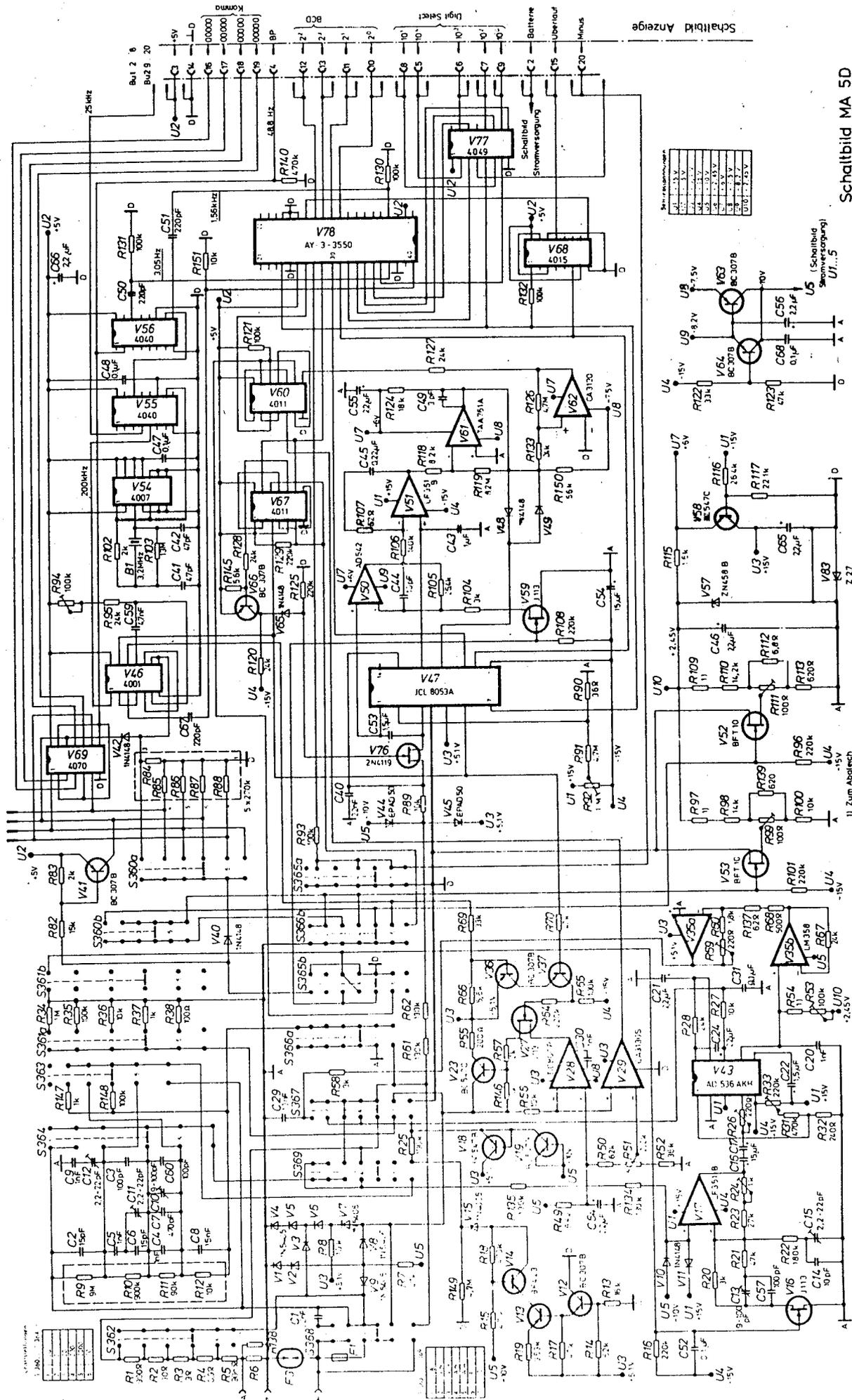
1. Meßbereichsschalter auf $300 \mu\text{F}$ stellen.
2. Meßwertgeber $200 \mu\text{F} \pm 0,2 \%$ nach 3.1.6. an die Eingangsanschlüsse + und \perp anschließen.
3. Mit Potentiometer R51 die Anzeige auf $199,90 \dots 200,10 \mu\text{F}$ abgleichen.
4. Meßbereichsschalter auf 300nF stellen.
5. Einen Kunststofffolienkondensator $22 \text{pF} \pm 5 \%$ direkt an die Eingangsanschlüsse + und \perp anschließen.
6. Mit Potentiometer R94 den Nullpunkt auf eine Anzeige von $0,01 \dots 0,04 \text{nF}$ abgleichen.

3.8. K o n t r o l l e d e r B a t t e r i e a n z e i g e

1. Batteriespannung auf $\geq 4 \text{V}$ = Uhrenpunkte der LCD leuchten nicht.
2. Batteriespannung auf $3,4 \dots 3,6 \text{V}$ = Uhrenpunkte der LCD leuchten zusätzlich.
3. Batteriespannung auf $\leq 2,8 \text{V}$ = LCD leuchten nicht mehr.
4. Die Stromaufnahme des Gerätes bei Meßbereich 3V -, offenen Eingangsanschlüssen und bei einer Batteriespannung von $5,0 \text{V}$ - beträgt $90 \dots 160 \text{mA}$.

3.9. K o n t r o l l e d e r Ü b e r l a u f a n z e i g e

1. Wird der Meßbereichsendwert $29998 + 1 \text{D}$ überschritten, so leuchtet nur noch die "2" und das Meßbereichskomma auf.



Schaltbild Anzeige

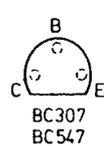
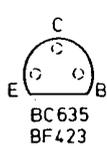
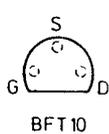
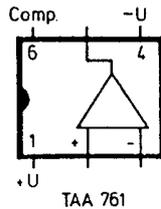
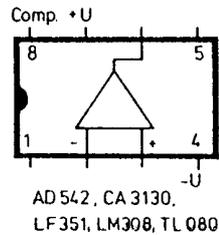
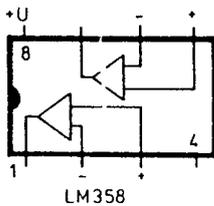
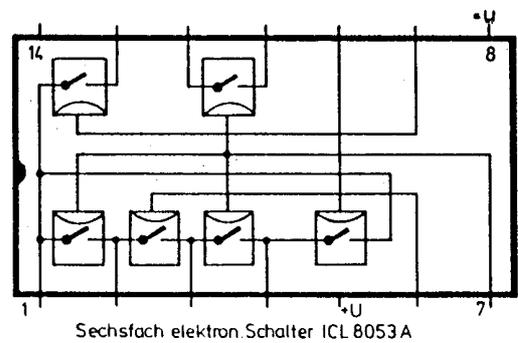
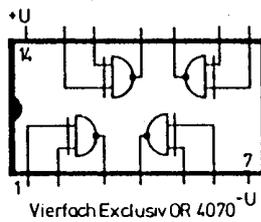
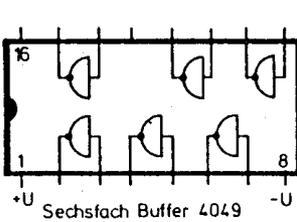
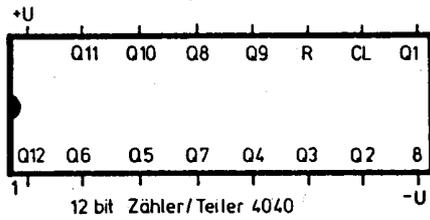
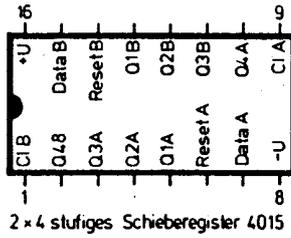
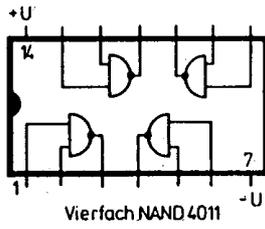
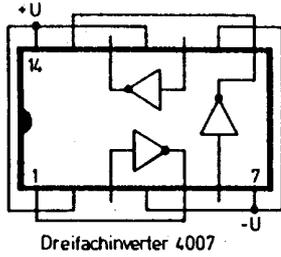
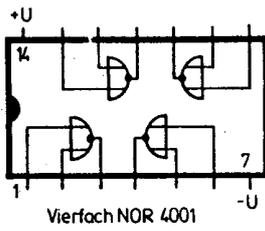
Batterie
 - Minus
 - Überlauf
 - C2
 - C5
 - C20
 - C21
 - C22
 - C23
 - C24
 - C25
 - C26
 - C27
 - C28
 - C29
 - C30
 - C31
 - C32
 - C33
 - C34
 - C35
 - C36
 - C37
 - C38
 - C39
 - C40
 - C41
 - C42
 - C43
 - C44
 - C45
 - C46
 - C47
 - C48
 - C49
 - C50

Schaltbild MA 5D

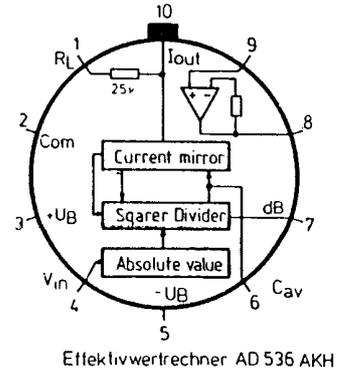
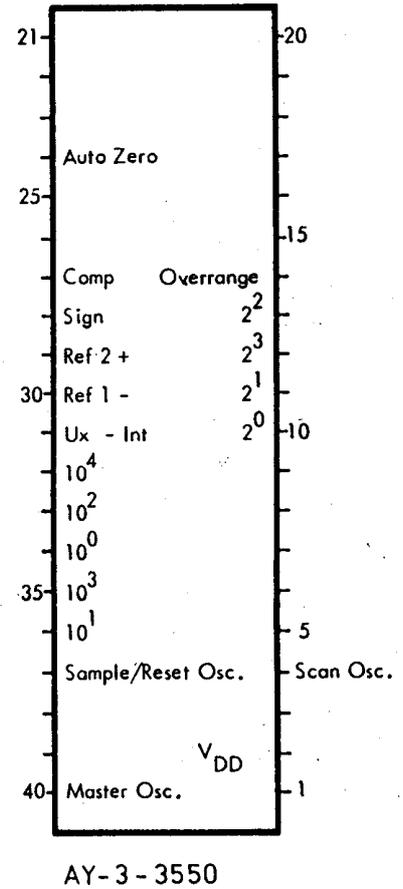
(Schaltbild Stromversorgung)

1) Zum Ableichen

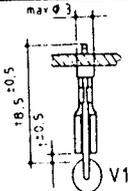
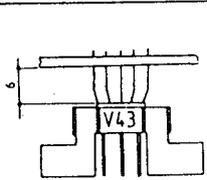
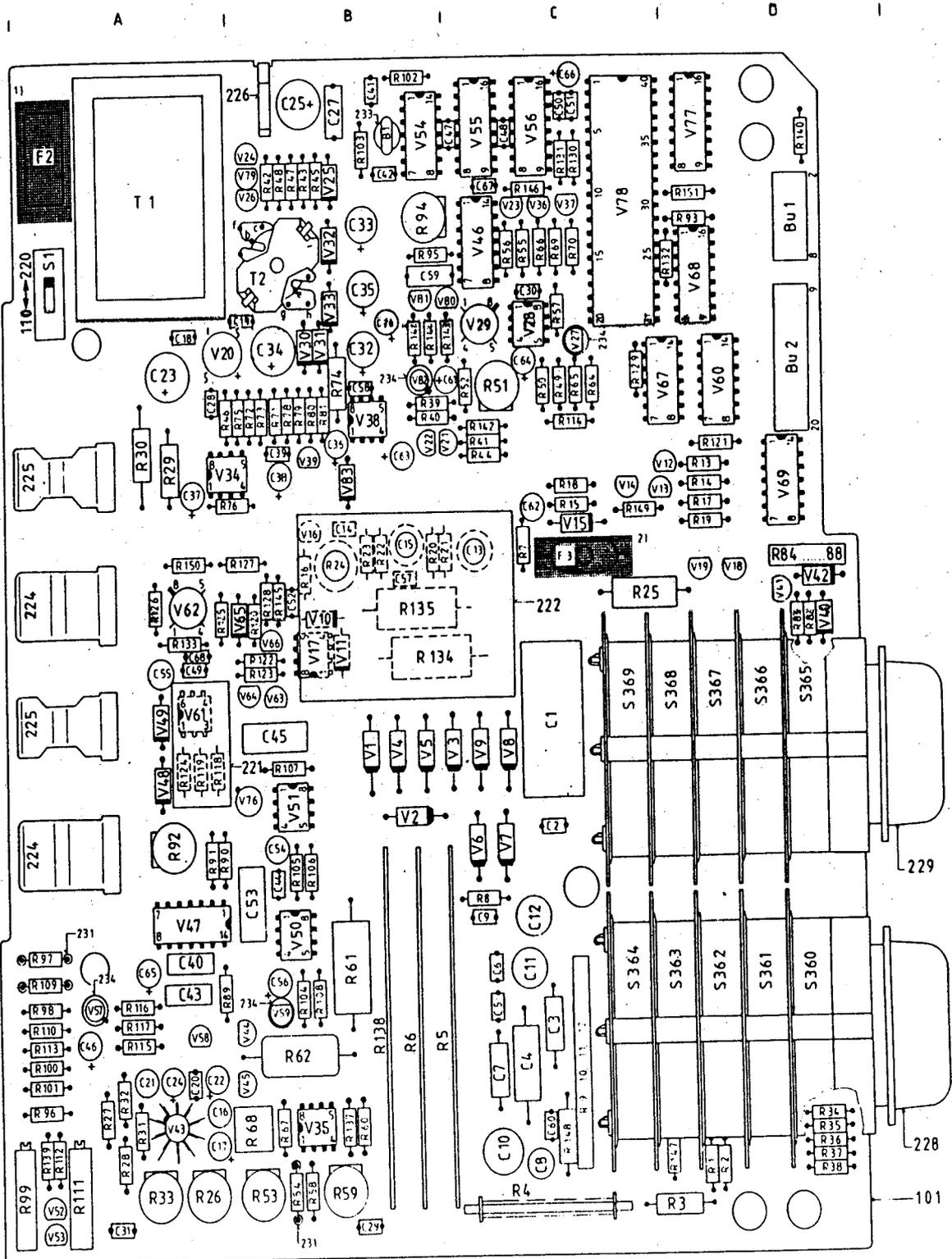
U1	15V
U2	5V
U3	15V
U4	15V
U5	15V
U6	15V
U7	15V
U8	15V
U9	15V
U10	15V
U11	15V
U12	15V
U13	15V
U14	15V
U15	15V
U16	15V
U17	15V
U18	15V
U19	15V
U20	15V
U21	15V
U22	15V
U23	15V
U24	15V
U25	15V
U26	15V
U27	15V
U28	15V
U29	15V
U30	15V
U31	15V
U32	15V
U33	15V
U34	15V
U35	15V
U36	15V
U37	15V
U38	15V
U39	15V
U40	15V
U41	15V
U42	15V
U43	15V
U44	15V
U45	15V
U46	15V
U47	15V
U48	15V
U49	15V
U50	15V
U51	15V
U52	15V
U53	15V
U54	15V
U55	15V
U56	15V
U57	15V
U58	15V
U59	15V
U60	15V
U61	15V
U62	15V
U63	15V
U64	15V
U65	15V
U66	15V
U67	15V
U68	15V
U69	15V
U70	15V
U71	15V
U72	15V
U73	15V
U74	15V
U75	15V
U76	15V
U77	15V
U78	15V
U79	15V
U80	15V
U81	15V
U82	15V
U83	15V
U84	15V
U85	15V
U86	15V
U87	15V
U88	15V
U89	15V
U90	15V
U91	15V
U92	15V
U93	15V
U94	15V
U95	15V
U96	15V
U97	15V
U98	15V
U99	15V
U100	15V



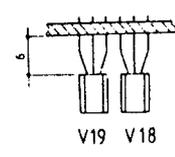
Ansicht der Halbleiterbauelemente von oben



Schaltbild MA 5D



Bauzustand D
 1) F2 im Netzstecker
 2) F3 an der Frontplatte
 C68, R151, V83 neu hinzu



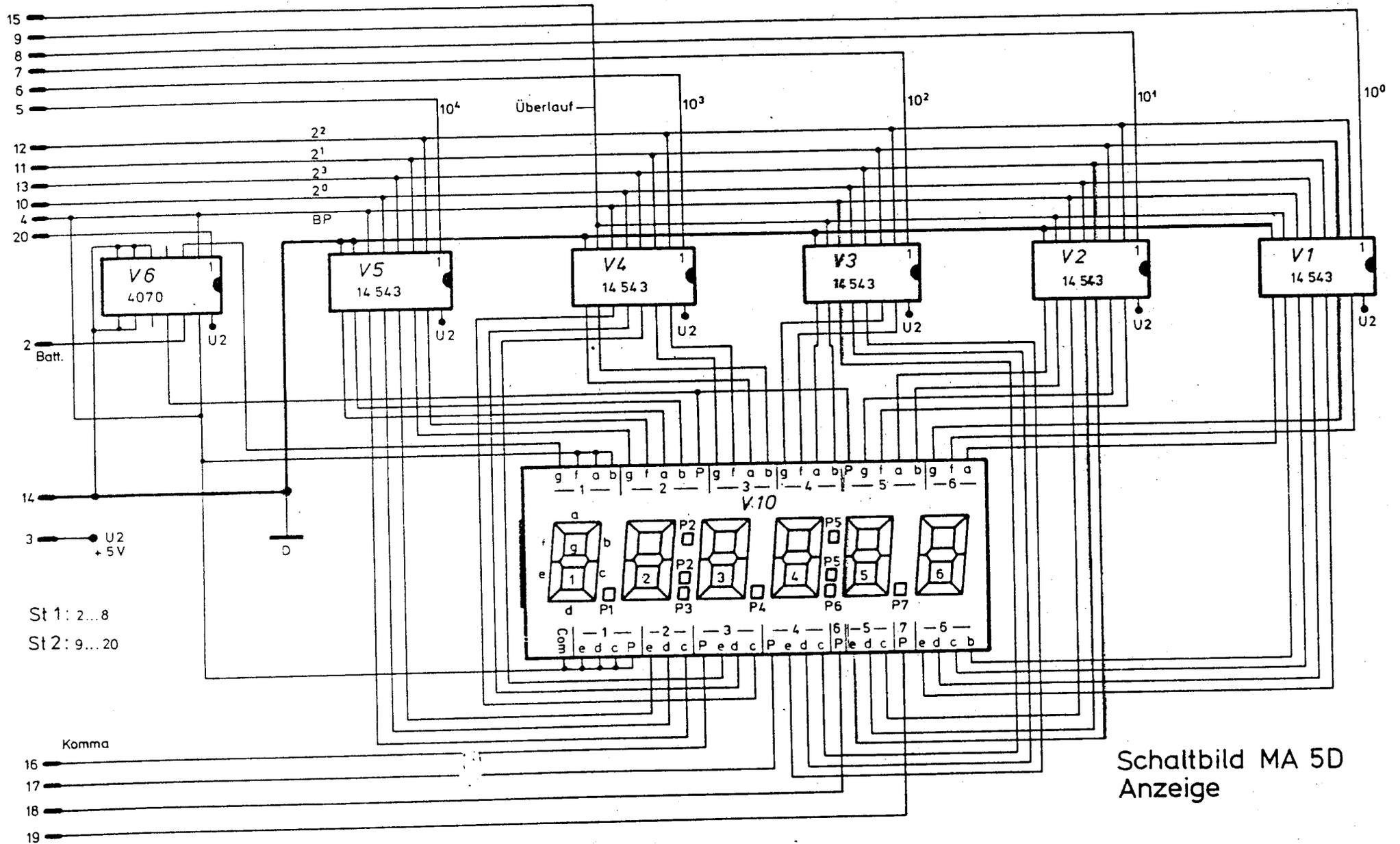
Suchtabelle Leiterplatte MA 5D

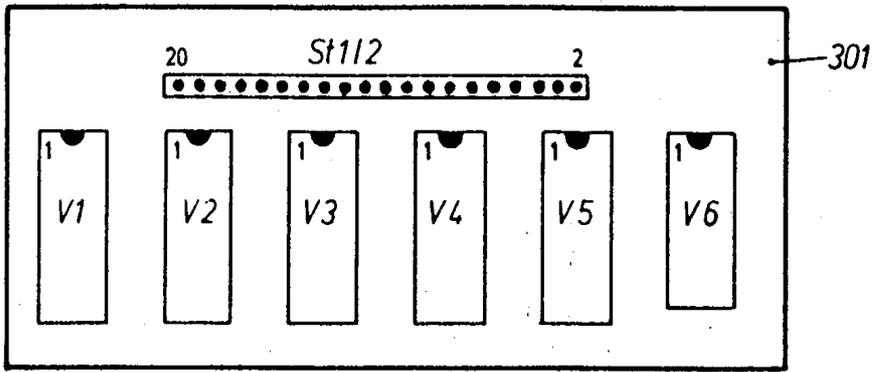
Bauteil	Quadrat
B1	B5
Bu1,2	D4/5
C1	C2/3
C2	C2
C3,4,5	C1
C6	C2
C7,8	C1
C9	C2
C10	C1
C11,12	C2
C13	C3
C14,15	B3
C16,17	A1
C18	A4
C19	B4
C20,21,22	A1
C23	A4
C24	A1
C25	B5
C26	B4
C27	B5
C28	A4
C29	B1
C30	C4
C31	A1
C32	B4
C33	B5
C34,35,36	B4
C37	A4
C38,39	B4
C40	A2
C41,42	B5
C43	A2
C44	B2
C45	B3
C46	A1
C47,48	C5
C49	A3
C50,51	C5
C52	B3
C53,54	B2
C55	A3
C56	B2
C57	B3
C58,59	B4
C60	C1
C61	C4
C62	C3
C63	B4
C64	C4
C65	A2
C66,67	C5

Bauteil	Quadrat
C68	A3
F1	Frontplatte
F2	Netzstecker
F3	C3
R1,2	D1
R3	C/D1
R4	C1
R5	C1/2
R6	B1/2
R7	C3
R8	C2
R9...12	C1/2
R14	D4
R14	D3
R15	C3
R16	B3
R17	D3
R18	C4
R19	D3
R20	B3
R21	B/C3
R22,23,24	B3
R25	C3
R26,27,28	A1
R29,30	A4
R31,32,33	A1
R34...38	D1
R39,40	B4
R41	C4
R42,43	B5
R44	C4
R45	B5
R46	A4
R47,48	B5
R49...52	C4
R53,54	B1
R55,56	C5
R57	C4
R58...60	B1
R61	B2
R62	B1
R64,65	C4
R66	C5
R68	B1
R69,70	C5
R71...75	B4
R76	A/B4
R78...81	B4
R82,83	D3
R84...88	D3
R89...92	A2

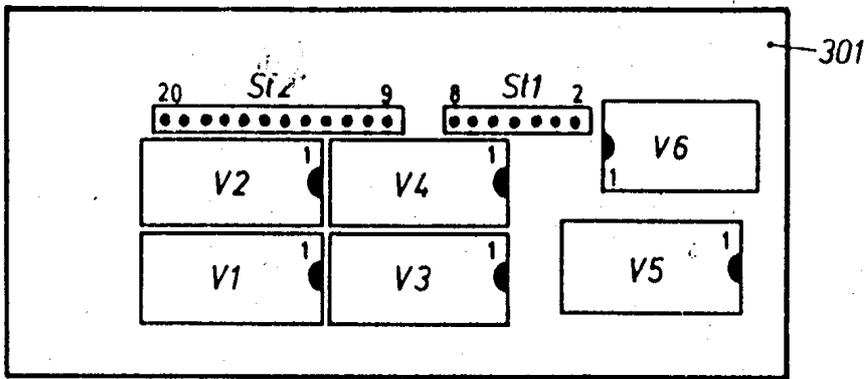
Bauteil	Quadrat
R93	D5
R94,95	B5
R96	A1
R97,98	A2
R99...101	A1
R102,103	B5
R104	B1/2
R105...107	B2
R108	B1/2
R109	A2
R110...113	A1
R115	A1
R116	A1/2
R117	A1
R118,119	A2
R120	B3
R121	D4
R122,123	B3
R124	A2
R125,126	A3
R127	A/B3
R128	B3
R129	C4
R130,131	C5
R132	D4
R133	A3
R134,135	B/C3
R137	B1
R138	B1/2
R139	A1
R140	D5
R141	B4
R142,143	C4
R144	B4
R145	B3
R146	C5
R147,148	C1
R149	C3
R150	A3
R151	D5
T1	A4/5
T2	B4/5
V1	B2/3
V2	B2
V3	C2/3
V4,5	B2/3
V6,7	C2
V8,9	C2/3
V10,11	B3
V12	D4
V13	C/D4

Bauteil	Quadrat
V14	C4
V15	C3
V16,17	B3
V18,19	D3
V20	A4
V21	C4
V22	B4
V23	C5
V24...26	B5
V27...29	C4
V30,31	B4
V32	B5
V33	B4
V34	A/B4
V35	B1
V36,37	C5
V38,39	B4
V40...42	D3
V43	A1
V44,45	B1
V46	C4/5
V47,48	A2
V49	A3
V50,51	B2
V52,53	A1
V54	B5
V55,56	C5
V57	A1/2
V58	A1
V59	B1
V60	D4
V61,62	A3
V63...66	B3
V67	C/D4
V68	D4
V69	D3/4
V76	B2
V77	D5
V78	C4/5
V79	B5
V80	C4
V81...83	B4

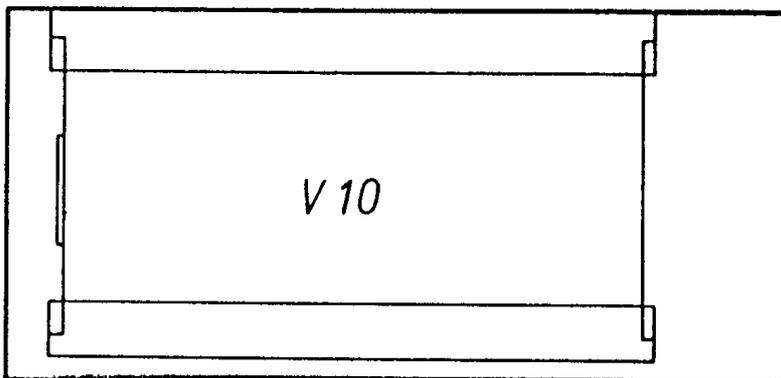
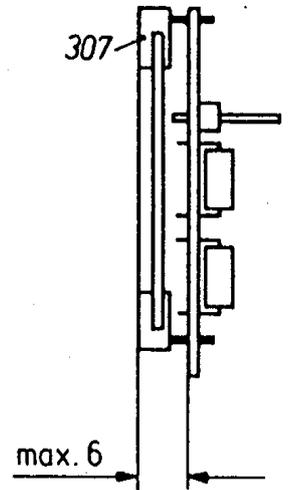




Bauteilseite 2.582.467.01

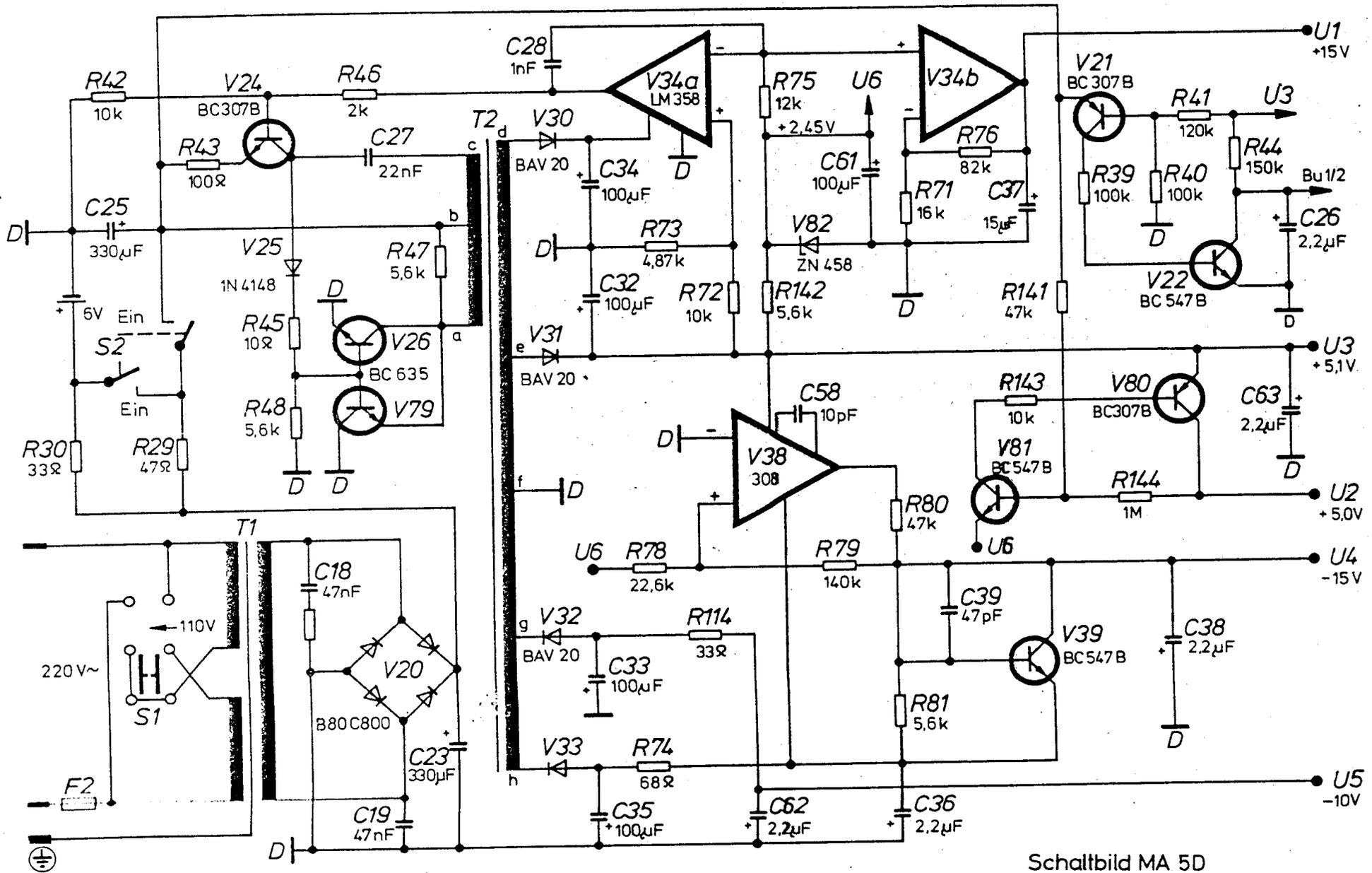


Bauteilseite 2.582.467.02

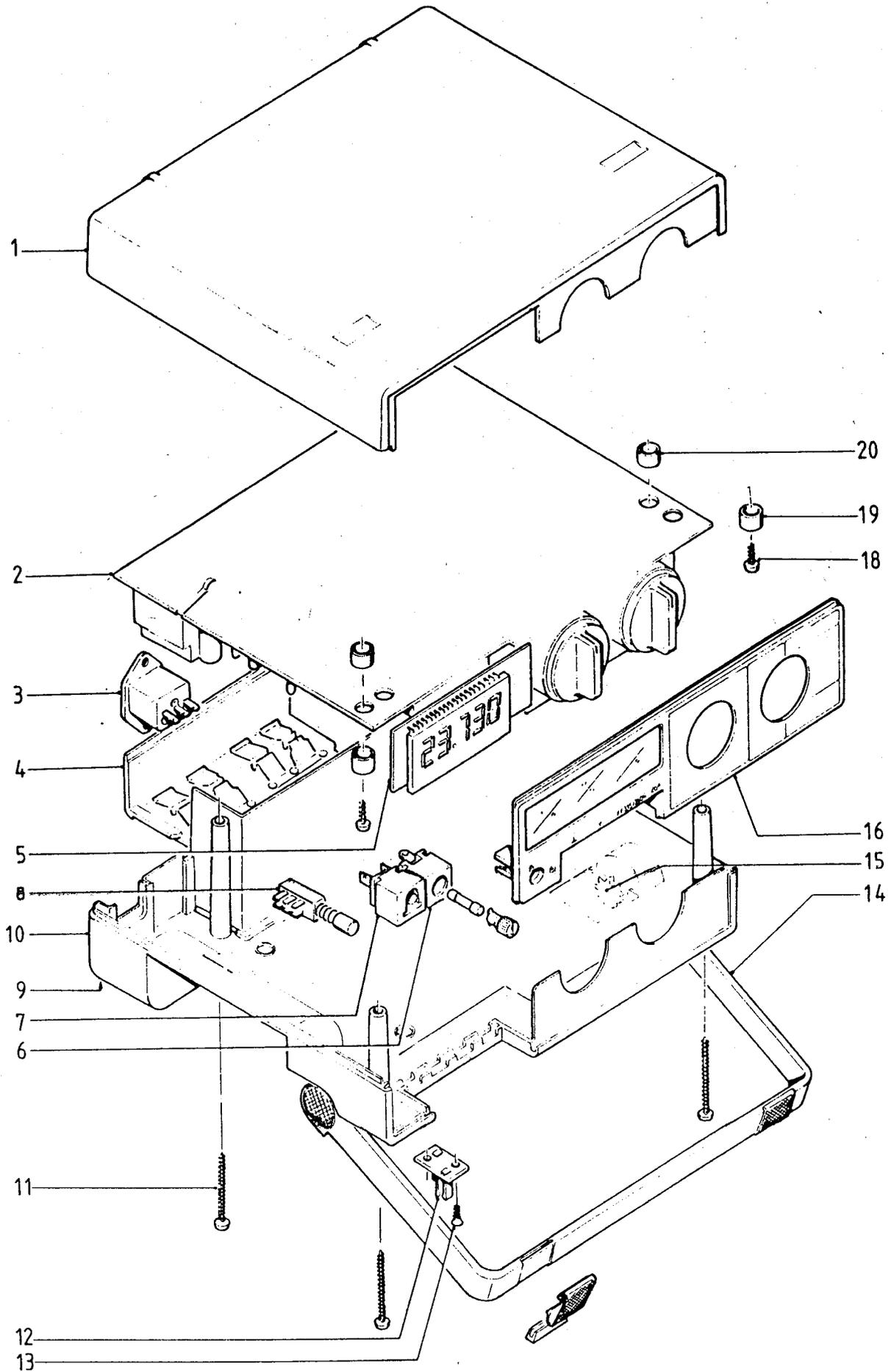


Lötseite

Leiterplatte Anzeige bestückt



Schaltbild MA 5D
Stromversorgung



Mechanischer Aufbau MA 50

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición								Benennung, Description, Désignation, Desicripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
							1	Gehäuseteil vormontiert	2.127.113.01	
							1	Gehäuseteil vormontiert	2.127.113.02	
							2	Leiterplatte bestückt	2.582.466.01	1
							2	Leiterplatte bestückt	2.582.466.02	2
							3	Stecker B DIN 49 457	3.624.300.01	
							3	Stecker B DIN49457 m. Sicherung	3.624.322.01	3
							4	Batteriedeckel montiert	2.326.062.01	
							5	Leiterplatte Anzeige komplett	2.582.467.01	
							5	Leiterplatte Anzeige komplett	2.582.467.02	
							6	Sicherungshalter	2.578.011.01	4
							7	Anschlussklemme vormontiert	2.614.031.01	
							8	Minitastschalter 1xF/FG rot	3.530.080.01	6
							9	Gehäusefuß	3.164.438.01	
							10	Gehäuseunterteil	2.117.113.02	
							11	Blechschraube BZ 2,9x32 DIN7971	3.716.030.24	
							12	Kabelhalter	3.326.419.01	
							13	Blechschraube BZ 2,2x6,5 DIN7971	3.716.022.24	
							14	Griff	3.153. ⁰¹⁶ 001 .01	5
							15	Raststern	3.413.043.01	
							16	Frontplatte vormontiert	3.322.033.01	
							18	Blechschraube BZ 2,9x13 DIN7971	3.716.021.24	
							19	Verschlusssteil	3.164.427.01	
							20	Distanzring	3.311.356.01	
							21	Kabelbinder	3.326.227.01	
								B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas 1) Hier liegt die Sicherung F2 hinter dem Netztrafo T1 2) Sicherung F2 von der Leiterplatte zum Netzstecker verlegt 3) Hierzu G-Schmelzeinsatz M 0,032 DIN 41571 4) Hierzu G-Schmelzeinsatz FF 3,15 Sachnummer 3.578.152.02 5) Hierzu gehören 2 Raststerne lfd.Nr.15 6) Schaltbildkurzzeichen S2		
								Bauzustand A, B bis Herbst 81 Bauzustand C, D ab Herbst 81		
								Mechanische Bauteilliste MA 5D		
								Mechanischer Aufbau		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición										Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	13	
										C19	Ker-Kond 47nF 63V	3.577.351.01	
										C20	Ker-Kond 1000pF 400V	3.577.332.01	
										C21	Ta-Elko 2,2µF 35V	3.577.348.01	
										C22	Ta-Elko 1,5µF 35V	3.577.349.01	
										C23	Al-Elko 330µF 25V	3.577.481.01	
										C24	Ta-Elko 2,2µF 35V	3.577.348.01	
										C25	Al-Elko 330µF 25V	3.577.481.01	
										C26	Ta-Elko 2,2µF 35V	3.577.348.01	
										C27	Kf-Kond 22nF 250V	3.577.032.01	
										C28	Ker-Kond 1000pF 400V	3.577.332.01	
										C29	Ker-Kond 0,1µF 30V	3.577.390.01	
										C30	Ker-Kond 1000pF 400V	3.577.332.01	
										C31	Ker-Kond 0,1µF 30V	3.577.390.01	
										C32	Al-Elko 100µF 35V	3.577.480.01	
										C33	Al-Elko 100µF 35V	3.577.480.01	
										C34	Al-Elko 100µF 35V	3.577.480.01	
										C35	Al-Elko 100µF 35V	3.577.480.01	
										C36	Ta-Elko 2,2µF 35V	3.577.348.01	
										C37	Ta-Elko 15µF 20V	3.577.295.01	
										C38	Ta-Elko 15µF 20V	3.577.295.01	
										C39	Ker-Kond 47pF 400V	3.577.325.01	
										C40	Kf-Kond 22nF 250V	3.577.032.01	
										C41	Ker-Kond 47pF 400V	3.577.325.01	
										C42	Ker-Kond 47pF 400V	3.577.325.01	
										C43	Kf-Kond 1µF 63V	3.577.479.01	
										2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
										Elektrische Bauteilliste MA 5D			
										Leiterplatte bestückt			

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición										Benennung, Description, Désignation, Descripción		Sachnummer, Part No., Número de code, Nó. de artículo	B
								C44	C44	Ker-Kond 10pF 63V		3.577.484.01	
								C45	C45	Kf-Kond 0,22µF 250V		3.577.478.01	
								C46	C46	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C47	C47	Ker-Kond 0,1µF 30V		3.577.390.01	
								C48	C48	Ker-Kond 0,1µF 30V		3.577.390.01	
								C49	C49	Ker-Kond 3pF 500V		3.577.377.01	
								C50	C50	Ker-Kond 220pF 400V		3.577.315.01	
								C51	C51	Ker-Kond 220pF 400V		3.577.315.01	
								C52	C52	Ker-Kond 0,1µF 30V		3.577.390.01	
								C53	C53	Kf-Kond 1,5µF 63V		3.577.302.01	
								C54	C54	Ta-Elko 15µF 20V		3.577.295.01	
								C55	C55	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C56	C56	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C57	C57	Ker-Kond 100pF 63V		3.577.378.01	
								C58	C58	Ker-Kond 100pF 63V		3.577.378.01	
								C59	C59	Kf-Kond 4700pF 63V		3.577.394.01	
								C60	C60	Ker-Kond 100pF 63V		3.577.378.01	
								C61	C61	Al-Elko 100µF 10V		3.577.497.01	
								C62	C62	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C63	C63	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C64	C64	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C65	C65	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C66	C66	Ta-Elko 2,2µF 35V		3.577.348.01	
								C67	C67	Ker-Kond 220pF 400V		3.577.315.01	
								C68		Ker-Kond 0,1µF 30V		3.577.390.01	
								2.582.466.01		B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas			
								2.582.466.02					
										Elektrische Bauteilliste MA 5D			
										Leiterplatte bestückt			

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición										Benennung, Description, Désignation, Descripción		Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
									F2	Sicherungshalter		3.578.154.01	1
									F2	G-Schmelzeinsatz M 0,032C		DIN 41 571	1
								F3	F3	Funkenschutzstrecke		3.557.067.01	2
								R1	R1	M-Wid 0,25W 900Ω 0,1%		3.561.025.21	
								R2	R2	M-Wid 0,25W 90Ω 0,1%		3.561.025.11	
								R3	R3	M-Wid 0,5W 9Ω 0,1%		3.561.025.61	
								R4	R4	Spulenwid komplett 0,9Ω 0,1%		2.634.009R01	
								R5	R5	Shunt 90mΩ		3.542.051.01	
								R6	R6	Shunt 20mΩ		3.542.050P01	
								R7	R7	K-Wid 0,25W 47kΩ 5%		3.561.055.01	
								R8	R8	K-Wid 0,25W 10kΩ 5%		3.561.058.01	
								R9- R12	R9- R12	Widerstandsnetzwerk 4 Div 5 SIL		3.560.032.01	
								R13	R13	M-Wid 0,25W 16kΩ 1%		3.561.030.02	
								R14	R14	M-Wid 0,25W 39kΩ 1%		3.561.450.01	
								R15	R15	K-Wid 0,25W 470kΩ 5%		3.561.958.01	
								R16	R16	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%		3.561.707.01	
								R17	R17	K-Wid 0,25W 47kΩ 5%		3.561.055.01	
								R18	R18	K-Wid 0,25W 470kΩ 5%		3.561.958.01	
								R19	R19	M-Wid 0,25W 4,53kΩ 1%		3.561.517.02	
								R20	R20	M-Wid 0,25W 3kΩ 1%		3.561.502.02	
								R21	3)	K-Wid 0,25W 47kΩ 5%		3.561.055.01	
								R22	R22	K-Wid 0,25W 180kΩ 5%		3.561.376.01	
								R23	R23	M-Wid 0,25W 27kΩ 1%		3.561.999.01	
								2.582.466.02	2.582.466.01	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas 1) Sicherungshalter bei 2,582.466.02 im Netzan- schluß lfd.Nr.14 2) An den Eingangsbuchsen angelötet 3) Bei 2.582.466.01 : R21 M-Wid 0,25W 22,1kΩ 1% 3.561.600.01			
										Elektrische Bauteilliste MA 5D			
										Leiterplatte bestückt			

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición								Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code, Nó. de artículo
							R24	K-Pot 0,5W 1kΩ 20%	3.569.017.01
							R25	M-Wid 0,5W 100kΩ 5%	3.561.024.71
							R26	K-Pot 0,5W 220Ω 20%	3.569.015.01
							R27	K-Wid 0,25W 10kΩ 5%	3.561.058.01
							R28	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01
							R29	K-Wid 0,5W 47Ω 5%	3.561.284.02
							R30	M-Wid 0,5W 33Ω 1%	3.561.028.21
							R31	K-Wid 0,25W 470kΩ 5%	3.561.958.01
							R32	K-Wid 0,25W 240Ω 5%	3.561.764.01
							R33	K-Pot 0,5W 220kΩ 20%	3.569.114.01
							R34	M-Wid 0,25W 1MΩ 0,1%	3.561.025.51
							R35	M-Wid 0,25W 100kΩ 0,1%	3.561.009.71
							R36	M-Wid 0,25W 10kΩ 0,1%	3.561.009.61
							R37	M-Wid 0,25W 1kΩ 0,1%	3.561.756.02
							R38	M-Wid 0,25W 100Ω 0,1%	3.561.777.02
							R39	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01
							R40	M-Wid 0,25W 91kΩ 2%	3.561.358.01
							R41	M-Wid 0,25W 47kΩ 1%	3.561.590.01
							R42	K-Wid 0,25W 10kΩ 5%	3.561.058.01
							R43	K-Wid 0,25W 100Ω 5%	3.561.059.01
							R44	K-Wid 0,25W 150kΩ 5%	3.561.247.01
							R45	K-Wid 0,25W 10Ω 5%	3.561.120.01
							R46	K-Wid 0,25W 2kΩ 5%	3.561.139.01
							R47	K-Wid 0,25W 5,6kΩ 5%	3.561.253.01
							R48	K-Wid 0,25W 5,6kΩ 5%	3.561.253.01
							2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas	
								Elektrische Bauteilliste MA 5D	
								Leiterplatte bestückt	

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición							Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code, Nº. de artículo	B
						R49	M-Wid 0,25W 68kΩ 2%	3.561.493.01	
						R50	M-Wid 0,25W 62kΩ 1%	3.561.025.41	
						R51	K-Pot 0,5W 2,2kΩ 20%	3.569.012.01	
						R52	M-Wid 0,25W 36kΩ 2%	3.561.482.01	
						R53	K-Pot 0,5W 100kΩ 20%	3.569.053.01	
						R54	M-Wid 0,25W 22k...511kΩ 2%		1
						R55	K-Wid 0,25W 200Ω 5%	3.561.309.01	2
						R56	K-Wid 0,25W 10kΩ 5%	3.561.058.01	
						R57	K-Wid 0,25W 240Ω 5%	3.561.764.01	
						R58	K-Wid 0,25W 3kΩ 5%	3.561.330.01	
						R59	K-Pot 0,5W 220Ω 20%	3.569.015.01	
						R60	M-Wid 0,25W 1,8kΩ 2%	3.561.144.01	
						R61	K-Wid 1W 130kΩ 5%	3.561.024.91	
						R62	K-Wid 1W 130kΩ 5%	3.561.024.91	
						R64	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%	3.561.707.01	
						R65	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01	
						R66	K-Wid 0,25W 5,6kΩ 5%	3.561.253.01	
						R67	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01	
						R68	Spulenwid B 500Ω Cu bifilar	3.565.168.01	
						R69	K-Wid 0,25W 33kΩ 5%	3.561.061.01	
						R70	K-Wid 0,25W 47kΩ 5%	3.561.055.01	
						R71	M-Wid 0,25W 16kΩ 1%	3.561.030.02	
						R72	M-Wid 0,25W 27kΩ 1%	3.561.999.01	
						R73	M-Wid 0,25W 9,1kΩ 1%	3.561.005.61	
						2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas 1) Zum Abgleich 2) Bei einigen Leiterplatten 120 3.561.221.01		
							Elektrische Bauteilliste MA 5D		
							Leiterplatte bestückt		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición							Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
						R74	M-Wid 0,5W 68Ω 1%	3.561.749.01	
						R75	K-Wid 0,25W 12kΩ 5%	3.561.611.01	
						R76	M-Wid 0,25W 82kΩ 2%	3.561.893.01	
						R78	M-Wid 0,25W 22,6kΩ 1%	3.561.015.21	
						R79	M-Wid 0,25W 140kΩ 1%	3.561.020.21	
						R80	K-Wid 0,25W 47kΩ 5%	3.561.055.01	
						R81	K-Wid 0,25W 5,6kΩ 5%	3.561.253.01	
						R82	K-Wid 0,25W 15kΩ 5%	3.561.236.01	
						R83	K-Wid 0,25W 2kΩ 5%	3.561.139.01	
						R84	} Wid-Netzwerk 6x270kΩ 7SIL	3.560.011.01	
					R85				
					R86				
					R87				
					R88				
						R89	K-Wid 0,25W 10kΩ 5%	3.561.058.01	
						R90	M-Wid 0,25W 36Ω 1%	3.561.233.01	
						R91	K-Wid 0,25W 4,7MΩ 5%	3.561.634.01	
						R92	K-Pot 0,5W 1MΩ 20%	3.569.071.01	
						R93	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01	
						R94	K-Pot 0,5W 100kΩ 20%	3.569.053.01	
						R95	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01	
						R96	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%	3.561.707.01	
						R97	M-Wid 0,25W 120Ω...953Ω 1%		1
						R98	M-Wid 0,1W 14kΩ 0,5%	3.561.022.51	
						2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
							1) Zum Abgleich		
							Elektrische Bauteilliste MA 5D		
							Leiterplatte bestückt		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición										Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
									R99	C-Pot 0,75W 100Ω 10%	3.569.232.01	
									R 100	M-Wid 0,1% 10kΩ 0,5%	3.561.022.41	
									R 101	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%	3.561.707.01	
									R 102	K-Wid 0,25W 2kΩ 5%	3.561.139.01	
									R 103	K-Wid 0,25W 13MΩ 5%	3.561.498.02	
									R 104	M-Wid 0,25W 3kΩ 1%	3.561.502.02	
									R 105	M-Wid 0,25W 26,4kΩ 1%	3.561.336.01	
									R 106	M-Wid 0,25W 140kΩ 1%	3.561.020.21	
									R 107	K-Wid 0,25W 62Ω 5%	3.561.323.01	
									R 108	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%	3.561.707.01	
									R 109	M-Wid 0,25W 120Ω...953Ω 1%		1
									R 110	M-Wid 0,1W 14,2kΩ 0,5%	3.561.022.61	
									R 111	C-Pot 0,75W 100Ω 10%	3.569.232.01	
									R 112	M-Wid 0,25W 6,8Ω 1%	3.561.250.01	
									R 113	M-Wid 0,1W 620Ω 0,5%	3.561.022.31	
									R 114	K-Wid 0,25W 33Ω 5%	3.561.753.01	
									R 115	M-Wid 0,25W 1,6kΩ 1%	3.561.451.02	
									R 116	M-Wid 0,25W 26,4kΩ 1%	3.561.336.01	
									R 117	M-Wid 0,25W 22,1kΩ 1%	3.561.600.01	
									R 118	K-Wid 0,25W 8,2kΩ 5%	3.561.664.01	
									R 119	K-Wid 0,25W 8,2MΩ 5%	3.561.208.01	
									R 120	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01	
									R 121	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01	
									R 122	M-Wid 0,25W 33kΩ 2%	3.561.566.01	
									R 123	M-Wid 0,25W 47kΩ 1%	3.561.590.01	
2.582.466.01/02										B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
										1) Zum Abgleich		
										Elektrische Bauteilliste MA 5D		
										Leiterplatte bestückt		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición							Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
						R 124	K-Wid 0,25W 18kΩ 5%	3.561.052.01	
						R 125	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%	3.561.707.01	
						R 126	K-Wid 0,25W 4,7MΩ 5%	3.561.634.01	
						R 127	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01	
						R 128	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01	
						R 129	K-Wid 0,25W 220kΩ 5%	3.561.707.01	
						R 130	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01	
						R 131	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01	
						R 132	K-Wid 0,25W 100kΩ 5%	3.561.239.01	
						R 133	K-Wid 0,25W 24kΩ 5%	3.561.719.01	
						R 134	K-Wid 1W 130kΩ 5%	3.561.024.91	
						R 135	K-Wid 1W 130kΩ 5%	3.561.024.91	
						R 137	M-Wid 0,25W 62Ω 1%	3.561.798.01	
						R 138	Shunt 20mΩ	3.542.050P01	
						R 139	M-Wid 0,25W 620Ω 2%	3.561.143.01	
						R 140	K-Wid 0,25W 470kΩ 5%	3.561.958.01	
						R 141	K-Wid 0,25W 47kΩ 5%	3.561.055.01	
						R 142	K-Wid 0,25W 1,3kΩ 5%	3.561.358.01	
						R 143	K-Wid 0,25W 10kΩ 5%	3.561.058.01	
						R 144	K-Wid 0,25W 1MΩ 5%	3.561.072.01	
						R 145	K-Wid 0,25W 5,6kΩ 5%	3.561.253.01	
						R 146	K-Wid 0,25W 3kΩ 5%	3.561.330.01	
						R 147	M-Wid 0,1W 1kΩ 0,05%	3.561.022.81	
						R 148	M-Wid 0,5W 100kΩ 0,05%	3.561.022.71	
						2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
							Elektrische Bauteilliste MA 5D		
							Leiterplatte bestückt		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición										Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
									R 149	K-Wid 0,25W 4,7M Ω 5%	3.561.634.01	
									R 150	K-Wid 0,25W 56k Ω 5%	3.561.245.01	
									R 151	K-Wid 0,25W 10k Ω 5%	3.561.058.01	
									T1	Netztrafo 4,5VA	3.520.015.01	
									T2	Wandler RM7	2.520.215.02	
									V1	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V2	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V3	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V4	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V5	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V6	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V7	Diode 1N 5406 SEL	3.575.253.01	
									V8	Diode 1N 5406 SEL	3.575.253.01	
									V9	Diode 1N 5405	3.575.249.01	
									V10	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
									V11	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
									V12	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
									V13	Transistor BF 423	3.575.255.01	
									V14	Transistor BF 423	3.575.255.01	
									V15	Diode 1N 4005	3.575.166.01	
									B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas			
									2.582.466.01/02			
												Elektrische Bauteilliste MA 5D
									Leiterplatte bestückt			

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición							Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
						V16	FET-Transistor J 113	3.575.256.01	
						V17	IC-Verstärker LF 351B	3.576.190.01	
						V18	Transistor BC 547B	3.575.114.01	
						V19	Transistor BC 547B	3.575.114.01	
						V20	Gleichrichter B80 C800	3.575.170.01	
						V21	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V22	Transistor BC 547B	3.575.114.01	
						V23	Transistor BC 547C	3.575.243.01	
						V24	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V25	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
						V26	Transistor BC 635	3.575.254.01	
						V27	FET-Transistor J 113	3.575.256.01	
						V28	IC-Verstärker TL 080 CP	3.576.193.01	
						V29	IC-Verstärker CA 3130S	3.576.159.01	
						V30	Diode BAV 20	3.575.092.01	
						V31	Diode BAV 20	3.575.092.01	
						V32	Diode BAV 20	3.575.092.01	
						V33	Diode BAV 20	3.575.092.01	
						V34	IC-Verstärker LM 358	3.576.191.01	
						V35	IC-Verstärker LM 358	3.576.191.01	
						V36	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V37	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V38	IC-Verstärker 308	3.576.160.01	
						V39	Transistor BC 547B	3.575.114.01	
						V40	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
						2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
							Elektrische Bauteilliste MA 5D		
							Leiterplatte bestückt		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición							Benennung, Description, Désignation, Descripción	Sachnummer, Part No., Número de code Nó. de artículo	B
						V41	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V42	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
						V43	IC AD 536 AKH	3.576.186.01	
						V44	Diode EPAD 50	3.575.210.01	
						V45	Diode EPAD 50	3.575.210.01	
						V46	IC-MOS 4001 BE	3.576.039.01	
						V47	IC-MOS ICL 8053 A	3.576.187.01	
						V48	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
						V49	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
						V50	IC-Verstärker AD 542 JH	3.576.189.01	
						V51	IC-Verstärker LF 351B	3.576.190.01	
						V52	Transistor BFT 10	3.575.189.01	
						V53	Transistor BFT 10	3.575.189.01	
						V54	IC-MOS 4007 AE	3.576.049.01	
						V55	IC-MOS 4040 BP	3.576.192.01	
						V56	IC-MOS 4040 BP	3.576.192.01	
						V57	Z-Diode 2,45V 1,5% Tk 30	3.575.251.01	
						V58	Transistor BC 547C	3.575.243.01	
						V59	FET-Transistor J 113	3.575.256.01	
						V60	IC-MOS 4011 BE	3.576.047.01	
						V61	IC-Verstärker TAA 761A	3.576.038.01	
						V62	IC-Verstärker CA 3130S	3.576.159.01	
						V63	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V64	Transistor BC 307B	3.575.174.01	
						V65	Diode 1N 4148	3.575.159.01	
						2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
							Elektrische Bauteilliste MA 5D		
							Leiterplatte bestückt		

Laufende Nummer, Item Number, Número en continu, Posición										Benennung, Description, Désignation, Descripción		Sachnummer, Part No., Número de code, Nó. de artículo	B
										216	Kühlkörper 33 ⁰ C/W	3.164.225.01	1
										221	Abschirmung	3.164.430.01	
										222	Abschirmung	3.164.431.01	
										224	Batteriekontakt	3.533.178.01	
										225	Batteriekontakt	3.533.178.02	
										226	Kontaktfeder	3.533.185.01	
										228	Schalter montiert	2.535.027.01	
										229	Schalter montiert	2.535.027.02	
										231	Lötstift	3.623.110.01	
										233	Abstandsscheibe	3.631.033.01	
										234	Abstandsscheibe	3.631.033.02	
										236	Schiebeschalter	3.530.081.01	
										238	Steckhülse 2,8-1 DIN 46 247	3.624.206.34	2
										2.582.466.01/02	B = Bemerkungen, Remarks, Remarque, Notas		
											1) Für V43		
											2) Für V1...V9		
										Elektrische Bauteilliste MA 5D			
										Leiterplatte bestückt			

