

VEB

PRÄCITRONIC

DRESDEN

ELEKTRONISCHE MESSGERÄTE

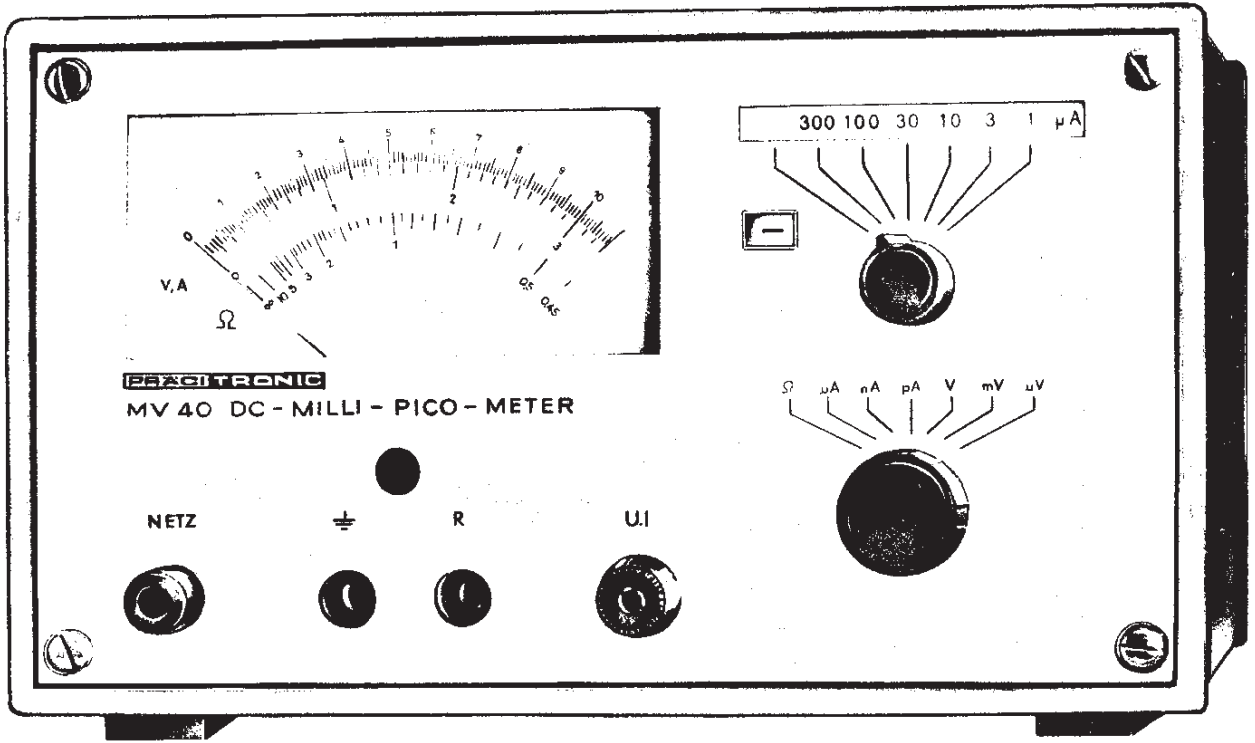
DC-MILLI-PICO-METER MV 40

Beschreibung und Bedienungsanleitung

DC-MILLI-PICO-METER

MV 40

VEB P R Ä C I T R O N I C Dresden . Elektronische Meßgeräte
DDR 8016 Dresden, Fetscherstraße 72, Telefon: 66401, Telex: 2458



| Inhalt : | Seite |
|---|-------|
| 1. Verwendungszweck | 7 |
| 2. Technische Kennwerte | 8 |
| 3. Zubehör | 9 |
| 4. Wirkungsweise | 10 |
| 4.1. Chopper-Verstärker | 10 |
| 4.2. Kapazitäts-Dioden-Verstärker | 10 |
| 4.3. Gegenkopplungsnetzwerk | 11 |
| 4.4. Widerstandsmessung | 11 |
| 4.5. Netzteil | 12 |
| 5. Mechanischer Aufbau | 12 |
| 6. Bedienungsanleitung | 13 |
| 6.1. Vorbereitung zur Inbetriebnahme | 13 |
| 6.2. Bedienelemente | 14 |
| 6.3. Allgemeine Hinweise für die Messungen | 15 |
| 6.4. Spannungsmessung | 16 |
| 6.5. Strommessung | 17 |
| 6.6. Widerstandsmessung | 17 |
| 7. Wartung | 18 |
| 7.1. Netzkontrolle | 18 |
| 7.2. Kontrolle und Einstellung der Nullpunkte | 18 |
| 8. Schaltteilliste | 21 |
| 9. Schaltteilanordnung | 35 |
| 10. Stromlaufplan | 43 |

1. Verwendungszweck

Das DC-Milli-Pico-Meter MV 40 ist zur praktisch leistungslosen Messung sehr kleiner Gleichspannungen und -ströme sowie zur Messung hochohmiger Widerstände bestimmt. Folgende besonderen Merkmale sichern dem Gerät universelle Einsatzmöglichkeiten:

- Spannungsmessung über 7 Zehnerpotenzen
- Strommessung über 8 Zehnerpotenzen
- Widerstandsmessung über 6 Zehnerpotenzen
- Hoher Eingangswiderstand bei Spannungsmessungen und niedriger Eingangswiderstand bei Strommessungen
- Hohe Langzeitkonstanz
- Unempfindlichkeit gegen Einstreuung von Brummspannungen
- Volle Skalenlänge durch automatische Polaritätsumschaltung und -anzeige
- Ausgang für Schreiberanschluß
- Netzunabhängige Speisung durch Fremdbatterie möglich
- Geringe Masse und kleines Volumen.

Diese Eigenschaften gestatten die Verwendung sowohl in Forschungs- und Entwicklungslaboratorien als auch für betriebliche Zwecke in Prüffeld und Fertigung. Dabei wird die hohe Auflösung bis ins Mikrovolt- und Picoampere-Gebiet zur Untersuchung physikalischer und chemischer Vorgänge in vielen Fällen besonders wertvoll sein. Weitere Anwendungsgebiete sind der Betrieb als Nullindikator in Brückenschaltungen, Messung von Fotoströmen, Temperaturbestimmung, HF-Spannungsmessung nach Gleichrichtung (Relativmessung) sowie Einsatz in Steuer- und Regelkreisen.

2. Technische Kennwerte

Spannungsmessung

| | |
|-------------|--|
| Meßumfang | 10 μ V ... 300 V |
| Meßbereiche | 0 ... 100/300 μ V 0 ... 1/3/10/30/100/300 mV 0 ... 1/3/10/30/100/300 V |

Meßunsicherheit

| | |
|--|--------------------------------|
| Grundunsicherheit | $\pm 1,5$ % v.E. |
| Zusatzunsicherheit | |
| Bereich μ V | ± 1 % v.E. ± 1 μ V |
| Bereich V | $\pm 0,5$ % v.E. |
| Temperatureinfluß | 0,1 %/grd |
| Offsetspannung | auf 0 einstellbar |
| Drift | 0,3 μ V/grd |
| Offsetstrom | 10^{-11} A |
| Eingangswiderstand | |
| Bereich μ V | > 10 M Ω |
| Bereiche mV/V | 100 M ± 10 % |
| Quellwiderstand max | |
| Bereich 100 μ V | 100 k Ω |
| Bereich 300 μ V | 300 k Ω |
| Bereiche mV/V | 1 M Ω |
| Überlastbarkeit (kurzzeitig) | |
| Bereiche μ V/mV | ± 150 V |
| Bereich V | ± 500 V |
| Wechselspannungsunterdrückung für f \geq 50 Hz und 5 % Fehler bei Anzeige > 30 % v.E. | 75 dB |
| Obere Grenzfrequenz | ca. 3 Hz |

Strommessung

| | |
|-------------|---|
| Meßumfang | 1 pA ... 300 μ A |
| Meßbereiche | 0 ... 10/30/100/300 pA 0 ... 1/3/10/30/100/300 nA 0 ... 1/3/10/30/100/300 μ A |

Meßunsicherheit

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| Grundunsicherheit | $\pm 1,5$ % v.E. |
| Zusatzunsicherheit | |
| Bereich pA | $\pm 1,5$ % v.E. $\pm 0,3$ pA |
| Temperatureinfluß | 0,15 %/grd |

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| Offsetstrom | auf 0 einstellbar |
| Drift | $2 \cdot 10^{-14}$ /grd |
| Spannungsabfall | 500 μ V |
| Überlastbarkeit (kurzzeitig) | 30 mA, 50 V |

Widerstandsmessung

| | |
|---|--|
| Meßumfang | ($5 \cdot 10^7 \dots 10^{14}$) Ω |
| Meßbereiche | (0,5 ... 5) $10^8/10^9/10^{10}/10^{11}/10^{12}/10^{13}$ Ω |
| Meßunsicherheit bei Zeigerstellung 1 | 3 % |
| Meßspannung | 50 V |

Allgemeines

| | |
|------------------------------|---|
| Ausgang | Stromausgang 10 mA / 1 V max |
| Netz | (190 ... 250) V (48 ... 65) Hz ca. 3 VA |
| Batterie | (10 ... 15) V 50 mA |
| Schutzklasse | II |
| Einlaufzeit | 15 min |
| Einsatzklasse nach TGL 14283 | 1 |

| Klima | Einflußgrößen | Referenz-Bedingungen | Grenzarbeitsbedingungen |
|-------------|---------------|----------------------|-------------------------|
| | Temperatur | 23 °C \pm 2 grd | (5 ... 40) °C |
| | rel. Feuchte | (40 ... 60) % | (10 ... 85) % |
| | Luftdruck | | (600 ... 1060) mbar |
| Abmessungen | | | 253 x 168 x 188 mm |
| Masse | | | 4,7 kg |
| Bestückung | | | |
| | Sicherung | | 100 mA |
| | Glühlampe | | 24 V / 2 W Ba 7s |
| | Transistoren | | 30 Stück |
| | Dioden | | 23 Stück |

3. Zubehör

| | |
|-------------|----------------------|
| 1 Meßkabel | |
| 1 Sicherung | 0,1 A TGL 0642.222-5 |
| 1 Glühlampe | 24 V / 2 W Ba 7s |

4. Wirkungsweise

Im MV 40 wird das Prinzip der Gleichspannungsmodulation mit nachfolgender Wechselspannungsverstärkung wegen seiner großen Nullpunktstabilität gegenüber direkt gekoppelten Systemen verwendet. Das Gerät besteht aus folgenden elektrischen Funktionsgruppen: Chopperverstärker für Spannungsmessungen mit kleiner Offset-Spannungsdrift - C-Dioden-Verstärker für Strommessungen mit kleiner Offset-Stromdrift - Gegenkopplungsnetzwerk mit Spannungsteiler zur Bereichsfestlegung - stabilisierte Meßspannungserzeugung für Widerstandsmessung - Stromversorgungsteil. Durch die im Ausgangskreis liegende automatische Polaritätsschaltung steht die volle Skalenlänge für jede Messung voll zur Verfügung.

4.1. Chopper-Verstärker

Die Baugruppe Chopper-Verstärker enthält die elektrischen Funktionsgruppen Oszillator, Verstärker, Modulator und Demodulator. Die in einem astabilen Multivibrator (T 12 ... T 15) erzeugte Rechteckwechselspannung von ca. 1 kHz gelangt sowohl zum Modulator als auch zum Demodulator, der als phasengesteuerter Gleichrichter arbeitet.

Der mit zwei MOSFET (T 1, T 2) als Chopper aufgebaute Modulator wandelt die angelegte Gleichspannung in eine entsprechende Wechselspannung um, wobei der Nullpunktspannungsfehler äußerst gering bleibt. Der aus dem MOSFET-Chopper herausfließende Stör-gleichstrom kann intern auf sehr kleine Werte abgeglichen werden (R 33).

Ein hochohmiger, rauscharmer Wechselspannungsverstärker verstärkt das an seinem Eingang liegende Nutzsignal. Die so erhaltene Wechselleistung von ca. 50 mW wird dem phasengesteuerten Lineardemodulator (T 8, T 9) zugeleitet, der nach entsprechender Siebung den Ausgangsgleichstrom abgibt.

4.2. Kapazitätsdiodenverstärker

Die Baugruppe Kapazitätsdiodenverstärker enthält ebenfalls einen Oszillator, Verstärker, Modulator und Demodulator, wobei die in dem Oszillator erzeugte Rechteckwechselspannung eine Frequenz von ca. 85 kHz besitzt.

Der in Brückenschaltung aufgebaute Kapazitätsdiodenmodulator erhält in der einen Brückendiagonale die erdfreie Rechteckwechselspannung und gibt in der anderen beim Anliegen einer Gleichspannung eine polaritätsabhängig phasenrichtige Wechselspannung ab. Durch Vorspannungsänderung der Kapazitätsdioden (R 25) kann der Störstrom und durch Brückenabgleich (R 30) die Störspannung des Modulators zu Null gemacht werden.

Der Wechselspannungsverstärker gibt seine Ausgangsspannung an den Lineardemodulator weiter, der, vom Oszillator phasenrichtig gesteuert, den Ausgangsleichstrom erzeugt.

4.3. Gegenkopplungsnetzwerk für Spannungs- und Strommessungen

Für die Spannungsbereiche ist das Gegenkopplungsnetzwerk in Verbindung mit dem Chopper-Verstärker in Strom-Serien-Gegenkopplung aufgebaut. Damit wird neben guter Stabilität ein höchstmöglicher Eingangswiderstand und ein Stromausgang erreicht, der zum Anschluß von Schreibern oder Zweitinstrumenten mit innerhalb der angegebenen Grenzen beliebigem Innenwiderstand geeignet ist. Zur Messung von Spannungen im Volt-Bereich ist dabei ein Spannungsteiler 1000 : 1 vorgeschaltet, um den Gegenkopplungsfaktor nicht unzulässig zu erhöhen. Da die Spannungsbereiche wegen ihres hohen Eingangswiderstandes gegen Brummeinstreuungen von Natur aus sehr empfindlich sind, ist für sie eine Brummsiebung hoher Wirksamkeit eingebaut, die in einer Spezialschaltung relativ kleine Anstiegszeiten ermöglicht.

Für Strommessungen stellt das Gegenkopplungsnetzwerk in Zusammenschaltung mit dem Kapazitätsdiodenverstärker eine Strom-Parallel-Gegenkopplung dar, die einen kleinstmöglichen Eingangswiderstand und einen Stromausgang mit den gleichen Eigenschaften wie bei der Spannungsmessung erreicht.

4.4. Widerstandsmessung

Diese arbeitet nach dem Prinzip der Strommessung in Verbindung mit einer am Prüfling anliegenden definierten Spannung. Ein doppelt stabilisierter Transverter stellt hierfür eine Spannung von 50 V zur Verfügung. Durch konsequente Anwendung des Schutzprinzips ist dabei die Meßschaltung so eingerichtet, daß der

Prüfling einseitig am Gerätegehäuse bzw. an Erde liegt. Dies ergibt den großen Vorteil, daß nach Belieben geerdete oder nicht-geerdete Prüflinge gemessen werden können.

Die Stabilisierung der Meßspannung ist u.a. durch eine Vorwärtsregelung (R 10) so hoch, daß auch bei Netzspannungstößen Isolationswiderstände von Kapazitäten gemessen werden können.

4.5. Netzteil

Die Stromversorgung des Gerätes erfolgt entweder aus dem 220 V-Netz oder durch eine externe Batterie von 12 V (10 ... 15) V. Um den Einfluß von Netzspannungsschwankungen auszuschalten, wird eine einfache elektronische Stabilisierung benutzt (T 1 D 5). Bei Anschluß der externen Batterie wird ein Rückstromfluß in das Netzteil durch die Diode (D 4) verhindert. Zur Stromversorgung der Verstärker gehört ein Widerstandsnetzwerk, durch das über einen Einstellregler ein sowohl positiv als auch negativ einstellbarer Strom durch den kleinsten Gegenkopplungswiderstand (R 8, R 4) geschickt werden kann, der als Nullabgleich für die empfindlichsten Meßbereiche wirkt.

5. Mechanischer Aufbau

Das MV 40 ist mit auswechselbaren Baugruppen in Leiterplattentechnik aufgebaut.

Einfach auszuwechseln sind Kapazitätsdiodenverstärker (obere Baugruppe), Chopper-Verstärker (untere Baugruppe) und Widerstandsplatte. Dadurch ist jeweils eine abgeschlossene Baueinheit einzeln prüf- und abgleichbar.

Der Chopper-Verstärker enthält auf der Leiterplatte einzelne streifenförmige Bausteine, die nach elektrischen Funktionen getrennt abgeschlossene Teile darstellen: Modulator, Verstärker, Demodulator, Generator. Sie können mittels eines Speziallötkolbens aus der Grundplatte ausgelötet werden. Die gesamte Platte ist durch eine Blechkappe abgeschirmt.

Die Baugruppe Kapazitätsdiodenverstärker befindet sich ebenfalls unter einer Blechkappe und ist in üblicher Leiterplattentechnik aufgebaut. Die Verbindungsplatte für diese beiden Bausteine ist nach Lösen der zwei Schrauben zwischen den Stecker-

leisten und Ablöten des Spannungsanschlusses aus der Schalterplatte herausziehbar. Die Schalterplatte ist nach Abnehmen der vier Schrauben an den Ecken und Ablöten des Kabelbaumes sowie der Eingangsleitungen von den Rastköpfen abziehbar. Die Schaltergruppe (Rastköpfe) mit den Anzeigeelementen kann als selbständige Einheit nach hinten herausgenommen werden. Beim Netztrafo-Primärkreis wurde auf Realisierung der Bedingungen für Schutzklasse II besonders geachtet. Die Netzteilplatte enthält den Netzteiltrafo, die 50 V-Meßspannungserzeugung sowie die Stabilisierungsschaltung. Nach Lösen von vier Schrauben und Ablöten des Kabelbaumes ist sie nach unten herausnehmbar. Das Einbauminstrument wird von einem Winkel gehalten, der mit zwei gut zugänglichen Schrauben am Einschub befestigt ist.

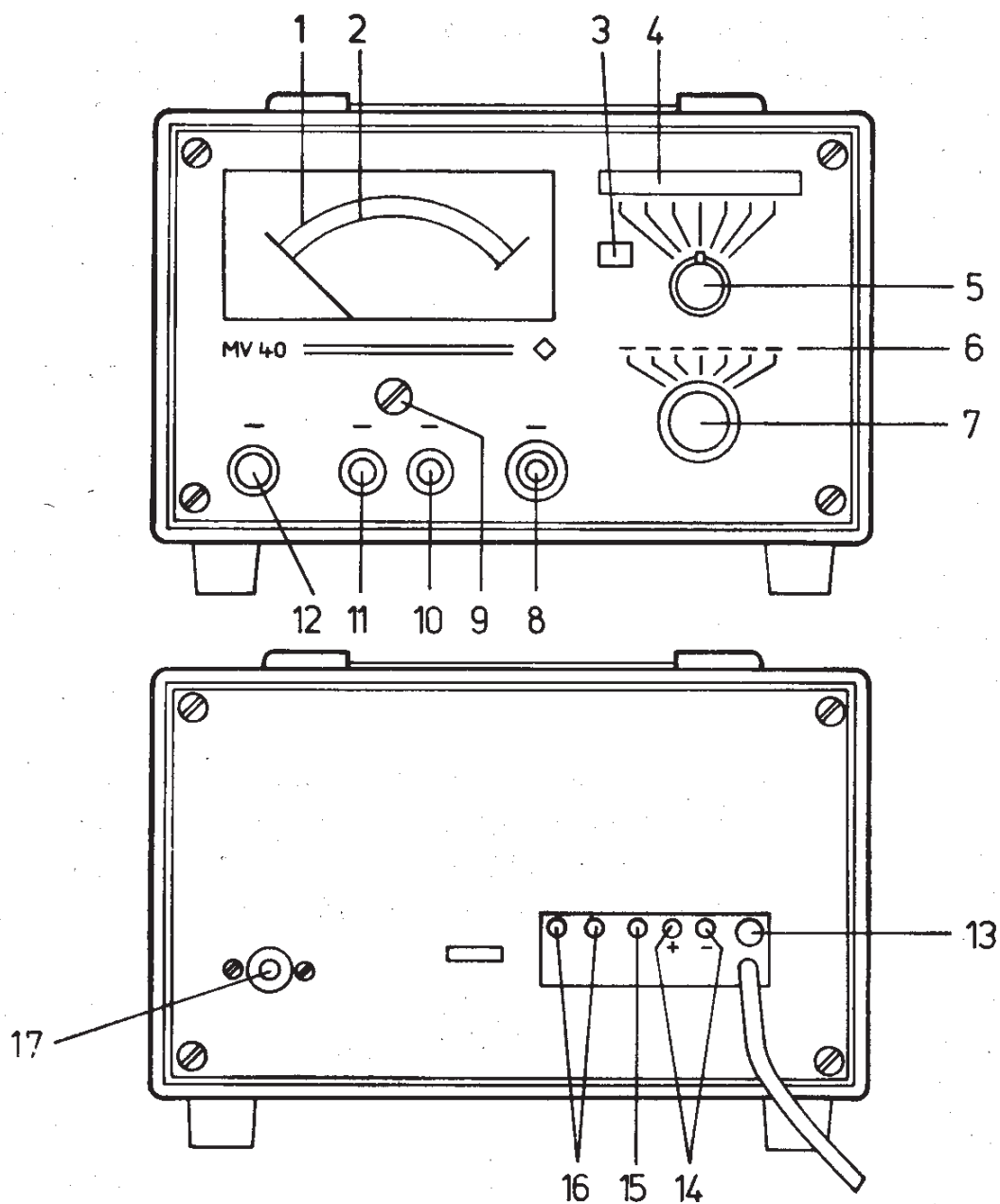
6. Bedienungsanleitung

6.1. Vorbereitung zur Inbetriebnahme

Das DC-Milli-Pico-Meter MV 40 ist für den Betrieb an 220 V Netzspannung sowie für den Anschluß einer äußeren Batterie von 12 V vorgesehen, ohne daß die Einstellung eines Netzspannungswählers und das Auswechseln von Sicherungen notwendig ist. Nach Anschließen des Netzsteckers ist das Gerät für 220 V betriebsbereit. Es wird durch Drücken der Netztaste (12) eingeschaltet, wobei das Zentralfeld der Drucktaste aufleuchten muß. Vorher sollte darauf geachtet werden, daß der Meßgrößenschalter (7) vor Einschalten immer in Stellung "V" steht. Die externe Batterie wird unter Beachtung der gekennzeichneten Polarität über die Buchsen (16) an der Rückseite angeschlossen. Dabei sind Netzschalter und Kontrollglühlampe **n i c h t** in Betrieb. Das Gerät ist in diesem Fall immer eingeschaltet. Durch Falschpolung tritt eine Beschädigung des Gerätes nicht ein. Nach 2 min ist das MV 40 funktionsbereit und spätestens nach der Einlaufzeit auch in den unteren Bereichen (pA, μ V) nullpunktstabil und datenhaltig.

Über den Masseanschluß kann frei verfügt werden, da der Stromversorgungsteil in Schutzklasse II ausgeführt ist. Es sind insgesamt 2 Massebuchsen vorhanden (11 und 15).

6.2. Bedienelemente



- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| (1) Skala 1 ... 100, 1 ... 30 | Strom, Spannung |
| (2) Skala ∞ ... 0,5 | Widerstand |
| (3) Polaritätsanzeiger | (11) Massebuchse |
| (4) Bereichsanzeigefeld | (12) Netzschalter |
| (5) Bereichsschalter | (13) Netzsicherung |
| (6) Meßgrößenfeld | (14) Externer Batterieanschluß |
| (7) Meßgrößenumschalter | (15) Massebuchse |
| (8) Eingangsbuchse | (16) Ausgangsbuchsen |
| (9) Mechanischer Nullpunkt | (17) Einstellregler |
| (10) Widerstandsmeßbuchse | für elektrischen Nullpunkt |

6.3. Allgemeine Hinweise für die Messungen

Obwohl beim Überschreiten der Bereiche das Gerät bzw. Instrument infolge einer Ausgangsstrombegrenzung nicht beschädigt werden kann, sollte vor Anlegen der Meßgröße der Bereichsschalter immer auf dem höchsten Wert stehen. Die Bereichswerte werden dann solange verkleinert bis der Zeiger in das Anzeigefeld kommt. Sollte bei einer Messung oder beim Umschalten der Zeiger den Endausschlag überschreiten, hilft das sofortige Umschalten in höhere Bereiche, um den Zeiger schnell wieder zurückzuholen.

Die Meßgröße wird über das mitgelieferte Kabel oder über eine entsprechende Leitung angeschlossen.

Die Polaritätsanzeige der Meßgrößen Strom und Spannung bezieht sich auf den inneren Anschluß der Eingangsbuchse (8) und wird bereits bei 5 % des Vollausschlages des Hauptinstrumentes (3) sicher in Funktion gebracht.

An den an der Hinterseite befindlichen Ausgang (16) kann ein Zweitinstrument oder Schreiber angeschlossen werden, für die infolge des hohen Ausgangsstromes (10 mA für Vollausschlag) robuste Geräte bzw. solche mit erhöhter Genauigkeit, wie z.B. das 10 Ohm-Instrument, verwendet werden können. Hierbei ist zu beachten, daß im Gegensatz zum eingebauten Instrument die Richtung des Ausgangsstromes von der Polarität der Eingangsgröße abhängig ist.

Es sind grundsätzlich nur die im Bereichsanzeigefeld (4) möglichen Bereiche zu wählen. Nicht bezeichnete Stellungen dürfen nicht eingeschaltet werden (z.B. ist 30 μ V oder 1 pA Vollausschlag kein möglicher Bereich).

Allgemein ist darauf hinzuweisen, daß die Messung sehr kleiner Gleichgrößen, also im μ V- und pA-Bereich, eine gewisse Problematik im äußeren Meßkreis mit sich bringt. Sie hat mit dem Gerät selbst nichts zu tun, muß aber beachtet werden und bezieht sich vor allem auf:

- a) Die Entstehung von Thermospannungen im äußeren Meßkreis, z.B. durch die Körperwärme beim Berühren von Steckverbindungen usw., Abhilfe entweder durch Abwarten des Temperaturengleiches oder bei Schnellmessungen durch Nullpunkt-korrektur.

b) Einwirkung von langsam veränderlichen Gleichfeldern auf hochohmige Meßleitungen. Diese meist durch Reibungselektrizität entstehenden Störfelder treten mit großer Intensität auf und werden bereits durch Bewegung von Personen und ähnliche Vorgänge verursacht. Abhilfe durch elektrostatische Abschirmung der Meßleitung, wobei abgeschirmte Meßkabel durch innere Reibungen im allgemeinen selbst schon Störspannungen erzeugen, wenn sie nicht ganz ruhig liegen. Die Einwirkung von schnelleren Wechselstörfeldern ist dagegen bei den Spannungsbereichen durch die hohe Brummsiebung weitestgehend ausgeschaltet.

Sollte bei hoher Luftfeuchtigkeit gemessen werden müssen, so ist in den Bereichen pA und Ohm mit vergrößerten Fehlern zu rechnen. Hohe Luftfeuchtigkeit macht sich auch durch geringe Verschiebung der Nullpunkte bemerkbar. Dabei wird aber bei verlängerter Einlaufzeit die Einflußmöglichkeit der Luftfeuchte geringer.

6.4. Spannungsmessung

Die Größe der Meßspannung wird entsprechend der Stellung des Bereichsschalters (5) im Anzeigefeld (4) an der Skala (1) abgelesen. Dabei gilt die obere Skala von 0... 11 bzw. 0... 1,1 und die untere von 0... 33 bzw. von 0... 3,3. Für Messungen bei kleinsten Spannungen (μV und untere mV-Bereiche) ist der Einfluß von Thermospannungen zu beachten (s. 6.3). Alle Steckverbindungen in einem solchen Meßkreis sollen auf gleicher Temperatur sein und ungünstige Metallkombinationen sind zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, so kann mittels des Einstellreglers (17) eine Thermospannung bis ca. $\pm 10 \mu\text{V}$ ausgeglichen werden.

Beim Messen hochohmiger Spannungsquellen ist der an sich geringe Störstrom des Choppers zu beachten. Dabei dürfen die in den technischen Kennwerten genannten maximalen Innenwiderstände der Meßspannungsquelle nicht überschritten werden. Dieser Störstrom ist auch die Ursache für das Hochlaufen des Zeigers, wenn in den Bereichen mV und μV der Eingang offen bleibt bzw. der zulässige Innenwiderstand des äußeren Meßkreises überschritten wird.

6.5. Strommessung

Für Strommessungen ist grundsätzlich zu beachten, daß bei evtl. vorheriger Spannungsmessung die Meßspannung auf keinen Fall noch anliegt und das Gerät hierbei in die Strombereiche umgeschaltet wird, da bei den Strombereichen der Innenwiderstand sehr klein ist und ein unzulässig hoher Eingangsstrom zu Zerstörungen am Meßobjekt führen könnte.

Die Größe des Meßstromes wird entsprechend der Stellung des Bereichsschalters (5) im Anzeigefeld (4) an der Skala (1) abgelesen. Es ist darauf zu achten, daß der Innenwiderstand der Stromquelle stets etwa 100x größer ist als der Eingangswiderstand bei den einzelnen Bereichen. Dieser Gesichtspunkt kann vor allem in den pA-Bereichen die Meßmöglichkeit bzw. Genauigkeit u.U. etwas einschränken, (s. Pkt. 2 Technische Kennwerte).

Sollte der Zeigerausschlag im Bereich 10 pA bei offenem Eingang auch nach der Einlaufzeit nicht Null sein, so kann er mit dem Einstellregler (17) bei offenem Verstärkereingang auf Null gebracht werden, (s. Pkt. 7 Wartung). Bei längeren Messungen in diesen unteren Bereichen sollte der Nullpunkt öfters kontrolliert werden.

6.6. Widerstandsmessung

Der zu bestimmende Widerstand wird zwischen der Massebuchse (11) und der Widerstandsmeßbuchse (10) direkt oder über Kabel angeschlossen. Dabei ist besonders für Isolationsmessungen vorteilhaft, daß das Meßobjekt einseitig geerdet sein kann. Der Meßwert wird an der Skala (2) abgelesen, wobei der Ablesewert mit dem entsprechend eingestellten Bereichsschalterwert multipliziert wird (Beispiel: Anzeige (2) - 0,65; Bereichsschalter (5) - 10^{10} Ohm $\hat{=}$ $0,65 \cdot 10^{10}$ Ohm oder $6,5 \cdot 10^9$ Ohm). Wird über Kabel gemessen, so ist dessen Isolationswiderstand zu beachten. Dieser muß mindestens 50x größer sein als der Meßwert.

Soll der Isolationswiderstand von Kondensatoren gemessen werden, so ist der Bereichsschalter (5) zunächst in Stellung **II** zu bringen, in der der Kondensator auf 50 V aufgeladen wird. Der Innenwiderstand für diese Aufladung ist dabei 1 MOhm. Bei großen Kapazitätswerten muß also entsprechend gewartet werden, damit der

Zeiger in der nächsten Stellung 10^8 Ohm ins Meßfeld kommt. Ein völliger Stillstand des Zeigers ist bei dieser Messung im allgemeinen nicht zu erwarten, da in den Kondensatoren Formierungerscheinungen eine Isolationsänderung bewirken. Bei Messung extrem isolierender Kondensatoren (Styroflex) und hohen Kapazitätswerten wird eine gewisse Zeigerunruhe auch aus anderen Gründen nicht zu vermeiden sein.

Für genaue Messungen im obersten Bereich ($10^{13} \Omega$) kann der ω -Punkt mit Hilfe des Einstellreglers für den elektrischen Nullpunkt (17) eingestellt werden.

7. Wartung

7.1. Netzkontrolle

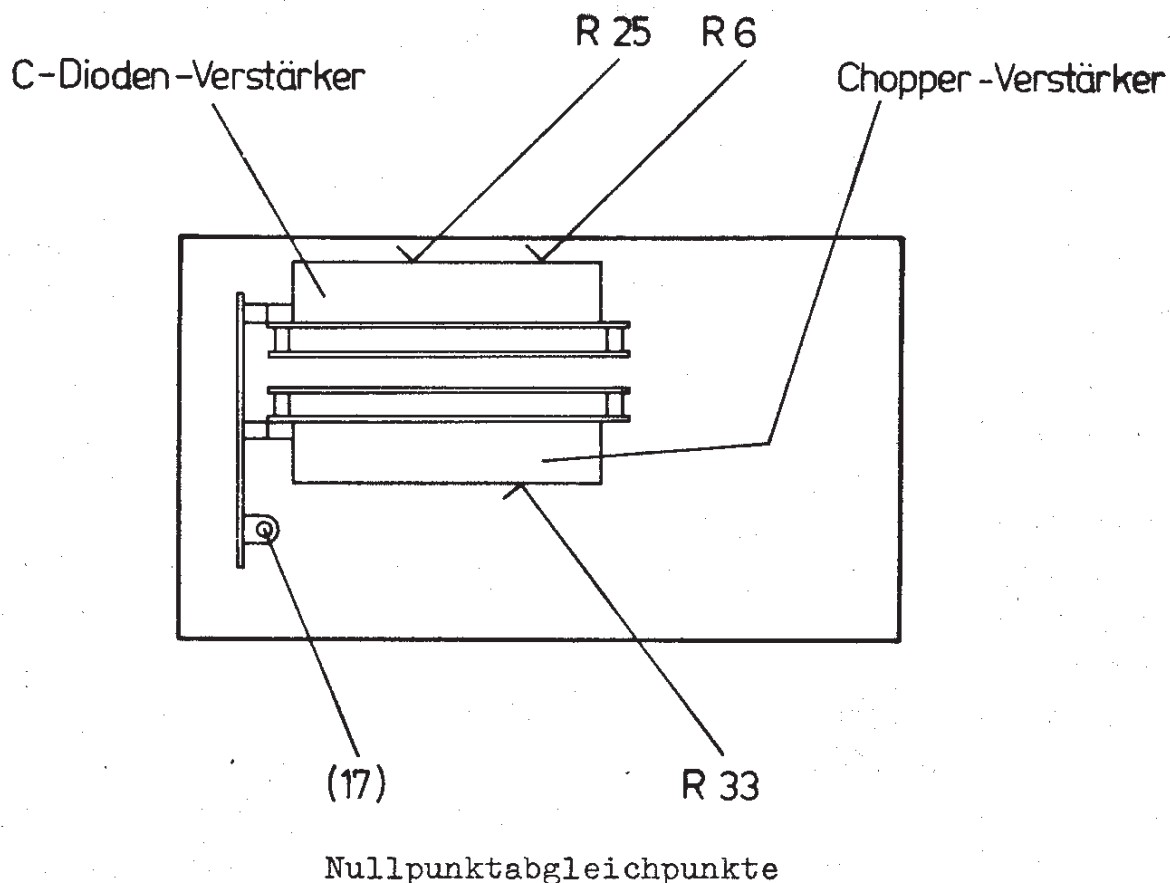
Sollte beim Einschalten des Gerätes die Netztaste nicht aufleuchten, ist zunächst die Sicherung (13) an der Geräterückseite auf Durchgang zu kontrollieren. Ergibt diese Prüfung eine einwandfreie Sicherung und hat sich der Zeiger des Instrumentes kurz nach dem Einschalten bewegt, so muß das Kontrollämpchen ausgewechselt werden. Zu diesem Zweck ist nach Lösen der vier Frontplattenschrauben der Einschub aus dem Gehäuse zu nehmen. Mittels eines Gummischlauches kann man nun von unten durch das Loch in der Netzteilplatte die Glühbirne auswechseln.

7.2. Kontrolle und Einstellung der Nullpunkte

Bei ausgeschaltetem Gerät ist mittels Schraubenzieher der mechanische Nullpunkt (9) wenn nötig nachzustellen. Alle elektrischen Nullpunkteinstellungen sollen erst nach der Einlaufzeit oder möglichst noch später vorgenommen werden. Hierbei ist zu beachten, daß für jede der Meßgrößen (Spannung und Strom) am Eingang eine Störspannung und ein Störstrom auftritt.

Für die Spannungsbereiche wird der elektrische Spannungsnullpunkt mit dem an der Rückseite angebrachten Einstellregler (17) nachgestellt, nachdem der Eingang kurzgeschlossen wurde. Das sollte wegen der größtmöglichen Auflösung im Bereich $100 \mu\text{V}$ geschehen. Die Kontrolle des durch den Störstrom bedingten Nullpunktfehlers wird ebenfalls in diesem Bereich vorgenommen, indem man über die Eingangsbuchse einen Metallschicht-

widerstand von 1 MOhm legt. Der dabei zulässige Zeigerausschlag soll $10 \mu\text{V}$ (entsprechend 10 Skt.) nicht übersteigen. Ist er höher, so kann mittels des Reglers (R 33) durch das mit einem Gummistöpsel verschlossene Loch in der Chopperplatte auf Null abgeglichen werden (s. Bild).



Für die **S t r o m b e r e i c h e** kann eine Abweichung ebenfalls durch den Einstellregler für den elektrischen Nullpunkt (17) bis $\pm 1 \text{ pA}$ ausgeglichen werden. Diese Einstellung ist im untersten Bereich am wirksamsten und geht proportional mit dem Meßbereich zurück. Weiterhin kann der Spannungsnullpunkt nach Kurzschluß der Eingangsklemmen über das Loch im C-Diodenverstärker (R 6) auf Null gebracht werden (s. Bild).

Eine Notwendigkeit liegt jedoch erst dann vor, wenn dieser Spannungsnullpunkt über dem Vollausschlag liegt. Ein Störstromabgleich ist mittels des zweiten Reglers (R 25) möglich (siehe Bild)

Dabei ist die Nachstellung des Spannungsnullpunktes, wie oben beschrieben, zu wiederholen und im Wechsel mit der Stromeinstellung solange fortzusetzen bis beide innerhalb der zulässigen Toleranz liegen.

Für die **Widerstandsmessung** (50 V) ist eine Kontrolle der Meßspannung durch Spannungsmessung mit dem eigenen Gerät möglich. Dazu wird der Bereich 100 V eingeschaltet und eine Kurzschlußverbindung von der Widerstandsbuchse (10) zum Innenleiter der Eingangsbuchse (8) hergestellt. Eine Nachstellung der 50 V-Spannung ist notwendig, wenn sich ihr Wert über 1 % geändert hat. Dazu wird der Regler (R 8) (s.L 028) betätigt. Zur Kontrolle des Regelfaktors legt man an den Widerstandseingang einen Styroflex-Kondensator von ca. 10 000 pF. Im Bereich 10^{12} Ohm wird die Netzspannung sprunghaft um 10 % verändert und die Bewegung des Zeigers beobachtet. Mittels des Reglers (R 10) auf der Netzteilplatte (s.L 028) wird diese Bewegung auf Null abgeglichen.

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Bu | 1 | Chassis-Buchse | UC 1 - G 2 | |
| Bu | 2 | Telefonbuchse | | Kaufteil |
| Bu | 3 | Telefonbuchse | | Kaufteil |
| S | 1 | Drehschalter/Rastkopf | -/1-7/28/ A 6x32 MSü 20 BM 1 FP 3 | |
| S | 2 | Drehschalter/Rastkopf | -/5-11/28/ A 6x32 MSü 30 BM 1 FP 3 | |
| I | 1 | Geräteeinbauinstrument | 96x128 Kl.1 /JBv 83 | Mellenbach |
| - | - | Ausweich : | | |
| I | 1 | Geräteeinbauinstrument | Pz 2- u Kl.1 / JBv. 84 | Gossen |
| I | 2 | Polaritätsanzeiger | PKM 20 / 400 μ A | Skalenausführung 4.PKM 20.8 |
| R | 1 | Schichtwiderstand | 1 MOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| C | 1 | KF-Kondensator | 470/10/610 | TGL 5155 |

| | | | | | | | |
|---------|--|--|--|------------------|--|-----------|--|
| | | | | Benennung | | Blatt-Nr. | |
| 1971 | | | | Tag | | Name | |
| Geschr. | | | | 13.12. | | Kad. | |
| Gepr. | | | | | | | |
| c | | | | Sach-Nr. | | Hierzu | |
| b | | | | 9 13.12.71 | | Blatt 1 | |
| Ausgabe | | | | And.- Mitt - Nr. | | Tag | |
| | | | | Name | | bis 1 | |
| | | | | Ersatz für | | 21 | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| R | 1 | Schichtwiderstand | 220 MOhm 20% 65.616 | TGL 4616 |
| R | 2-5 | KME-3-Baustein | 4539.8-172991 | 39-17299 KWH |
| R | 6 | Schichtdrehwiderstand | S 100 Ohm 1-554 | TGL 11886 |
| R | 7 | Schichtwiderstand | 2,2 MOhm 10% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 8 | Schichtwiderstand | 680 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 9 | Schichtwiderstand | 82 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 10 | Schichtwiderstand | 200 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 11 | Schichtwiderstand | 4,3 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 12 | Schichtwiderstand | 12 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 13 | Schichtwiderstand | 30 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 14 | Schichtwiderstand | 12 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 15 | Schichtwiderstand | 24 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 16 | Schichtwiderstand | 5,1 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| Ausweich | | Schichtwiderstand | 5,1 Ohm 5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 17 | Schichtwiderstand | 3,3 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 18 | Schichtwiderstand | 100 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 19 | Schichtwiderstand | 1,2 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 20 | Schichtwiderstand | 300 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 21 | Schichtwiderstand | 560 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 22 | Schichtdrehwiderstand | S 50 kOhm 05-554 | TGL 11886 |
| R | 23 | Schichtwiderstand | 1 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 24 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 25 | Schichtdrehwiderstand | S 5 kOhm 05-554 | TGL 11886 |
| R | 26 | Schichtdrehwiderstand | S 1 kOhm 05-554 | TGL 11886 |
| R | 27 | Schichtwiderstand | 24 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 28 | Thermistor | TNN 47 kOhm/1C-10g | VEB KWH |

| | | | | | | | | | |
|---------|----------------|---------|----------|------|------|---|---|-----------------------|--|
| f | b | a | | | | | Benennung Baugruppe Diodenverstärker | Blatt-Nr. 1 | |
| | 43 | 18 | 30.11.71 | | Kad. | Sach-Nr. L 008 e 7 (4) E.-St. | | | Hierzu Blatt 1 bis 4 |
| | | | | | | | | | |
| Ausgabe | And.-Mitt.-Nr. | Tag | Name | | | | | | |
| | | 1971 | Tag | Name | | | | | |
| | | Geschr. | 29.7. | wö | | | | | |
| | | Gepr. | 29.7. | Kad. | | | | | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| R | 1 | Schichtwiderstand | 220 MOhm 20% 65.616 | TGL 4616 |
| R | 2-5 | KME-3-Baustein | 4539.8-172991 | 39-17299 KWH |
| R | 6 | Schichtdrehwiderstand | S 100 Ohm 1-554 | TGL 11886 |
| R | 7 | Schichtwiderstand | 2,2 MOhm 10% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 8 | Schichtwiderstand | 680 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 9 | Schichtwiderstand | 82 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 10 | Schichtwiderstand | 200 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 11 | Schichtwiderstand | 4,3 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 12 | Schichtwiderstand | 12 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 13 | Schichtwiderstand | 30 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 14 | Schichtwiderstand | 12 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 15 | Schichtwiderstand | 24 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 16 | Schichtwiderstand | 5,1 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| Ausweich | | Schichtwiderstand | 5,1 Ohm 5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 17 | Schichtwiderstand | 3,3 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 18 | Schichtwiderstand | 100 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 19 | Schichtwiderstand | 1,2 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 20 | Schichtwiderstand | 300 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 21 | Schichtwiderstand | 560 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 22 | Schichtdrehwiderstand | S 50 kOhm 05-554 | TGL 11886 |
| R | 23 | Schichtwiderstand | 1 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 24 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 25 | Schichtdrehwiderstand | S 5 kOhm 05-554 | TGL 11886 |
| R | 26 | Schichtdrehwiderstand | S 1 kOhm 05-554 | TGL 11886 |
| R | 27 | Schichtwiderstand | 24 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 28 | Thermistor | TNN 47 kOhm/1C-10g | VEB KWH |

| | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|--|--|----------------------------|--|
| | | | | Benennung Baugruppe Diodenverstärker | | Blatt-Nr. 1 | |
| | | | | Sach-Nr. L 008 e 7 (4) E.-St. | | Hierzu Blatt 1 bis 4 | |
| | | | | Ersatz für | | 22 | |
| Ausgabe | | And.-Mitt.-Nr. | | Tag | | Name | |
| f | | b 43 | | 30.11.71 | | Kad. | |
| a | | 18 | | 19.10.71 | | Kad. | |
| 1971 | | Tag | | Name | | | |
| Geschr. | | 29.7. | | wö | | | |
| Gepr. | | 29.7. | | Kad. | | | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| R | 1 | Hochohmwidderstand | SD 50 100 MOhm 0,5% | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 2 | Schichtwidderstand | 100 MOhm 10% 65.616 | TGL 4616 |
| R | 3 | Schichtwidderstand | 100 kOhm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 4 | Schichtwidderstand | 750 kChm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 5 | Schichtwidderstand | 2,2 MOhm 10% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 6 | Schichtwidderstand | 100 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 7 | Schichtwidderstand | 510 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| C | 1 | Elyt-Kondensator | 50/15 | TGL 200-8308 |
| C | 2 | Elyt-Kondensator | 20/10 | TGL 200-8308 |
| C | 3 | KF-Kondensator | 1000/10/25 | TGL 5115 |
| D | 1 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 100 | TGL 200-8352 |
| D | 2 | Ge-Diode | OA 741 | TGL 200-8141 |
| D | 3 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 100 | TGL 200-8352 |
| D | 4 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 100 | TGL 200-8352 |
| D | 5 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 100 | TGL 200-8352 |
| Bu | 1 | Buchsenleiste | Ez 24 | TGL 200-3604 Au |
| Bu | 2 | Buchsenleiste | Ez 24 | TGL 200-3604 Au |
| S | 1 | Mikroschalter | 630 | Fa. H. Franze, Großlohra |

| | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----------|------|---------|-------|------|--|----------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung Baugruppe Schalterplatte | Blatt-Nr. 1 | | |
| | | | | Geschr. | 29.7. | WÖ | | | Sach-Nr. L 018 c 1 (4) E.-St. | Hierzu Blatt 1 bis 1 |
| | | | | Gepr. | 29.7. | Kad. | | | | |
| c | | | | | | | Ersatz für | 26 | | |
| a | 32 | 16.11.71 | Kad | | | | | | | |
| Ausgabe | Änd.-Mitt.-Nr. | Tag | Name | | | | | | | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| R | 1 | Schichtdrehwiderstand | P 100 Ohm 1-2-766 | TGL 24796 |
| R | 2 | Schichtwiderstand | 4,7 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 3 | Schichtwiderstand | 1,6 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 4 | Manganin-Drahtwid. | 0,95 Ohm 0,2% | Bv. 38 |
| R | 5 | Manganin-Drahtwid. | 2 Ohm 0,2% | Bv. 39 |
| R | 6 | Manganin-Drahtwid. | 7 Ohm 0,2% | Bv. 40 |
| R | 7 | Schichtwiderstand | 20 Ohm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 8 | Manganin-Drahtwid. | 0,25 Ohm 0,5% | Bv. 41 |
| R | 9 | Manganin-Drahtwid. | 0,53 Ohm 0,2% | Bv. 42 |
| R | 10 | Manganin-Drahtwid. | 1,83 Ohm 0,2% | Bv. 43 |
| R | 11 | Manganin-Drahtwid. | 5,24 Ohm 0,2% | Bv. 44 |
| R | 12 | Schichtwiderstand | 19 Ohm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 13 | Schichtwiderstand | 56 Ohm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 14 | Schichtwiderstand | 180 Ohm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 15 | Schichtwiderstand | 21 Ohm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 16 | Schichtwiderstand | 10,5 Ohm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 17 | Schichtwiderstand | 330 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 18 | Schichtwiderstand | 220 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 19 | Schichtwiderstand | 820 Ohm 2% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 20 | Schichtwiderstand | 180 Ohm 2% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 21 | Schichtwiderstand | 5,1 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 22 | Schichtwiderstand | 200 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| | | | | |
| | | | | |
| C | 1 | Elyt-Kondensator | 20/10 | TGL 200-8308 |
| C | 2 | L-Kondensator | 0,47 μ F / 10% / 63 V | TGL 10793 Bl. 1 |
| | | | | |
| Bu | 1 | Steckerleiste | Az 24 | TGL 200-3604 Au |
| Bu | 2 | Buchsenleiste | Ez 24 | TGL 200-3604 Au |
| Bu | 3 | Buchsenleiste | Ez 24 | TGL 200-3604 Au |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | | | |
|---------|----------------|---------|------|------------|--------------------------------|-----------|
| | | | | | Benennung | Blatt-Nr. |
| | | | | 1972 Tag | Baugruppe Verbindungsplatte | 1 |
| | | | | Name | | |
| | | | | 23.3. Kad. | | |
| | | | | Geschr. | Sach-Nr. | Hierzu |
| | | | | Gep. | L 020 c 4 (4) E.-St. | Blatt 1 |
| f | | | | | | bis 1 |
| c | 94 | 4.10.72 | Jm | | Ersatz für b) vom 23.3.1972 | 27 |
| Ausgabe | Änd.-Mitt.-Nr. | Tag | Name | | | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| R | 1 | Schichtwiderstand | 1,6 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 2 | Schichtwiderstand | 10 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 3 | Schichtwiderstand | 10 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 4 | Schichtwiderstand | 1,2 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 5 | Schichtwiderstand | 680 Ohm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 6 | Schichtwiderstand | 12 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 7 | Schichtwiderstand | 1 MOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 8 | Schichtdrehwiderstand | F 500 Ohm 2-1-05-554 | TGL 11886 |
| R | 9 | Schichtdrehwiderstand | P 5 kOhm 2-1-05-554 | TGL 11886 |
| R | 10 | Schichtdrehwiderstand | P 100 Ohm 2-1-05-554 | TGL 11886 |
| R | 11 | Schichtwiderstand | 2,2 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 12 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.207 | TGL 8728 |
| R | 13 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.207 | TGL 8728 |
| C | 2 | Elyt-Kondensator | 500/50 | TGL 10586 Bl.1 |
| C | 3 | Elyt-Kondensator | 100/10 | TGL 200-8308 |
| C | 4 | Elyt-Kondensator | 5/15 | TGL 200-8308 |
| C | 5 | Elyt-Kondensator | 100/10 | TGL 200-8308 |
| C | 6 | MKC-1 Kondensator | 2,2 µF / 10% / 100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| | | | | Ausweich: |
| T | 1 | Si-Transistor | SF 121 d mit 2 Kühlkörper F | SF 121 e |
| T | 2 | Si-Transistor | SC 206 d | SC 206 e |
| T | 3 | Si-Transistor | SC 206 d | SC 206 e |
| T | 4 | Si-Transistor | SC 206 e | SC 206 d |
| T | 5 | Si-Transistor | SC 207 e | SC 206 e |
| | | | | SC 207 d |

| | | | | | |
|---------|----------------|---------------|------|--|----------------------------|
| | | 1971 Tag Name | | Benennung Baugruppe Netzteilplatte | Blatt-Nr. 1 |
| d | | Geschr. 3.8. | wö | | |
| c | 41 25.11.71 | Gepf. 3.8. | Kad. | | |
| b | 27 5.11.71 | | | Sach-Nr. L 028 d 2 (4) E.-St. | Hierzu Blatt 1 bis 2 |
| e | 17 6.10.71 | | | | |
| Ausgabe | Änd.-Mitt.-Nr. | Tag | Name | Ersatz für | 28 |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|
| D | 1 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 102 | TGL 200-8352 |
| D | 2 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 102 | TGL 200-8352 |
| D | 3 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 100 | TGL 200-8352 |
| D | 4 | Ge-Gleichrichterdiode | GY 100 | TGL 200-8352 |
| D | 5 | Si-z-Diode | SZX 21/12 | |
| D | 6 | Si-z-Diode | SZX 19/6,8 | |
| D | 7 | Si-Gleichrichterdiode | KY 130/600 | |
| D | 8 | Si-Gleichrichterdiode | KY 130/600 | |
| Tr | 1 | Netztrafo | Bv. 360 | |
| Tr | 2 | Oszillatorstufe | Bv. 361 | |
| S | 1 | Netzschalter | NU 1 Typ 0642.220-5 | Lieferwerk Eisenach |
| S | 2 | Mikrotaster | C 3 L1 250 V 4 A | (Plaststößel) |
| La | 1 | Glühlampe | 38.2307/51/24 V 2 W / Ba 7s | |
| Si | 1 | G-Schmelzeinsatz | T 0,1 A TGL 0-41571 | |
| Bu | 1 | Steckbuchse | A 1 TGL 200-3622-bk | (13-119) |
| Bu | 2 | Steckbuchse | A 1 TGL 200-3622-bk | (13-119) |
| Bu | 3 | Steckbuchse | A 1 TGL 200-3622-bk | (13-119) |
| Bu | 4 | Steckbuchse | A 1 TGL 200-3622-bk | (13-119) |

| | | | | | | | |
|---------|----------------|---------|------|----------------------|--|-----------|--|
| | | | | Benennung | | Blatt-Nr. | |
| | | | | Baugruppe | | 2 | |
| | | | | Netzteilplatte | | | |
| | | | | Sach-Nr. | | Hierzu | |
| | | | | L 028 d 2 (4) E.-St. | | Blatt 1 | |
| | | | | | | bis 2 | |
| | | | | Ersatz für | | 29 | |
| | | | | 1971 Tag Name | | | |
| | | | | Geschr. 3.8. wö | | | |
| | | | | Gepr. 3.8. Kad. | | | |
| d | | | | | | | |
| b | 27 | 5.11.71 | Kad. | | | | |
| a | 17 | 6.10.71 | Kad. | | | | |
| Ausgabe | Änd.-Mitt.-Nr. | Tag | Name | | | | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| R | 1 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 2 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 3 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 4 | Schichtwiderstand | 100 kOhm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 5 | Schichtwiderstand | 51 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 6 | Schichtwiderstand | 1 kOhm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 8 | Schichtwiderstand | 10 kOhm 0,5% 11.511 | TGL 14133 |
| R | 9 | Schichtwiderstand | 1 MOhm 0,5% 11.618 | TGL 14133 |
| R | 10 | Hochohmwiderstand | 10 MOhm 0,5% 1105 D | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 11 | Hochohmwiderstand | SD 60 100 MOhm 0,5 % | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 12 | Hochohmwiderstand | SD 50 200 MOhm 0,5 % | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 13 | Hochohmwiderstand | SD 50 200 MOhm 0,5 % | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 14 | Hochohmwiderstand | SD 50 200 MOhm 0,5 % | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 15 | Hochohmwiderstand | SD 50 200 MOhm 0,5 % | (Dr. Bausenhardt) |
| R | 16 | Hochohmwiderstand | SD 50 200 MOhm 0,5 % | (Dr. Bausenhardt) |
| C | 3 | MKC 1-Kondensator | 0,47 μ /10%/100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| C | 4 | MKC 1-Kondensator | 2,2 μ /10%/100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| C | 5 | MKC 1-Kondensator | 2,2 μ /10%/100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| Dr | 1 | Drossel 50 Hz | Bv. 370 | |
| Bu | 1 | Steckerleiste | Az 24 TGL 200-3604 Au | |

| | | | | | | | |
|--------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|--|-----------|--|
| | | | | Benennung | | Blatt-Nr. | |
| | | 1971 Tag Name | | Baugruppe | | 1 | |
| | | Geschr. 28.7. Wö | | Widerstandsplatte | | | |
| | | Gepr. 28.7. Kad. | | Sach-Nr. | | Hierzu | |
| c | | | | I. 032 c 2 (4) E.-St. | | Blatt 1 | |
| a 24 27.10.71 Kad. | | | | | | bis 1 | |
| Ausgabe | | And.-Mitt.-Nr. Tag Name | | Ersatz für | | 30 | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| R | 1 | Schichtwiderstand | 15 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 2 | Schichtwiderstand | 10 MOhm 10 % 65.413 | TGL 4616 |
| R | 3 | Schichtwiderstand | 10 MOhm 10 % 65.413 | TGL 4616 |
| R | 4 | Schichtdrehwiderstand | P 100 kOhm 2-1-05-554 | TGL 11886 |
| R | 5 | Schichtwiderstand | 2,2 MOhm 10 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 6 | Schichtwiderstand | 300 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 7 | Schichtwiderstand | 2,2 MOhm 10 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 8 | Schichtwiderstand | 6,8 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 9 | Schichtwiderstand | 390 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 10 | Schichtwiderstand | 36 Ohm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 11 | Schichtwiderstand | 510 Ohm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 12 | Schichtwiderstand | 47 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 13 | Schichtwiderstand | 20 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 14 | Schichtwiderstand | 39 Ohm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 15 | Schichtwiderstand | 12 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 16 | Schichtwiderstand | 20 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 17 | Schichtwiderstand | 5,1 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 18 | Schichtdrehwiderstand | P 50 kOhm 2-1-05-554 | TGL 11886 |
| R | 19 | Schichtwiderstand | 1 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 20 | Schichtwiderstand | 120 Ohm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 21 | Schichtwiderstand | 2,2 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 22 | Schichtwiderstand | 2,2 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 23 | Schichtwiderstand | 820 Ohm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 24 | Schichtwiderstand | 22 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 25 | Schichtwiderstand | 3,3 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 26 | Schichtwiderstand | 3,3 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R | 27 | Schichtwiderstand | 2 kOhm 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

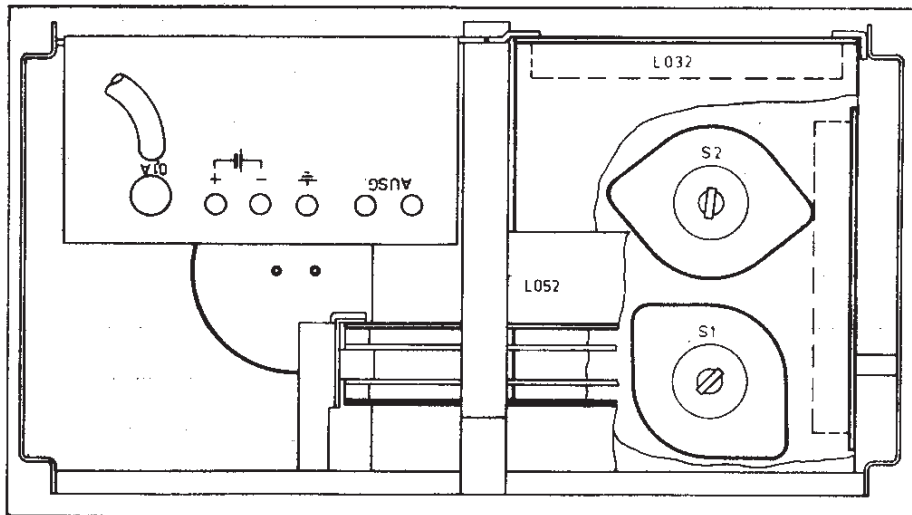
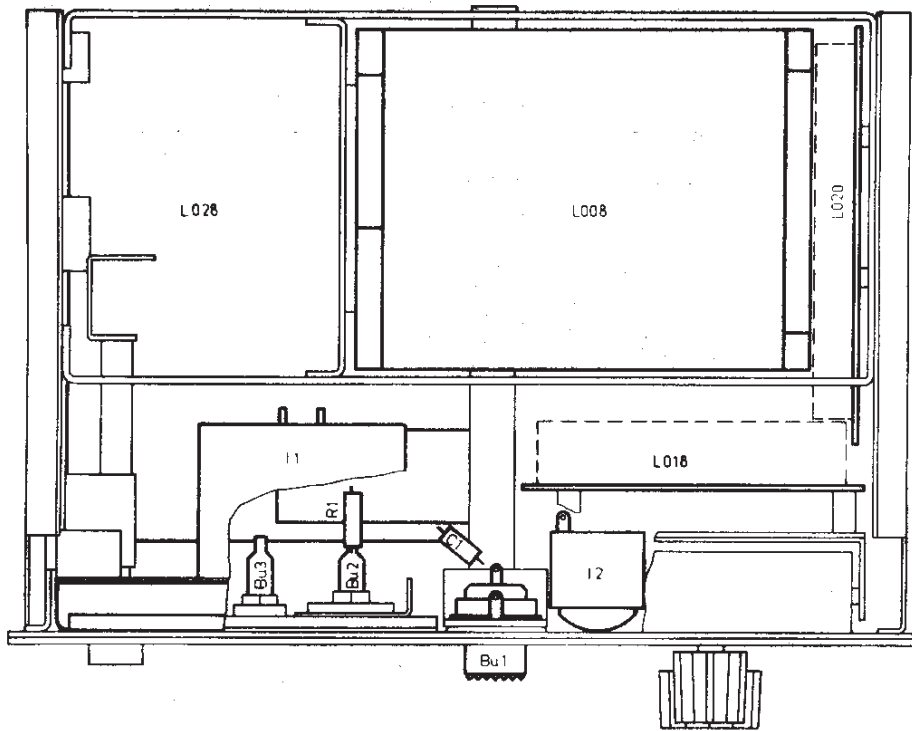
| | | | | | | | |
|--------------|-----|---------|----------------------|---------------|---------|-----------|--|
| f | | 1971 | | Benennung | | Blatt-Nr. | |
| b | | Tag | Name | Baugruppe | | 1 | |
| a | | Geschr. | Kad. | Chopperplatte | | | |
| Ausgabe | | Gepr. | Kum. | Sach-Nr. | | Hierzu | |
| And.-Mitt-Nr | Tag | Name | L 052 c 2 (4) E.-St. | | Blatt 1 | | |
| | | | | Ersatz für | | bis 4 | |
| | | | | | | 31 | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| R | 28 | Schichtwiderstand | 2 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 29 | Schichtwiderstand | 330 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 30 | Schichtwiderstand | 330 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 31 | Schichtwiderstand | 1,8 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 32 | Schichtwiderstand | 1,8 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| R | 33 | Schichtdrehwiderstand | F 500 Ohm 2-1-05-554 | TGL 11836 |
| R | 34 | Schichtwiderstand | 5,1 kOhm 5% 25.311 | TGL 8728 |
| C | 1 | MKC 1 - Kondensator | 1 µF/10%/100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| C | 2 | KT - Kondensator II | 0,022/10/160 | TGL 200-8424 |
| C | 3 | KT - Kondensator II | 0,022/10/160 | TGL 200-8424 |
| C | 4 | MKC 1 - Kondensator | 0,47 µF/10%/100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| C | 5 | MKC 1 - Kondensator | 0,47 µF/10%/100 V | TGL 200-8447 Bl.2 |
| C | 6 | Elyt-Kondensator | 50/3 | TGL 200-8308 |
| C | 7 | Elyt-Kondensator | 50/3 | TGL 200-8308 |
| C | 8 | KF-Kondensator | 1000/10/25 | TGL 5155 |
| C | 9 | Elyt-Kondensator | 5/15 | TGL 200-8308 |
| C | 10 | Elyt-Kondensator | 100/10 | TGL 200-8308 |
| C | 11 | Rohrkondensator | E 5-3300-160 | TGL 5345 |
| Ausweich | | Rohrkondensator | RDFL 2 E 5/ II | |
| | | | 3300/10-160 | TGL 5345 |
| C | 12 | Elyt-Kondensator | 5/15 | TGL 200-8308 |
| C | 13 | Elyt-Kondensator | 200/3 | TGL 200-8308 |
| C | 14 | Elyt-Kondensator | 5/15 | TGL 200-8308 |
| C | 15 | Elyt-Kondensator | 5/15 | TGL 200-8308 |
| C | 16 | Elyt-Kondensator | 50/15 | TGL 200-8308 |

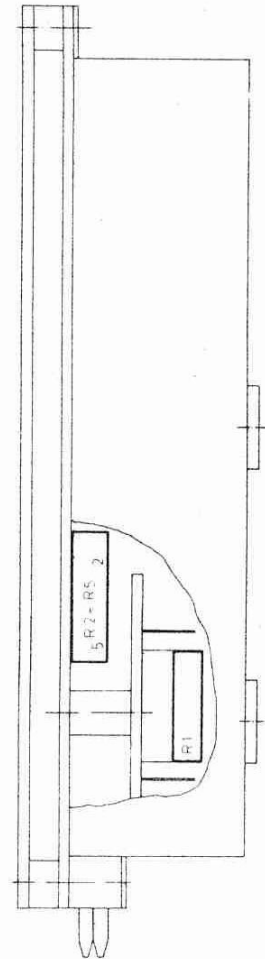
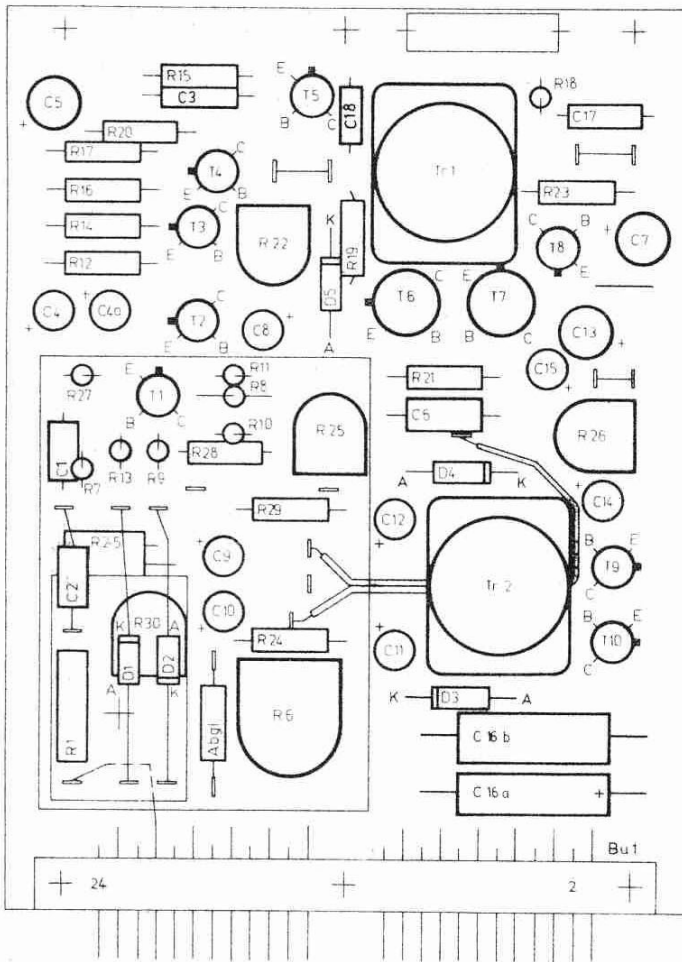
| | | | | | | | |
|---------|---------------|----------|------|----------------------|--|-----------|--|
| | | | | Benennung | | Blatt-Nr. | |
| | | | | Baugruppe | | 2 | |
| | | | | Chopperplatte | | | |
| | | | | Sach-Nr. | | Hierzu | |
| | | | | L 052 c 2 (4) E.-St. | | Blatt 1 | |
| | | | | | | bis 4 | |
| | | | | Ersatz für | | 32 | |
| f | 31 | 15.11.71 | Kad. | | | | |
| a | 20 | 21.10.71 | Kad. | | | | |
| Ausgabe | And.-Mit.-Nr. | Tag | Name | | | | |

| Lfd. Nr. | Stückzahl | Benennung | Sach-Nr. | Bemerkungen |
|----------|-----------|--------------------|------------------|--------------|
| C | 17 | Elyt-Kondensator | 20/10 | TGL 200-8308 |
| C | 18 | Elyt-Kondensator | 10/10 | TGL 7198 |
| C | 19 | KF-Kondensator | 2200/5/25 | TGL 5155 |
| C | 20 | KF-Kondensator | 2200/5/25 | TGL 5155 |
| D | 1 | Si-Z-Diode | SZX 18/6,8 | |
| D | 2 | Si-Z-Diode | SZX 19/9,1 | |
| D | 3 | Si-Diode | SAY 30 | |
| D | 4 | Si-Diode | SAY 30 | |
| D | 5 | Si-Diode | SAY 30 | |
| D | 6 | Si-Diode | SAY 30 | |
| | | | | Ausweich |
| T | 1 | MOS-FET-Transistor | SM 104 | |
| T | 2 | MOS-FET-Transistor | SM 104 | |
| T | 3 | Si-Transistor | SC 239 e | |
| T | 4 | Si-Transistor | SC 239 e | |
| T | 5 | Si-Transistor | SF 136 d | |
| T | 6 | Si-Transistor | SF 136 d | |
| T | 7 | Si-Transistor | SF 127 d | |
| T | 8 | Ge-Transistor | P 29 A (SU-Type) | |
| T | 9 | Si-Transistor | SF 126 a | SF 126 b |
| | | | | SF 126 c |
| T | 10 | Si-Transistor | SF 136 e | SF 136 d |
| T | 11 | Si-Transistor | SF 136 d | SF 136 e |
| T | 12 | Si-Transistor | SF 136 d | |
| T | 13 | Si-Transistor | SF 136 d | |
| T | 14 | Si-Transistor | SF 136 d | |
| T | 15 | Si-Transistor | SF 136 d | |
| | | | | Ausweich: |
| D | 7 | Si-Diode | SAY 42 | SAY 30-32-40 |
| D | 8 | Si-Diode | SAY 42 | SAY 30-32-40 |

| | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|----------|------|---------|-------|------|----------------------|--------|-----------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| f | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung | | Blatt-Nr. |
| c | 42 | 25.11.71 | Kad. | Geschr. | 13.9. | wö | Baugruppe | | 3 |
| b | 31 | 15.11.71 | Kad. | Gep. | 3.8. | Kad. | Chopperplatte | | |
| a | 20 | 21.10.71 | Kad. | | | | Sach-Nr. | Hierzu | |
| | | | | | | | L 052 c 2 (4) E.-St. | | Blatt 1 |
| | | | | | | | | bis | 4 |
| Ausgabe | And. Mitt - Nr. | Tag | Name | | | | Ersatz für | | 33 |

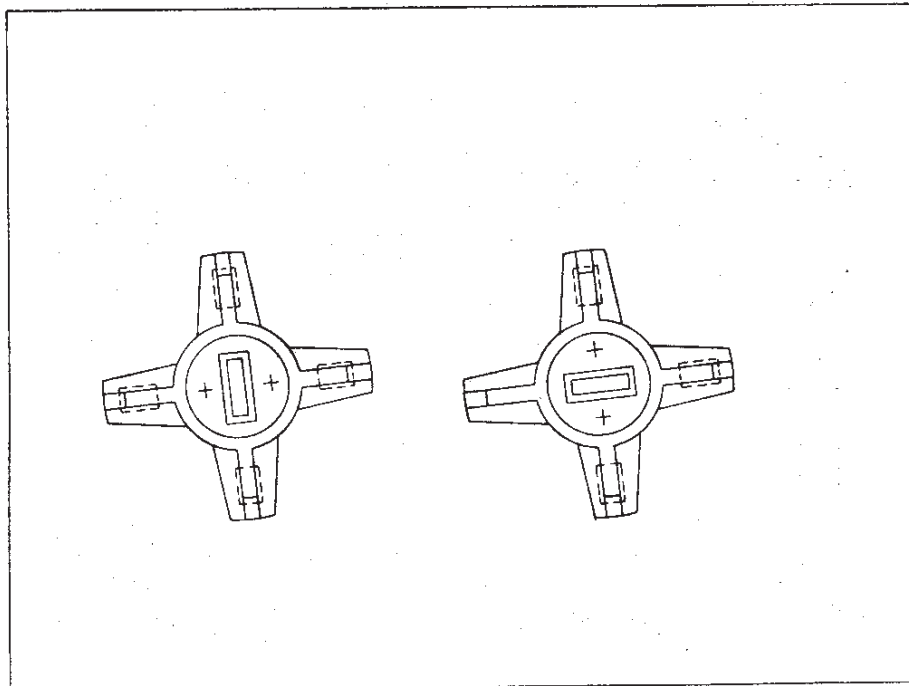
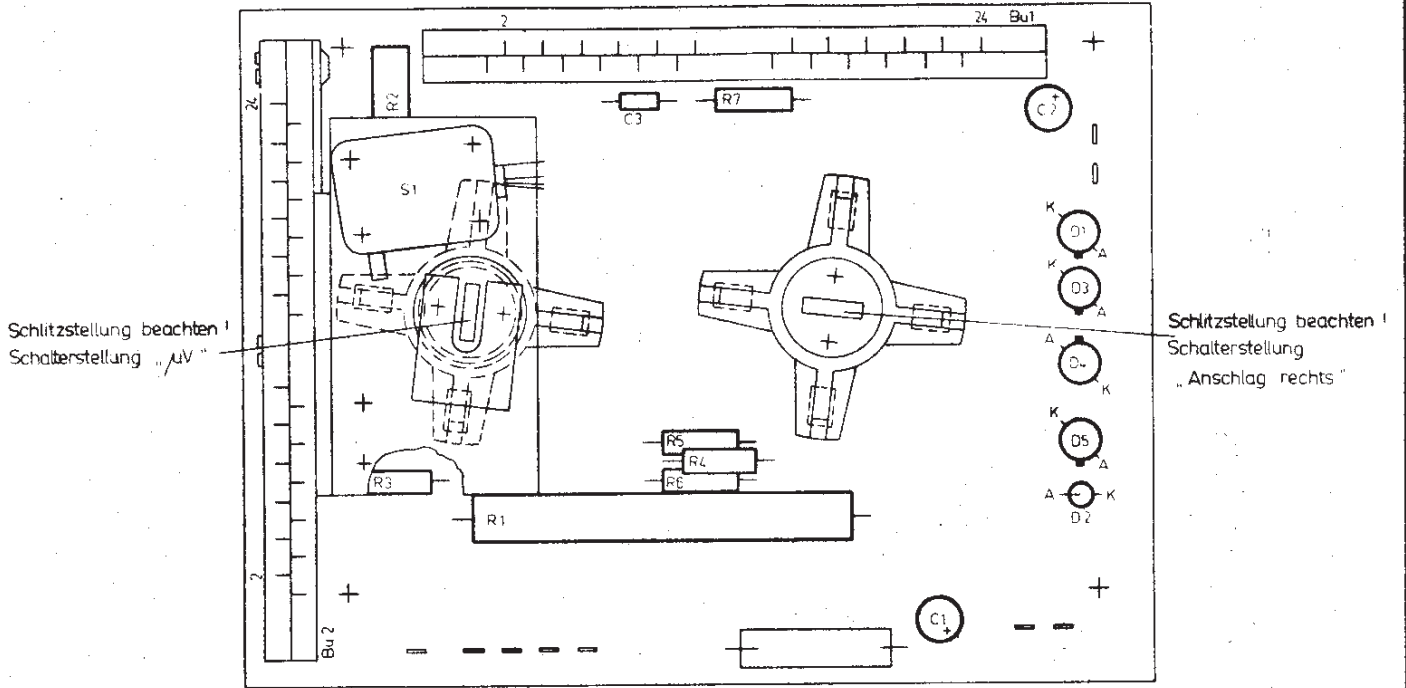


| | | | | | | | | |
|---------|----------|-----|------|---------|--------|------|--|-----------------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | 1972 | Tag | Name | Benennung MV40 Einschub Schaltteilanordnung | Maßstab 1:1 |
| | | | | Bearb. | 10. 2. | Gem. | | |
| | | | | Gepr. | 10. 2. | Kum. | | |
| | | | | N-Gepr. | | | | |
| | | | | | | | Zeichnungs-Nr. 465-1 (4) Sa | 35 |
| Ausgabe | Änderung | Tag | Name | | | | Ersatz für | |



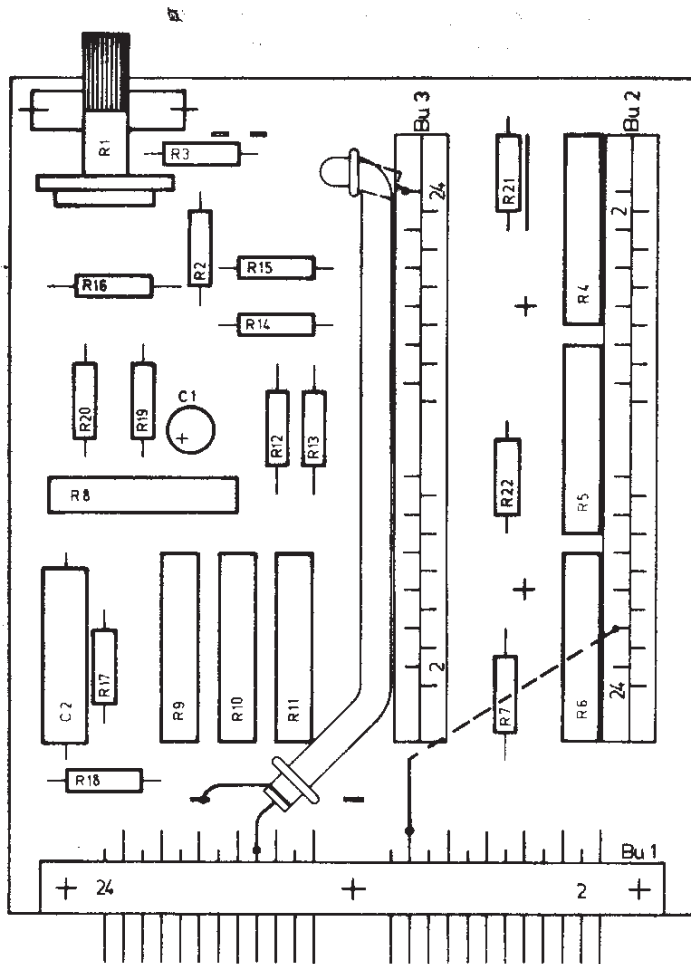
| | | | | | | | | |
|---------|----------|----------|------|---------|--------|------|---|-----------------------|
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung Diodenverstärker Schaltteilanordnung | Maßstab 1:1 |
| | | | | Bearb. | 6. 10. | Gem. | | |
| | | | | Gepr. | 6. 10. | Kum. | | |
| | | | | N-Gepr. | | | | |
| a | Nr. 43 | 30.11.71 | Kad. | | | | Zeichnungs-Nr. L008 (4) Sa | 36 |
| Ausgabe | Anderung | Tag | Name | | | | | |

Ansicht Bestückungsseite

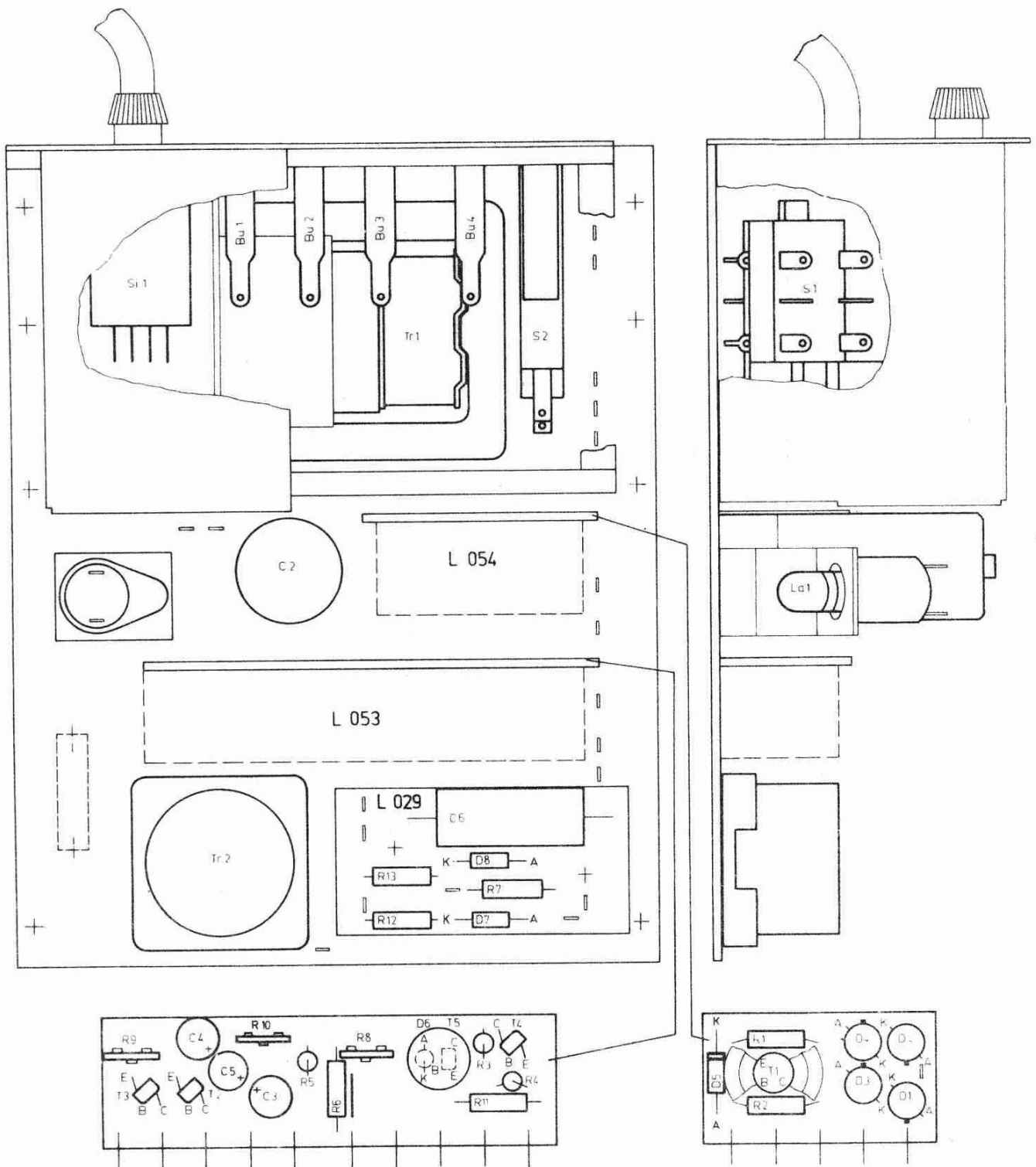


Ansicht Leiterseite

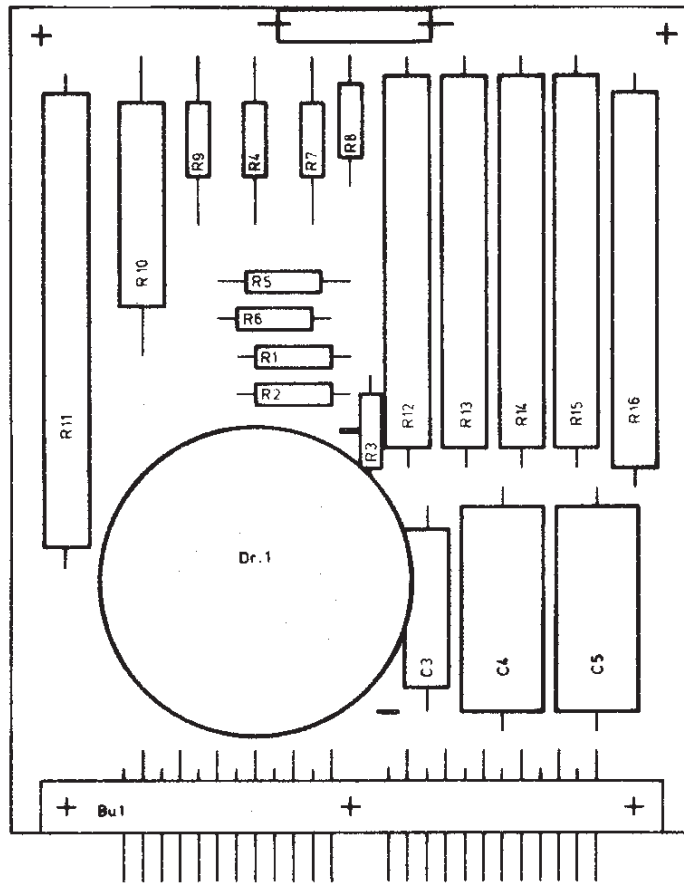
| | | | | | | | | |
|---------|----------|-----|------|---------|--------|------|--|-----------------------|
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung Schalterplatte Schalteilanordnung | Maßstab 1:1 |
| | | | | Bearb. | 26.11. | Gem. | | |
| | | | | Gepr. | 30.11. | Kum. | | |
| | | | | N-Gepr. | | | | |
| | | | | | | | Zeichnungs-Nr. L 018 (4) Sa | 37 |
| Ausgabe | Anderung | Tag | Name | | | | Ersatz für | |



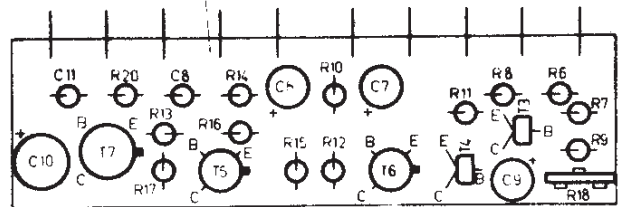
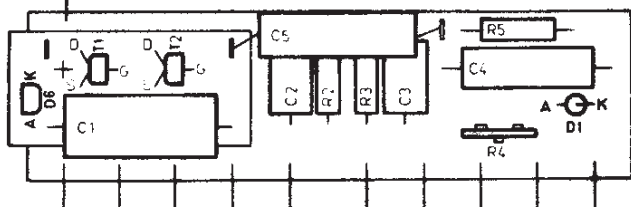
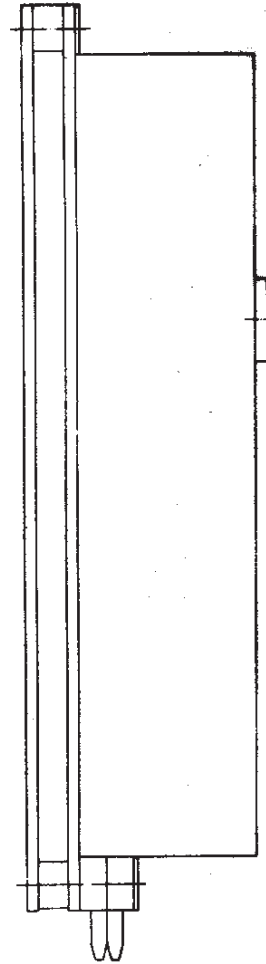
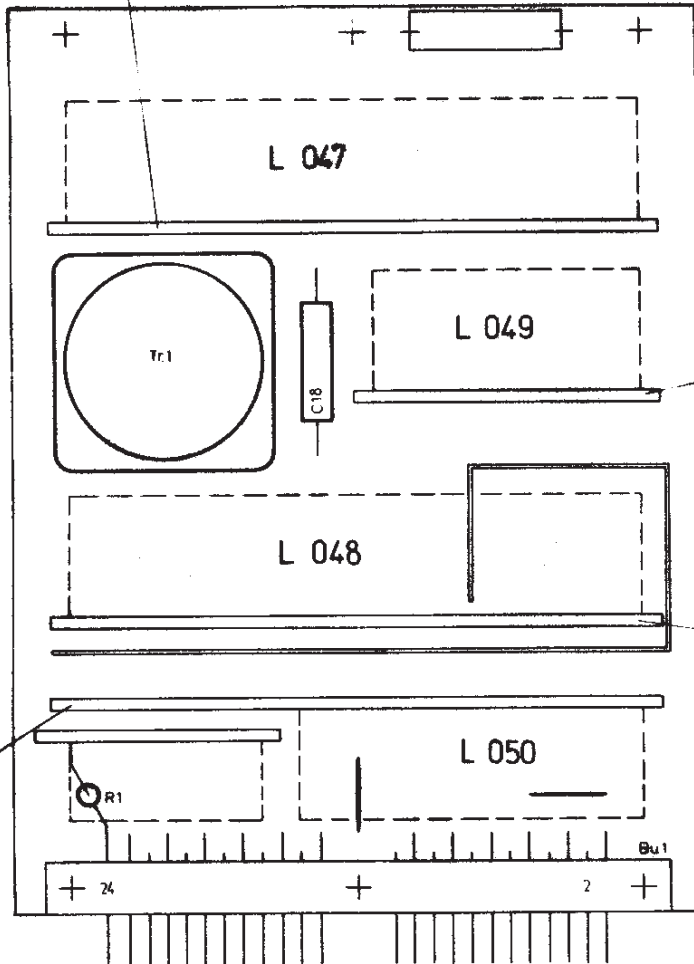
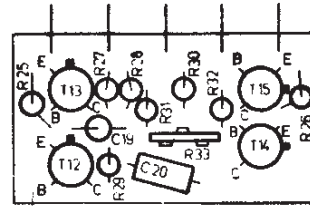
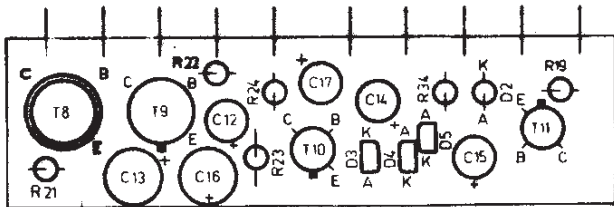
| | | | | | | | | | |
|---------|----------|----------|-------------|--------|--------|------|--|---------|-------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung | Maßstab | 1 : 1 |
| | | | | Bearb | 15.05. | Gem. | | | |
| | | | | Gepr | 15.05. | Kum. | | | |
| c | 94 | 4.10.72 | Ju | N-Gepr | | | Verbindungsplatte Schaltteilanordnung | 38 | |
| b | 01 | 21.8.72 | <i>h.m.</i> | | | | | | |
| a | — | 27.06.72 | Kad. | | | | Zeichnungs-Nr. | | |
| Ausgabe | Änderung | Tag | Name | | | | L 020 (4) Sa | | |
| | | | | | | | Ersatz für | | |



| | | | | | | | | |
|---------|----------|----------|------|---------|--------|------|--|-----------------------|
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung Netzteileplatte Schaltteilanordnung | Maßstab 1:1 |
| | | | | Bearb. | 19.11. | Gem. | | |
| | | | | Gepr. | 19.11. | Kum. | | |
| | | | | N-Gepr. | | | | |
| a | Nr. 99 | 17.10.72 | Kad. | | | | Zeichnungs - Nr L028 (4) Sa | 39 |
| Ausgabe | Anderung | Tag | Name | | | | Ersatz für | |



| | | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------------|--------------------|---------|------|------|--|-----------------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung Widerstandsplatte Schaltteilanordnung | Maßstab 1:1 |
| | | | | Bearb. | 5.5. | Gem. | | |
| | | | | Gepr. | 7.5. | Kum. | | |
| | | | | N-Gepr. | | | | |
| <i>b</i> | <i>71</i> | <i>12.5.72</i> | <i>[Signature]</i> | | | | Zeichnungs-Nr. L032 (4) Sa | 41 |
| <i>a</i> | <i>24</i> | <i>27.10.77</i> | <i>Mad.</i> | | | | | |
| Ausgabe | Anderung | Tag | Name | | | | Ersatz für | |



| | | | | | | | | |
|---------|----------|-----|---------|--------|------|------------|---|-----------------------|
| | | | | 1971 | Tag | Name | Benennung Chopper-Platte Schaltteilanordnung | Maßstab 1:1 |
| | | | Bearb. | 10.11. | Gem. | | | |
| | | | Gepr. | 15.11. | Kum. | | | |
| | | | N-Gepr. | | | | | |
| | | | | | | | Zeichnungs-Nr L052 (4) Sa | 43 |
| Ausgabe | Änderung | Tag | Name | | | Ersatz für | | |

| SI/1...SI/7 | | Ω | | | | | | |
|-------------|-----|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | $\mu A \quad nA \quad V \quad mV$ | | | | | | |
| | | pA | | | | | | |
| | | μV | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10^8 | 300 | | | | | | | |
| 10^9 | 100 | | | | | | | |
| 10^{10} | 30 | | | | | | | |
| 10^{11} | 10 | | | | | | | |
| 10^{12} | 3 | | | | | | | |
| 10^{13} | 1 | | | | | | | |

| SI/1...SI/7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Ω | | | | | | | |
| μA | | | | | | | |
| nA | | | | | | | |
| pA | | | | | | | |
| V | | | | | | | |
| mV | | | | | | | |
| μV | | | | | | | |

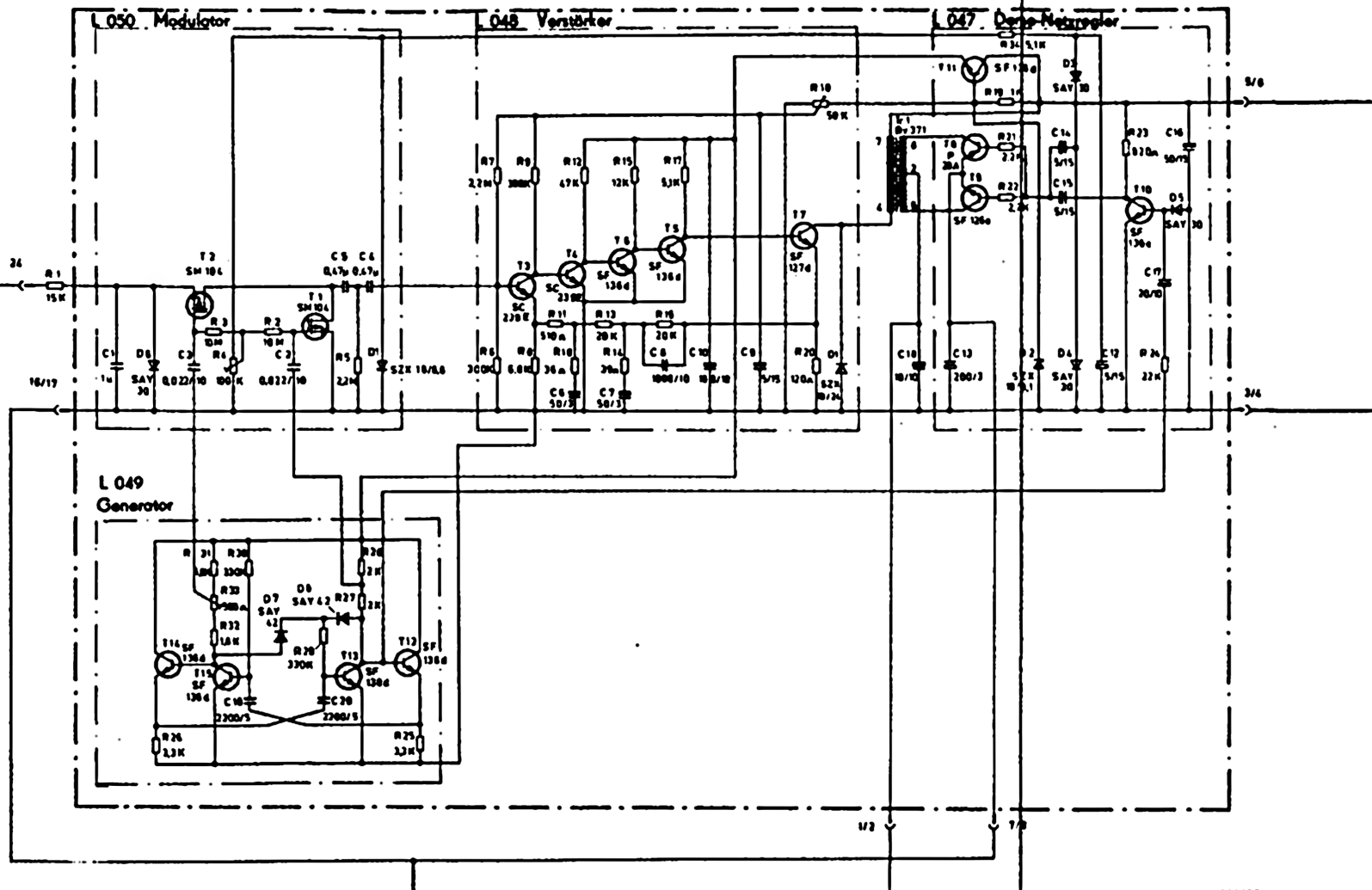
| S III | | | | | 1 | 2 |
|----------|------|-----|------|------|---------|---|
| Ω | | | | | | |
| μV | mV | V | pA | nA | μA | |

MV 40

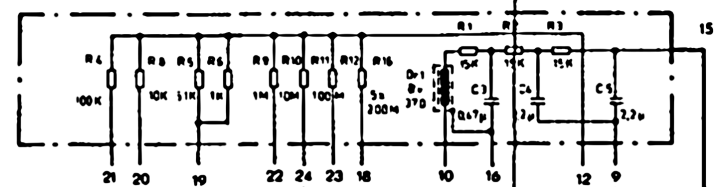
Stromlaufplan

Ausg. d

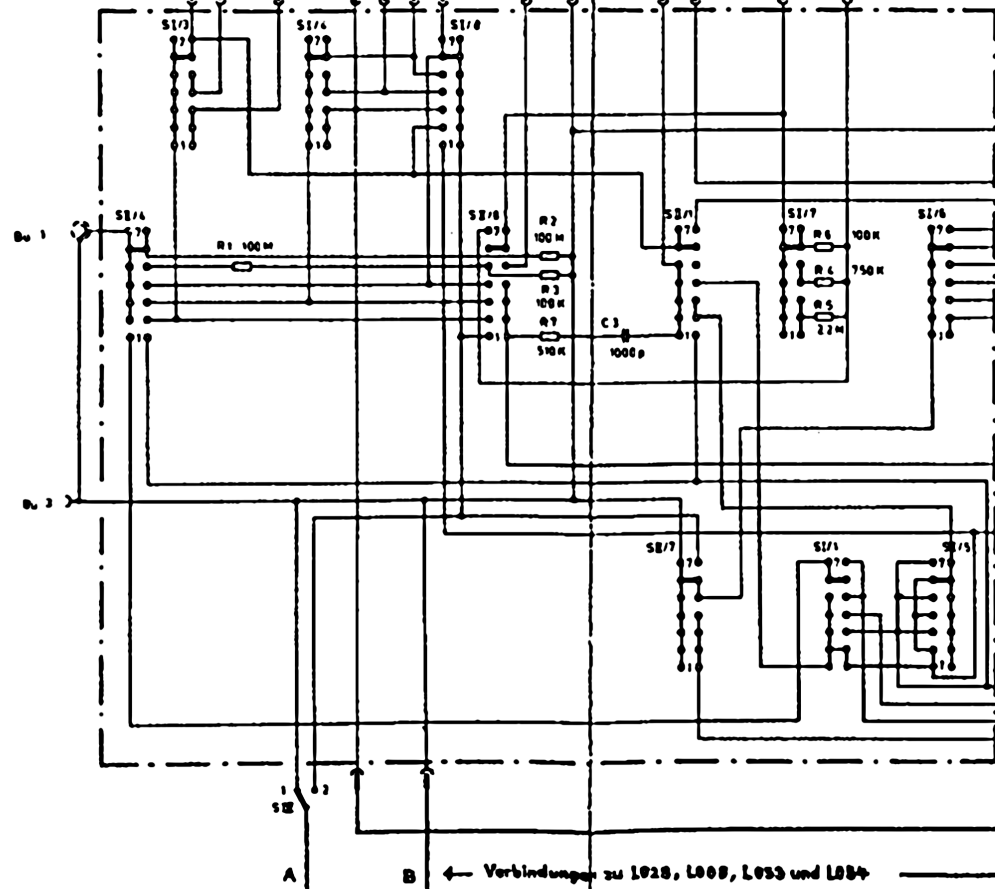
L 052 Chopperplatte



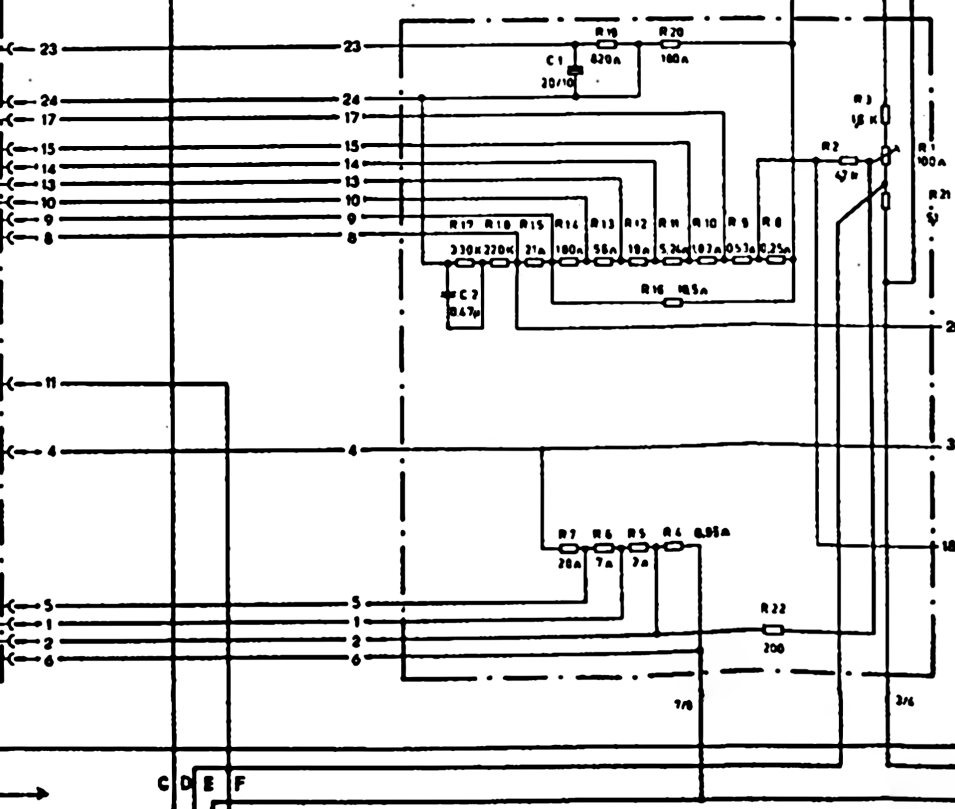
L 032 Widerstandsplatte



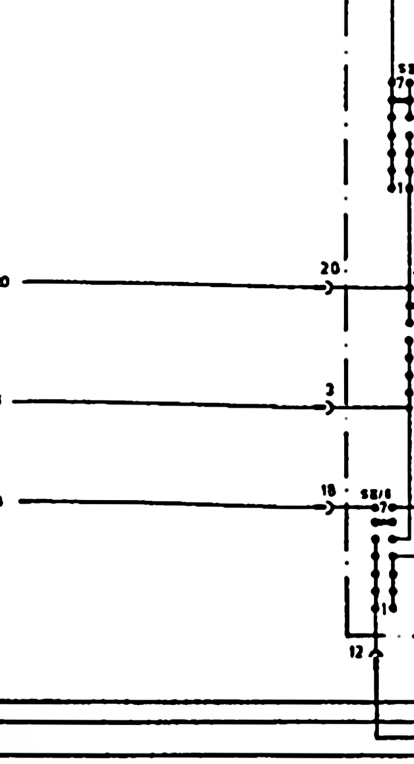
L 018 Schalterplatte



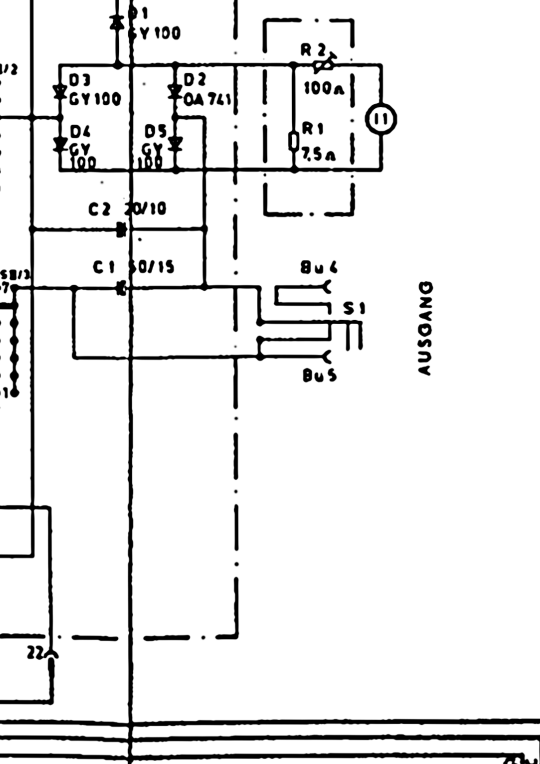
L 020 Verbindungsplatte

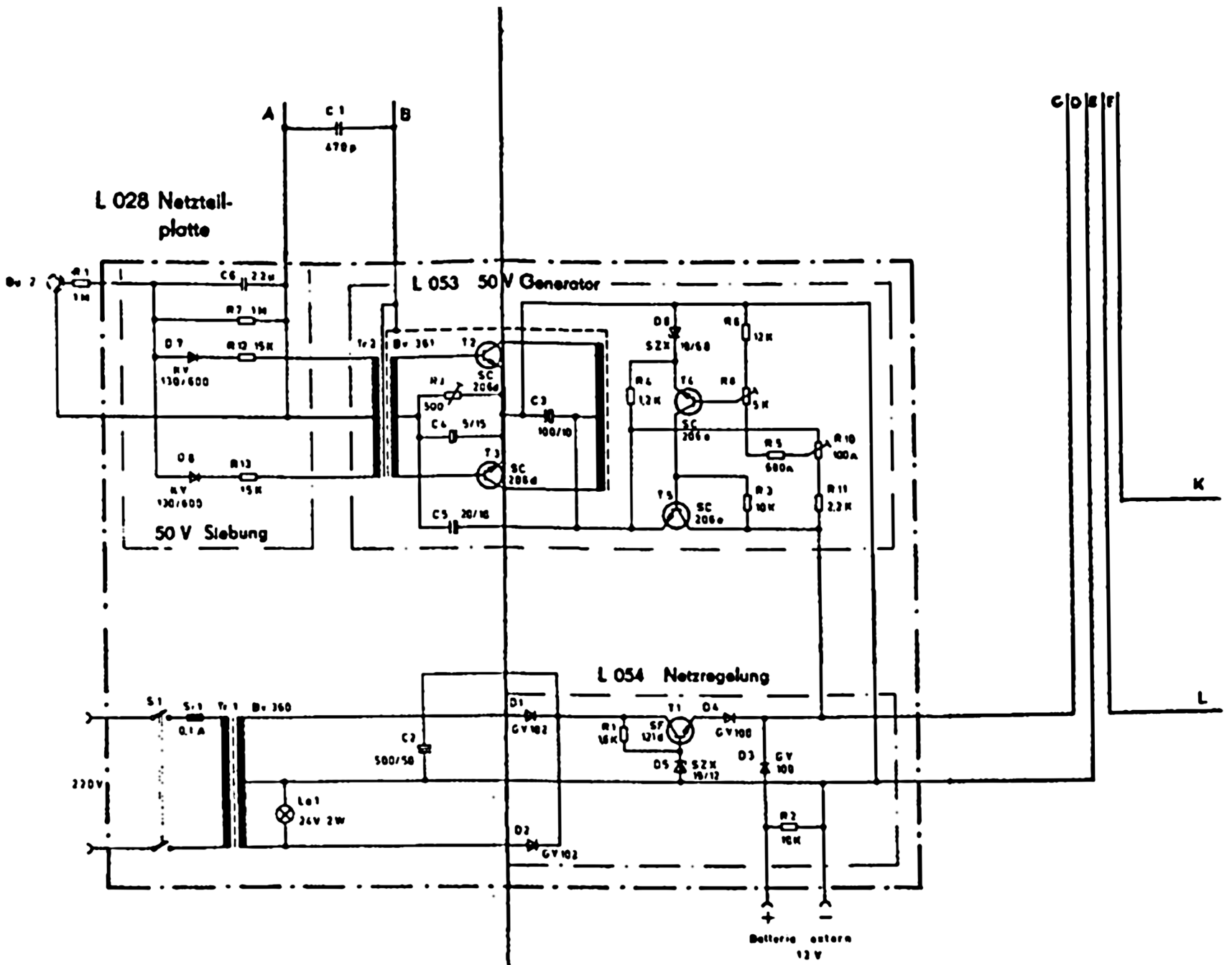


L 018 Schalterplatte



L 117 Abgleichplatte





L 008 Diodenverstärker

