

**GRUNDIG**<sup>®</sup>  
ELECTRONIC

**H&B**

**BEDIENUNGSANLEITUNG**

**Millivoltmeter**

**MV 4**

GRUNDIG-WERKE G.M.B.H. FORTH/BAYERN  
HARTMANN & BRAUN A.G. FRANKFURT/MAIN



**ELECTRONIC**

**BEDIENUNGSANLEITUNG**

**Millivoltmeter MV 4**

# Inhaltsverzeichnis

<b>A. Aufgaben und Anwendung</b> . . . . .	<b>Seite 3</b>
<b>B. Beschreibung</b>	<b>„ 3</b>
Eingangsstufe . . . . .	<b>„ 3</b>
Bereichsumschaltung . . . . .	<b>„ 3</b>
Verstärker . . . . .	<b>„ 4</b>
Anzeigeteil . . . . .	<b>„ 4</b>
Eichspannungsgenerator . . . . .	<b>„ 4</b>
Stromversorgung . . . . .	<b>„ 5</b>
Mechanischer Aufbau . . . . .	<b>„ 5</b>
<b>C. Bedienung</b>	<b>„ 5</b>
Netzbetrieb . . . . .	<b>„ 5</b>
Batteriebetrieb . . . . .	<b>„ 5</b>
Einschalten . . . . .	<b>„ 6</b>
Eichung des Gerätes . . . . .	<b>„ 6</b>
Meßeingänge . . . . .	<b>„ 6</b>
Bereichsumschaltung . . . . .	<b>„ 6</b>
Spannungsmessung . . . . .	<b>„ 7</b>
Messung von Spannungsverhältnissen im logarithmischen Maßstab . . . . .	<b>„ 7</b>
Pegelmessungen . . . . .	<b>„ 7</b>
Spitzenwert-Anzeige . . . . .	<b>„ 7</b>
Betriebsart „Träge“ . . . . .	<b>„ 8</b>
Kapazitätsarme Spannungsmessungen . . . . .	<b>„ 8</b>
Meßausgang . . . . .	<b>„ 8</b>
<b>D. Anwendungsbeispiele</b>	<b>„ 8</b>
Erdsymmetrische Spannungsmessungen . . . . .	<b>„ 9</b>
Messung „hochliegender“ Spannungen . . . . .	<b>„ 9</b>
Messung des Störabstandes eines Verstärkers . . . . .	<b>„ 9</b>
Aufnahme des Frequenzganges eines Tonbandgerätes . . . . .	<b>„ 10</b>
Bestimmung der Induktivität und Güte einer Spule . . . . .	<b>„ 11</b>
a) Bestimmung der Induktivität . . . . .	<b>„ 11</b>
b) Bestimmung der Spulengüte . . . . .	<b>„ 12</b>
Bestimmung einer Kapazität . . . . .	<b>„ 12</b>
Anwendung in der Stereotechnik . . . . .	<b>„ 14</b>
<b>E. Wartung</b> . . . . .	<b>„ 14</b>
<b>F. Technische Daten</b>	<b>„ 15</b>
Abbildung . . . . .	<b>Umschlag</b>
Schaltbild	

## **A. Aufgaben und Anwendung**

Das Millivoltmeter MV 4 ist ein volltransistorisiertes Verstärker-Voltmeter zur Messung von Wechselspannungen von ca. 100  $\mu\text{V}$  ... 300 V im Frequenzbereich 5 Hz ... 1 MHz.

Die auswechselbare Stromversorgung erlaubt den Betrieb am Netz oder aus einer Nickel-Cadmium-Batterie und ermöglicht somit einen beweglichen Einsatz. Der Batteriebetrieb ist nicht nur dort interessant, wo ein Netzanschluß fehlt, sondern auch in Fällen, wo bei der Messung kleiner Spannungspegel Netzkopplungen vermieden werden müssen.

Der Meßeingang des Gerätes ist so ausgelegt, daß sowohl unsymmetrische als auch erdsymmetrische Spannungen gemessen werden können.

Die Effektivwertgleichrichtung ermöglicht auch die Messung von nicht sinusförmigen Spannungen.

Weiterhin kann das Gerät zur Messung von Frequenzgemischen auf „Spitzenwertanzeige“ (nach DIN 45405) umgeschaltet werden. Die Meßwerte können nach Bedarf in Millivolt bzw. Volt oder in dB-Werten abgelesen werden.

Alle diese Eigenschaften sichern dem Millivoltmeter MV 4 einen universellen Einsatz in der NF- und Nachrichten-Technik.

## **B. Beschreibung**

### **Eingangsstufe**

Zur Erzielung eines Eingangswiderstandes von 1 M $\Omega$  dienen für die Eingänge „a“ und „b“ die Impedanzwandler T 101/T 103 und T 102/T 104 (Silizium-Transistoren). Der hohe Eingangswiderstand wird dadurch erzielt, daß ein Teil der Ausgangsspannung dieser Impedanzwandler auf die Basis-Spannungsteiler R 115/R 116 und R 117/R 118 zurückgeführt wird. Diese Spannung ist mit der Meßspannung phasengleich, so daß an den Basis-Widerständen R 119 und R 120 nur die Differenz zwischen Meßspannung und Ausgangsspannung wirksam ist. Als Folge davon wird der Eingangswechselstrom wesentlich reduziert, was einer Erhöhung des Eingangswiderstandes gleichkommt.

Die Kollektorspannung der Eingangsstufen wird durch die Zenerdiode D 105 stabilisiert.

Als Schutz gegen versehentliche Überlastung der Eingangstransistoren dienen die Begrenzerdioden D 101 ... D 104.

An den Emitterwiderständen R 127 und R 128 wird die Meßspannung niederohmig ausgekoppelt.

### **Bereichsumschaltung**

Für die Meßbereiche zwischen 1 mV und 300 mV sind 6 Drucktasten vorhanden. Die Tasten 1/3 und 10 mV schalten die Gegenkopplung des Verstärkers um,

während die Tasten 30/100 und 300 mV frequenzkompensierte Spannungsteiler zwischen die Eingangsbuchsen und Eingangsstransistoren einfügen. Durch die Taste „x 1000“ kann ein weiterer Spannungsteiler eingeschaltet werden. Damit lassen sich die Bereiche 1 mV . . . 300 mV auf 1 V . . . 300 V erweitern, so daß insgesamt 12 Meßbereiche zur Verfügung stehen (Taste 1 mV und Taste x1000 gedrückt erweitert den Bereich 1 mV auf 1 V).

### **Verstärker**

Das von der bereits beschriebenen Eingangsstufe abgenommene Meßsignal wird in dem mit den Silizium-Transistoren T 301 . . . T 308 bestückten Gegentaktstufen verstärkt. Der Verstärkungsgrad ist durch eine über alle Stufen wirkende Gegenkopplung stabilisiert.

In der ersten Verstärkerstufe T 301/T 302 werden die Meßbereiche 1 mV, 3 mV und 10 mV eingestellt. Höhere Meßspannungen werden durch vorgeschaltete Spannungsteiler auf 10 mV herabgesetzt.

Über die Emitterfolger T 303/T 304 gelangt die Meßspannung zur zweiten Verstärkerstufe T 305/T 306. Der im Emitterzweig dieser Stufe liegende Regler  $R_1$  ist zur Eichung des Verstärkers vorgesehen. Die verstärkte Meßspannung wird über die Emitterfolger T 307/T 308 ausgekoppelt und dem Brückengleichrichter D 301 . . . D 304 sowie den Buchsen „Ausgang“ zugeführt. Bei Vollausschlag steht an diesen Buchsen eine Spannung von  $2 \times 65 \text{ mV}_{ss}$ .

### **Anzeigeteil**

Die Meßspannung wird durch ein Drehspulinstrument der Güteklasse 1,5 mit einem Vollausschlag von  $60 \mu\text{A}$  angezeigt. Von den vier Skalen dienen zwei zur Spannungsmessung, eine zur Pegelmessung — bezogen auf 1 mW an  $600 \Omega$  — und die vierte Skala zur Pegelmessung — bezogen auf den Spannungspegel von 1 Volt. Das mit „Batt.“ bezeichnete Feld ermöglicht die Kontrolle der Stromversorgung bei Batteriebetrieb.

Das Instrument ist in Effektivwerten einer sinusförmigen Wechselspannung geeicht.

Zur Anzeige von Frequenzgemischen ist die Betriebsart „Spitzenwert“ möglich. Hierunter ist nicht der höchste Augenblickswert der Meßspannung zu verstehen, sondern ein „Quasi-Spitzenwert“, der im allgemeinen kleiner ist als der höchste Augenblickswert und dessen Größe einerseits von der Zeitdauer der Spannungsspitzen im Frequenzgemisch, andererseits von **den Zeitkonstanten des Millivoltmeters** abhängig ist. Bei dieser Betriebsart sind die **Zeitkonstanten** so bemessen, daß die Anzeige den Bedingungen von DIN 45405 entspricht.

Die elektrischen Zeitkonstanten des Anzeigeteiles lassen sich ferner durch die Taste „Träge“ so beeinflussen, daß bei der Messung tieffrequenter Geräuschspannungen ein Flattern des Skalenzeigers vermieden wird (z. B. bei Messungen von Spannungen im Frequenzbereich unter 10 Hz).

### **Eichspannungsgenerator**

Zur Kontrolle der Anzeigegenauigkeit des Millivoltmeters ist ein Rechteckgenerator hoher Spannungskonstanz eingebaut. Dieser besteht aus einem Multivi-

brator mit den Transistoren T 309/T 310 und einer Begrenzerstufe mit dem Transistor T 311. Die Eichspannung wird dem Verstärker bei gedrückter Taste „Cal.“ aufgeschaltet. Bei einer von 0 dBV abweichenden Anzeige kann das Gerät durch den an der Frontplatte herausgeführten Regler R<sub>1</sub> nachgeeicht werden.

### **Stromversorgung**

Die Stromversorgung des Gerätes kann wahlweise durch den Netzeinschub NE 12/21 oder durch den Batterieeinschub BE 12/10 erfolgen.

Der Netzeinschub ist zum Betrieb an Netzspannungen von 220 V und 110 V 50 . . . 60 Hz ausgelegt. Die abgegebene Gleichspannung von 12 V ist elektronisch stabilisiert. Netzspannungsschwankungen von  $\pm 10\%$  haben keinen Einfluß auf die Anzeige.

Der Batterieeinschub wird unbestückt geliefert und ist zur Aufnahme von zwei DEAC-Sammlern vom Typ DKZ 5/225 ausgelegt. Mit diesem Batteriesatz ist ein Dauerbetrieb von etwa 14 Stunden möglich.

Mit Hilfe des lieferbaren Ladekabels L 12 kann der Batteriesatz durch das Netzteil NE 12/21 aufgeladen werden.

### **Mechanischer Aufbau**

Der Meßbereichschalter mit der Eingangsstufe, der Betriebsartenschalter und der Verstärker bilden je eine Baugruppe. Jede dieser Einheiten ist in Druckschaltungstechnik ausgeführt und an die Frontplatte montiert. An der Rückwand des Voltmeters befindet sich eine Aussparung, die zur Aufnahme des Netz- oder Batterie-Einschubes dient. Eine mehrpolige Steckerleiste stellt dabei die Verbindungen zum Gerät her.

## **C. Bedienung**

### **Netzbetrieb**

Hierzu dient der Netzeinschub NE 12/21. Kontrollieren Sie bitte vor dem Einsetzen des Einschubes in das Gerät, ob der am Netzspannungswähler angezeigte Spannungswert mit der Spannung des Lichtnetzes am Aufstellungsort übereinstimmt. Zum Einsetzen des Einschubs, der im Werk auf eine Netzspannung von 200 V eingestellt wurde, ist die Klappe an der Rückseite des Gerätes zu lösen, der Netzeinschub einzuschieben und die Klappe durch die Verschlussschraube wieder zu befestigen. Nach Anschluß an das Netz ist das Gerät betriebsbereit.

### **Batteriebetrieb**

Anstelle des Netzeinschubes kann der Batterie-Einschub BE 12/10 eingesetzt werden. Bei Inbetriebnahme sind 2 Nickel-Cadmium-Sammler vom Typ DKZ 5/225 der Firma DEAC einzusetzen. Dabei muß die **rote Anschlußlitze an den Pluspol** und die **blaue Litze an den Minuspol** der jeweiligen Batterie angelötet werden. Nach Aufsetzen des Gehäuses kann der Einschub in der im Abschnitt „Netzbetrieb“ erwähnten Weise in das Voltmeter eingesetzt werden.

Die Spannung des Batteriesatzes kann bei eingeschaltetem Schalter ② durch Drücken der Taste ⑯ (Batt. Contr.) überprüft werden. Die an der Skala des Meßinstrumentes ① befindliche Marke „Batt.“ erfaßt einen Spannungsbereich von 11 ... 13 V. Ist die Batteriespannung auf 11 V abgesunken, so muß die Batterie wieder aufgeladen werden.

Dies kann über das lieferbare Ladekabel Typ L 12 direkt vom Netzteil NE 12/21 erfolgen, wenn die Klemmenspannung der Batterie überwacht wird. **Nach Erreichen der Ladeschluß-Spannung von 15 V ist die Ladung zu unterbrechen.**

Die Ladung kann selbstverständlich auch durch ein handelsübliches Ladegerät erfolgen, das für die Ladung von 12 V -NC-Sammlern geeignet ist.

### **Einschalten**

Es ist zweckmäßig, vor dem Einschalten des Gerätes den mechanischen Nullpunkt des Instrumentes ① zu kontrollieren und erforderlichenfalls mit der Nullkorrekturschraube ⑤ nachzustellen.

Das Gerät wird mit dem Wippenschalter ② eingeschaltet. Bei Netzbetrieb leuchtet die Betriebsanzeigelampe ③ auf. Bei Batteriebetrieb kann die Funktion des Gerätes durch Drücken der Taste ⑯ (Batt. Contr.) überprüft werden.

Unmittelbar nach dem Einschalten pendelt der Skalenzeiger mehrmals und geht dann nach wenigen Sekunden in die Ruhelage. Damit ist das Gerät betriebsbereit.

### **Eichung des Gerätes**

Zur Eichung des Millivoltmeters wird die Taste ⑰ gedrückt und der Regler ④ so eingestellt, daß der Skalenzeiger auf 0 dBV steht.

Während der Eichung sollen keine Meßspannungen über 1 V am Gerät anliegen, falls deren Frequenz höher als 100 kHz ist.

### **Meßeingänge**

Das Gerät ist mit zwei Meßeingängen ausgestattet. Bei der Messung unsymmetrischer Spannungen ist es belanglos, welcher der beiden Eingänge verwendet wird. Der Eingang ⑩ wird durch die Taste ⑨ eingeschaltet und der Eingang ⑪ durch die Taste ⑫. Die Taste des unbenutzten Einganges ist jeweils auszuschalten.

Zur Messung erdsymmetrischer Spannungen werden beide Eingänge verwendet und die Tasten ⑨ und ⑫ gedrückt. Gemessen wird nun die Spannungsdifferenz (a - b) zwischen dem Eingang ⑩ und ⑪.

Jeder der beiden Eingänge ist gleichspannungsmäßig entkoppelt. Die Summe aus Gleichspannung und Scheitelwert der überlagerten Wechselspannung darf in keinem Bereich 500 V überschreiten.

Zur Vermeidung unerwünschter Einstreuungen ist die Meßspannung über ein abgeschirmtes Kabel (z. B. 6050 A) zuzuführen.

### **Bereichsumschaltung**

Liegt die zu messende Spannung im Millivoltgebiet, so wird der Meßbereich mit dem Tastenschalter ⑬ gewählt. Bei Meßspannungen von 300 mV ... 300 V muß

zusätzlich die Taste ⑱ (x 1000) gedrückt werden. Diese rastet bei nochmaligem Drücken wieder aus.

### **Spannungsmessung**

Für die Spannungsmessung sind 2 Skalen vorhanden, die je nach Meßbereich abwechselnd benutzt werden können. Es ist zweckmäßig, immer den kleinstmöglichen Meßbereich zu wählen, so daß die Anzeige in den oberen beiden Dritteln des Skalenfeldes erfolgt. Die Skalen sind in Effektivwerten einer sinusförmigen Wechselspannung geeicht.

### **Messung von Spannungsverhältnissen im logarithmischen Maßstab**

Die mit dBV beschriftete Skala hat eine logarithmische Teilung. Die Maßgröße ist das „Dezibel“ mit dem Nullpegel von 1 V. Die Anwendung dieser Übertragungseinheit ist immer dann sinnvoll, wenn sich Spannungswerte exponentiell ändern (z. B. auf Fernmeldeleitungen), oder wenn sich Verhältniszahlen multiplizieren (z. B. bei stufenweiser Verstärkung). Die gemessenen dB-Werte werden dann einfach addiert.

Die Bereichsumschaltung geschieht mit dem Teiler ⑬, der 6 Stufen von je 10 dB erfaßt. Mit der Taste ⑱ kann der Meßbereich um weitere 60 dB erweitert werden.

### **Pegelmessungen**

Die Übertragungseinheit „Dezibel“ bezieht sich normalerweise nur auf **Verhältnismerte** von Strom, Spannung oder Leistung. Bezieht man sie jedoch auf den international festgelegten Nullpegel von 1 mW an 600  $\Omega$  (= 775 mV an 600  $\Omega$ ), so ist man in der Lage, den absoluten Pegel zu bestimmen. Hierfür ist die untere dB-Skala vorgesehen. Die Bereichsumschaltung wird mit dem Teiler ⑬ und der Taste ⑱ vorgenommen.

### **Spitzenwert-Anzeige**

Insbesondere in der Akustik kommen Frequenzgemische vor, die durch Messung des Spitzenwertes auszuwerten sind. Die hierfür vorgesehene Betriebsart wird durch Drücken der Taste ⑮ eingeschaltet. Wie in der Gerätebeschreibung bereits erwähnt, ist der in dieser Betriebsart gemessene Wert nicht mit dem höchsten Augenblickswert der Meßspannung identisch, sondern hängt von der Form der Spannungsspitzen im Frequenzbereich und von den Zeitkonstanten des Millivoltmeters ab.

Nach DIN 45405 ist die Spitzenwertanzeige so dimensioniert, daß beim Anlegen eines einmaligen Wechselspannungsimpulses von bestimmter Dauer ein Zeigerausschlag erzielt wird, der einem bestimmten Anteil derjenigen Anzeige entspricht, die bei dauerndem Anlegen der gleichen Spannung hervorgerufen würde.

Die Prüfung wird mit einer Wechselspannung der Frequenz 5 kHz und einer Amplitude von  $\frac{2}{3}$  des Skalenendwertes (bei Dauerton) durchgeführt. Die bei verschiedenen Impulsbreiten anzuzeigenden prozentualen Werte sind in nachstehender Tabelle zusammengefaßt.

Impulsdauer (in ms)		10	20	50	100	200	$\infty$
% der Anzeige bei Dauerton		48	52	59	68	80	100
Grenzwerte	untere	41	44	50	58	68	—
	obere	55	60	68	78	92	—

Einer weiteren Bedingung nach DIN 45405 zufolge müssen rechteckförmige Wechsellspannungsimpulse einer Frequenz von 5 kHz, einer Impulsfolgefrequenz von 10 Hz, einer Impulsdauer von 5 ms und einer Impulsamplitude von  $\frac{2}{3}$  des Skalenendwertes am Anzeigeinstrument einen Ausschlag ergeben, der zwischen 70 und 90 % der Amplitude der Impulse liegt. Es ist zu beachten, daß beim Messen einer einzelnen sinusförmigen Spannung auch bei der Betriebsart „Spitzenwert“ der Effektivwert angezeigt wird und nicht der um 1,41fache höhere Scheitelwert.

### Betriebsart „Träge“

Enthält die Meßspannung tieffrequente Komponenten, so kann dies zu einer schwankenden Anzeige führen. Um dies zu vermeiden, ist die Betriebsart „Träge“ vorgesehen, die durch Drücken der Taste (14) eingeschaltet wird. Damit ist die Anzeige stark gedämpft, so daß Frequenzen von einigen Hz noch kein störendes Flattern des Skalenzeigers bewirken.

### Kapazitätsarme Spannungsmessungen

Um das Meßobjekt möglichst wenig zu belasten, kann mit dem lieferbaren kapazitiven Spannungsteiler-Tastkopf CK 3 gearbeitet werden. Er weist eine Eingangskapazität von nur 3 pF auf. Das Teilverhältnis dieses Tastkopfes beträgt 1000 : 1, so daß in den Millivoltbereichen des Schalters (13) Spannungen in Volt gemessen werden. Der Tastkopf CK 3 ist für den Frequenzbereich von 10 kHz ... 1 MHz ausgelegt.

### Meßausgang

Zum Anschluß eines Oszillographen oder eines Kopfhörers dienen die Ausgangsbuchsen (6) (7) (8). Sie geben bei Vollausschlag des Instrumentes (1) eine erdsymmetrische Spannung von 2 x ca. 65 mV ab. Der Quellwiderstand beträgt 2 x 300  $\Omega$ . Eine Belastung am Ausgang bleibt ohne Einfluß auf die Anzeige.

Die Spannung an der Buchse (6) ist mit einer am Eingang (10) anliegenden Meßspannung phasengleich, während die Buchse (8) in bezug auf den Eingang (11) eine phasengleiche Ausgangsspannung liefert.

## D. Anwendungsbeispiele

Aus der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten des Millivoltmeters sind nachstehend einige Beispiele herausgegriffen und erläutert.

## Erdsymmetrische Spannungsmessungen

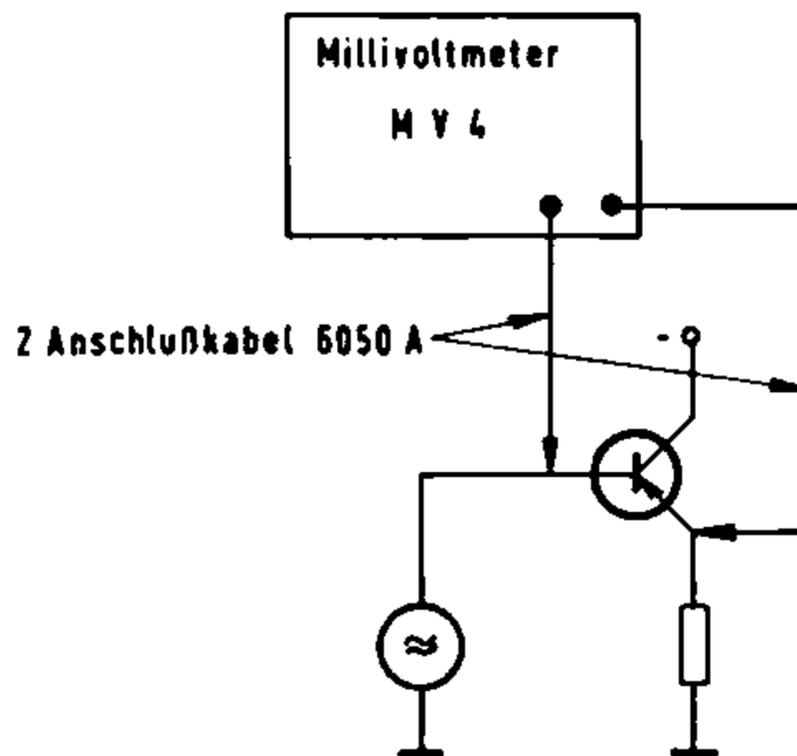
Das Millivoltmeter MV 4 ist wegen des Differenz-Meßeinganges besonders zum Messen erdsymmetrischer Spannungen geeignet, wie diese z. B. bei Gegentaktverstärkern, Brückenschaltungen oder in der professionellen Nachrichtentechnik vorkommen. Besonders vorteilhaft ist dabei der Batteriebetrieb, der dem Gerät eine große Beweglichkeit verleiht und außerdem unerwünschte Brummschleifen vermeidet.

Zum Messen von Spannungsdifferenzen ist das Meßobjekt an die Buchsen ⑩ und ⑪ anzuschließen. Dann sind die Tasten ⑨ und ⑫ zu drücken.

## Messung „hochliegender“ Spannungen

Der Differenz-Eingang des Millivoltmeters ermöglicht die Messung hochliegender Spannungen, wie dies in Abb. 1 angedeutet ist. Bei dieser Messung beträgt der Eingangswiderstand  $2\text{ M}\Omega$ . Ein Masseanschluß wird nicht benötigt.

Abb. 1



## Messung des Störabstandes eines Verstärkers

Der Störabstand eines HiFi-Verstärkers soll kontrolliert werden. Die technischen Daten nach Angaben des Herstellers sind z. B.:  $N_a = 20\text{ W}$ ,  $R_a = 5\ \Omega$ , Störabstand bei Volllaussteuerung =  $80\text{ dB}$  bezogen auf den Eingang „Mikrofon“,  $R_e = 200\ \Omega$ ,  $U_e = 3\text{ mV}$ .

Die Ausgangsspannung am Belastungswiderstand bei Volllaussteuerung beträgt demnach:

$$U = \sqrt{N \cdot R} = \sqrt{20 \cdot 5} = 10\text{ V}$$

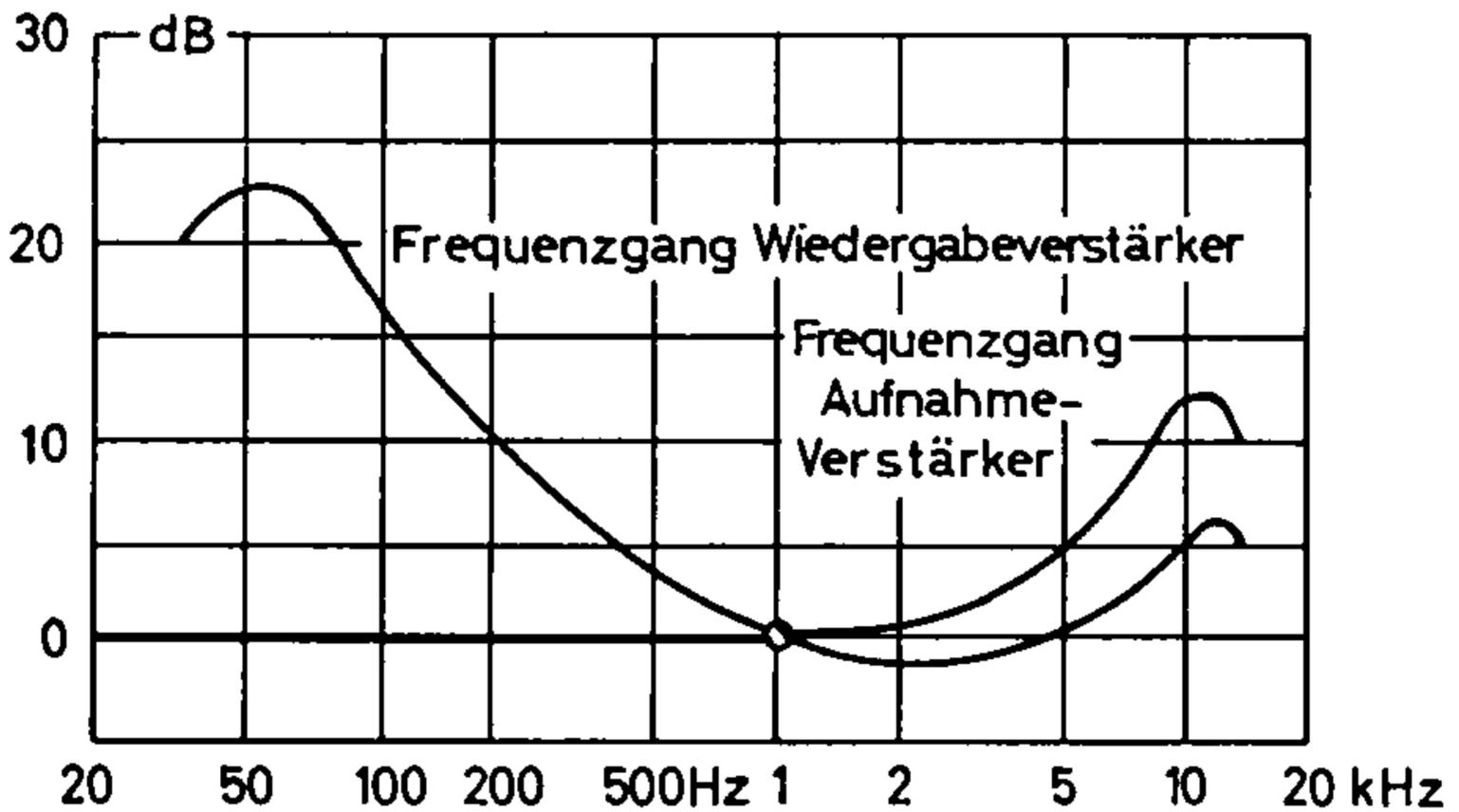
Nun wird an den Verstärkereingang eine NF-Spannung von  $3\text{ mV}$  und einer Frequenz von  $1\text{ kHz}$  angelegt. Die Ausgangsspannung wird am Belastungswiderstand gemessen und mit dem Lautstärkereglern des Verstärkers auf  $10\text{ V}$  eingeregelt. Am Millivoltmeter sind die Tasten „ $-40\text{ dB}$ “ und „ $+60\text{ dB}$ “ zu drücken. Der Zeiger steht dann auf  $0\text{ dBV}$ , entsprechend einer Spannung von  $10\text{ V}$  bzw.  $20\text{ dBV}$ . Anschließend wird der NF-Generator vom Verstärkereingang getrennt und

an dessen Stelle ein Abschlußwiderstand von  $200\ \Omega$  angeschlossen. Jetzt kann die am Verstärkerausgang stehende Störspannung gemessen werden. Diese beträgt in Bezug auf Volllaussteuerung  $-80\ \text{dB}$ , wenn am Millivoltmeter ein Pegel von  $-60\ \text{dBV}$  abgelesen wird.

### Aufnahme des Frequenzganges eines Tonbandgerätes

Bekanntlich nimmt die Wiedergabespannung am Magnetkopf nach dem Induktionsgesetz mit der Frequenz zu, während sie andererseits durch die von der Spaltbreite des Kopfes bestimmte „Selbstmagnetisierung“ bei höheren Frequenzen stark abnimmt. Es muß deshalb der Verstärker des Tonbandgerätes entsprechend vorverzerrt sein. Nach DIN sind die Frequenzgänge für Aufnahme und Wiedergabe gemäß dem in Abb. 2 aufgezeichneten Verlauf genormt.

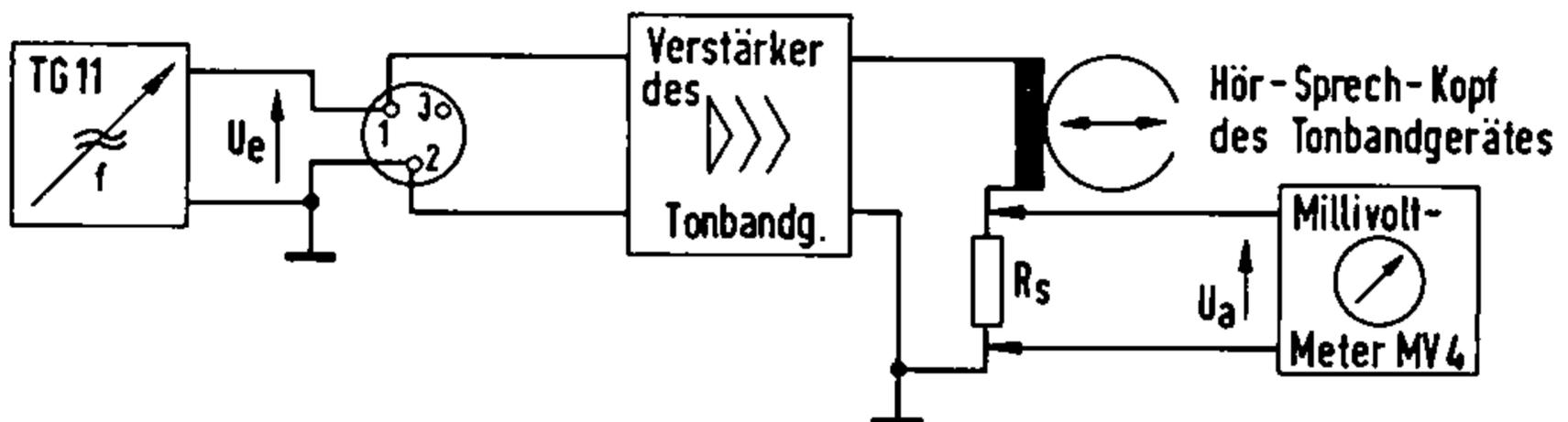
Abb. 2



Die Messung des Aufnahme Frequenzganges soll hier eingehend erläutert werden. Die Abbildung 3 zeigt die Meßanordnung.

Abb. 3

Meßanordnung bei Aufnahme



Der Kopfstrom wird als Spannungsabfall an einem gegenüber der Impedanz des Kopfes vernachlässigbar kleinen Widerstand  $R_s$  (z. B.  $10 \dots 100\ \Omega$ ) gemessen. Es ist:

$$J_{NF} = \frac{U_a}{R_s}$$

**Beispiel:** Bei einem Kopf mit der Impedanz von  $4 \text{ k}\Omega$  (bei  $1 \text{ kHz}$ ) wird  $R_s = 100 \Omega$  verwendet. Der NF-Strom soll  $80 \mu\text{A}$  betragen. Man mißt also an  $R_s$ :

$$U_0 = I_{\text{NF}} \cdot R_s = 80 \mu\text{A} \cdot 100 \Omega = 8 \text{ mV}$$

Der Widerstand  $R_s$  wird am günstigsten so gewählt, daß nur Kommastellen im Meßergebnis einzusetzen sind und von der Skala des Millivoltmeters direkt der Zahlenwert abgelesen werden kann.

Zur Aufnahme des Frequenzganges genügt es, die Spannung  $U_0$  am Widerstand  $R_s$  so einzustellen, daß das Millivoltmeter bei  $1 \text{ kHz}$   $0 \text{ dB}$  anzeigt: dabei ist der von der Herstellerfirma des Tonbandgerätes vorgeschriebene Spannungswert zu beachten.

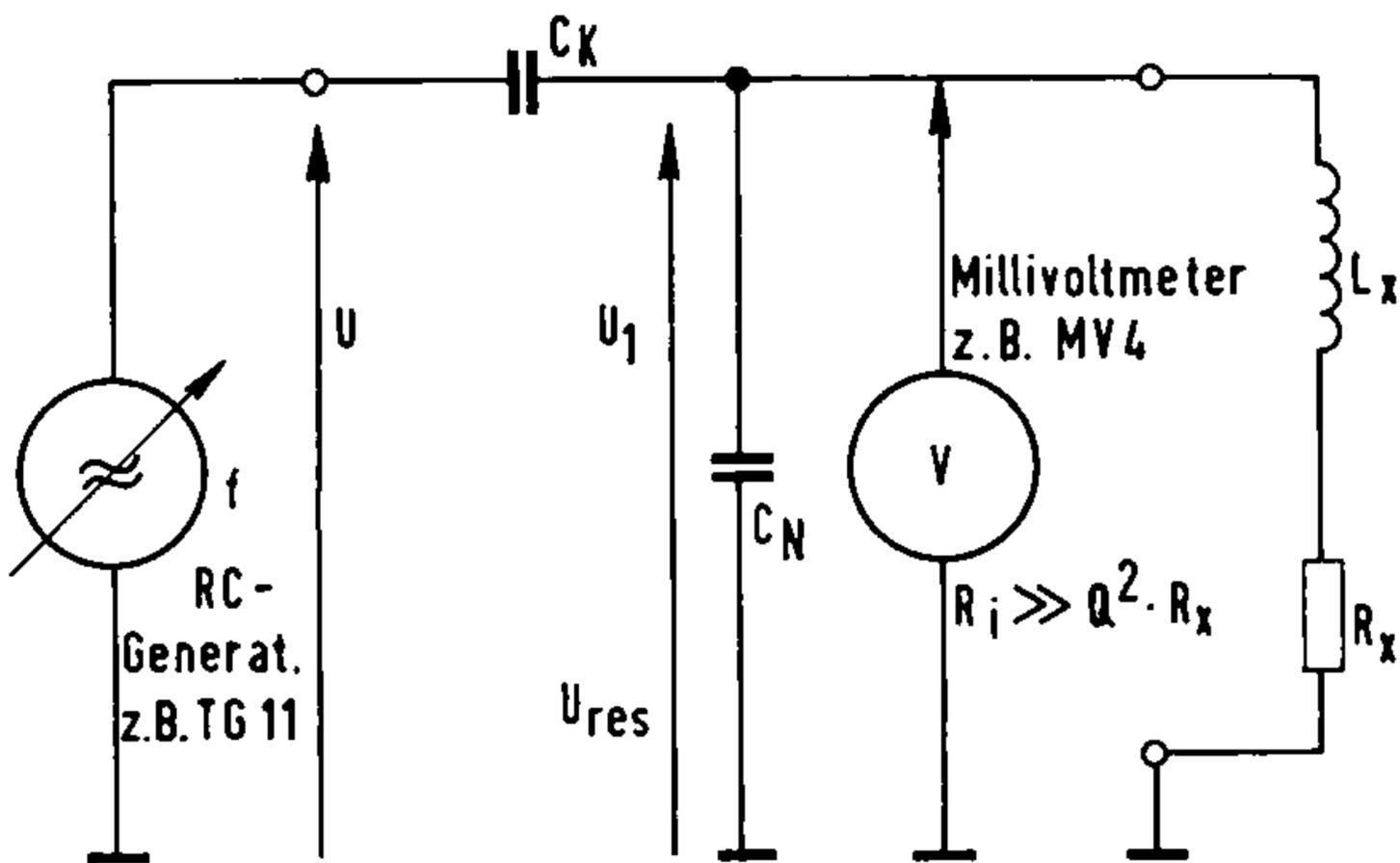
Die Eingangsspannung wird durch Umschalten auf den nächstniedrigeren Spannungsbereich des RC-Generators TG 11 um  $20 \text{ dB}$  ( $1:10$ ) herabgesetzt, um Übersteuerungen und damit eine Verflachung der Frequenzgangkurve zu vermeiden.

### Bestimmung der Induktivität und Güte einer Spule

Zur Bestimmung einer Induktivität werden häufig Resonanzverfahren verwendet.

Aus den vielen Möglichkeiten, durch Resonanzabstimmung die Werte einer Spule zu bestimmen, soll hier das „Vergleichsverfahren“ angeführt werden. Die Meßschaltung zeigt Abb. 4.

Abb. 4



#### a) Bestimmung der Induktivität

Durch Verändern der Frequenz  $f$  am RC-Generator wird die Resonanz gesucht und  $U_{\text{res}}$  am Millivoltmeter auf Maximum eingestellt. Die Induktivität beträgt denn in erster Näherung:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2_{\text{res}} \cdot C_N}; \quad \omega = 2 \pi \cdot f$$

Zahlenbeispiel:  $C_K = 30 \text{ pF}$ ,  $C_N = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $f = 4 \text{ kHz}$ ,  $L_x = ?$

Zur schnellen Bestimmung des L-Wertes verwendet man zweckmäßig eine sog. „HF-Tapete“, aus der man C, L und R rasch und genügend genau ablesen kann.

Ermittelter Wert: 16 mH

Die genaue Rechnung ergibt:

$$L_x = \frac{1}{(2 \pi f)^2 \cdot C_N} = \frac{1}{4 \pi^2 16 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 1 \cdot 10^{-14} \text{ F}}$$
$$L_x = \frac{10^8}{4 \pi^2 \cdot 16} \text{ (H)} = \frac{10^8}{39,4 \cdot 16} = 15,85 \text{ mH}$$

Der Fehler zwischen dem graphisch und dem rechnerisch ermittelten Wert beträgt hier 1%.

Mit dem RC-Generator TG 11 und einem  $C_N = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$  läßt sich z. B. ein Meßbereich von 3  $\mu\text{H}$  bis 2000 H überstreichen.

### b) Bestimmung der Spulengüte

Vor dem Anschließen der unbekanntenen Induktivität  $L_x$  mißt man die Spannung  $U_1$  an  $C_N$ , gleicht dann auf Resonanz ab und liest die Spannung  $U_{res}$  ab.

Die Kreisgüte  $Q$  ergibt sich aus:

$$Q = \frac{U_{res}}{U_1};$$

da die Güte des Kondensators  $C_N$  (z. B. Kunstfolienkondensator aus Styrol oder Polyester) wesentlich besser als die Spulengüte ist, kann man schreiben

$$Q_L \approx \frac{U_{res}}{U_1}; \quad Q \gg Q_L$$

Bei diesen Messungen ist folgendes zu beachten:

1. Der Koppelkondensator  $C_K$  soll genügend klein sein, damit der Innenwiderstand des Generators nicht als Dämpfung wirksam wird und so die Gütemessung verfälscht. Es soll sein:

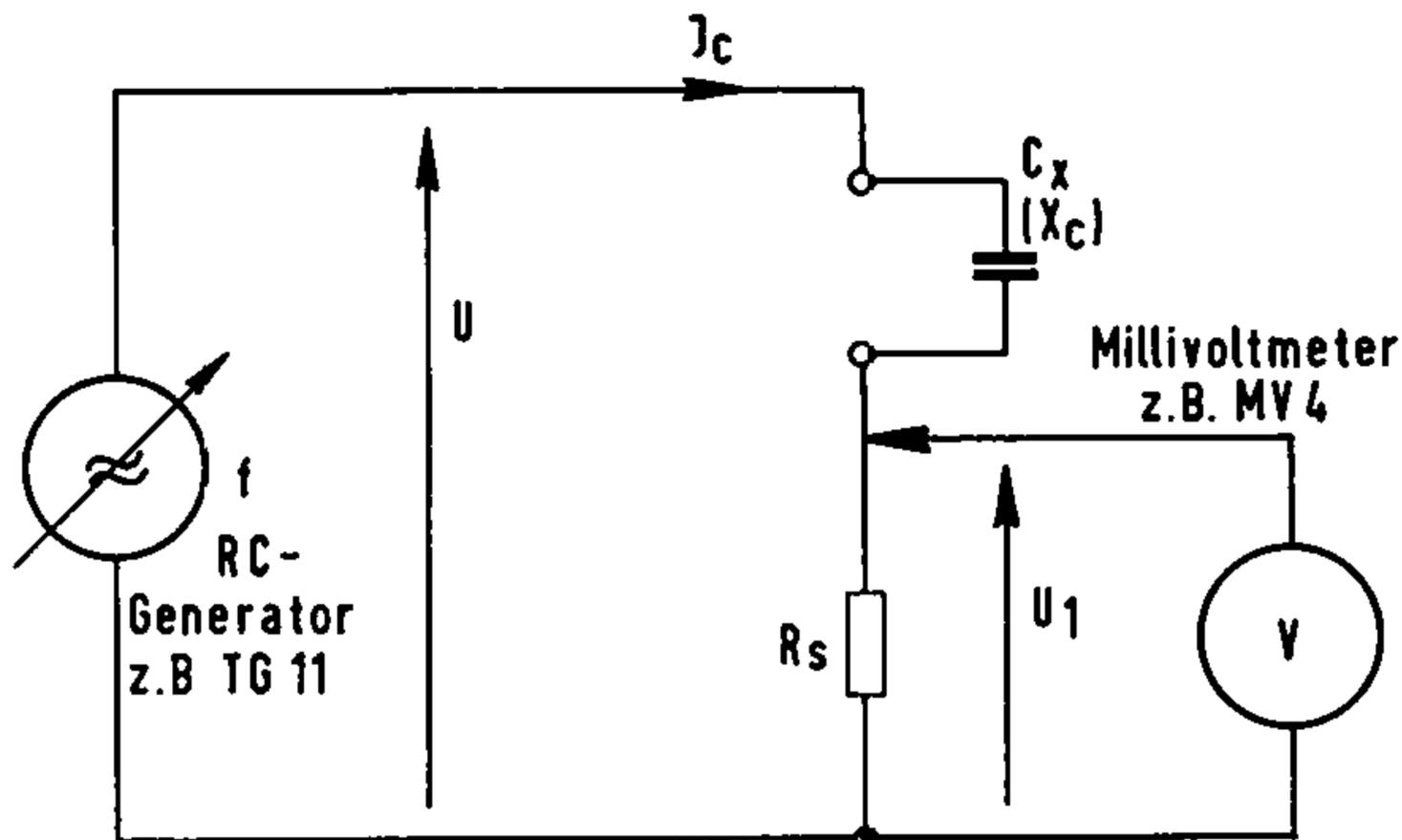
$$C_K \leq \frac{C_N}{1000}$$

2. Als Normalkondensator  $C_N$  wird zweckmäßig ein Kunstfolienkondensator mit einer engen Toleranz, z. B.  $\pm 1\%$  verwendet, um die Genauigkeit der Spulengüte  $Q_L$  und der Induktivität  $L_x$  zu gewährleisten. Außerdem muß er genügend groß gegen Schalt- und Eingangskapazitäten sein; dies ist bei einem Wert von  $0,1 \text{ }\mu\text{F}$  gewährleistet.

### Bestimmung einer Kapazität

Mißt man den bei einer bestimmten Frequenz den durch einen Kondensator fließenden Strom, so kann man daraus seine Kapazität bestimmen. Die Meßschaltung zeigt Abb. 5.

Abb. 5



Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Serienwiderstand  $R_s$  gegenüber dem Blindwiderstand  $X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$  vernachlässigbar klein sein soll.

Außerdem nimmt man für diesen Serienwiderstand einen engtolerierten Wert (z. B.  $\pm 1\%$ ), um die Meßgenauigkeit zu erhöhen. Die Frequenz ist so zu wählen, daß der Serienwiderstand  $R_s$  gegenüber dem Blindwiderstand  $X_c$  vernachlässigbar klein ist ( $X_c > 100 \cdot R_s$ ).

Es kann dann gesetzt werden:

$$I_c \approx \frac{U}{R_c} \approx \frac{U_1}{R_s}$$

$$\text{d. h. } \frac{U}{U_1} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_x \cdot R_s}$$

$$\text{oder } C_x = \frac{U_1}{U \cdot 2\pi f \cdot R_s}$$

Zahlenbeispiel:

$$U = 10 \text{ V, } f = 1 \text{ kHz, } R_s = 100 \text{ } \Omega, U_1 \text{ an } R_s = 10 \text{ mV}$$

$$C_x = \frac{10^{-2} \text{ V}}{10 \text{ V} \cdot 10^3 \text{ Hz} \cdot 2\pi \cdot 100 \text{ } \Omega} = \frac{10^{-8}}{2\pi} = 1,59 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

$$C_x = 1,59 \text{ nF}$$

Zur überschlägigen Ermittlung des Kapazitätswertes aus der HF-Tapete muß der Blindwiderstand  $X_c$  des Kondensators mindestens um den Faktor 10 größer als der Serienwiderstand  $R_s$  sein ( $X_c > 10 \cdot R_s$ ). Dann kann geschrieben werden:

$$X_c = \frac{U}{U_1} \cdot R_s :$$

Daraus ergibt sich:

$$X_c \approx \frac{U}{U_1} \cdot R_s = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = 100 \text{ k}\Omega$$

Aus der HF-Tapete entnimmt man dann zu dem ermittelten Wert von  $X_c$  den dazugehörigen Kapazitätswert bei der entsprechenden Frequenz (in diesem Fall 1 kHz).

Der abgelesene Wert beträgt:  $C_x \approx 1,6 \text{ nF}$

### Anwendung in der Stereotechnik

In Verbindung mit einem Tongenerator (z. B. GRUNDIG RC-Generator TG 11) lassen sich mit dem Millivoltmeter MV 4 Messungen an Stereo-Anlagen durchführen.

Der erdsymmetrische Eingang ermöglicht z. B. einen Vergleich zweier Verstärkerkanäle miteinander. Hierzu werden beide Eingänge des Prüflings über ein Kabel mit dem Tongenerator verbunden. Mit Hilfe der beiden Eingänge ⑩ und ⑪ des Millivoltmeters kann die Differenz der NF-Signale beider Kanäle stufenweise gemessen werden.

Nach der gleichen Meßmethode können die Eingangswiderstände des Prüflings kontrolliert werden, wenn das NF-Signal nicht direkt, sondern über engtolerierete Vorwiderstände zugeführt wird. (Bei ungleichen Eingangswiderständen entsteht an den Verstärker-Eingängen eine Spannungsdifferenz).

Zur Messung der Übersprechdämpfung eines Stereoverstärkers wird ein Kanal mit dem NF-Generator voll ausgesteuert und der Ausgangspegel mit dem Millivoltmeter MV 4 gemessen. Der zweite Kanal wird am Eingang mit einem Ersatzwiderstand nach Angaben des Herstellers abgeschlossen. Nun wird der durch Übersprechen verursachte geringe Ausgangspegel gemessen. Die Differenz beider Meßwerte ist dann das Maß für die Übersprechdämpfung.

## E. Wartung

Die Wartung der Batterie (bei Betrieb mit Batterie-Einschub) wurde im Abschnitt „C“ bereits beschrieben.

Das Betriebsanzeigelämpchen ist nach Abziehen der Abdeckung ③ zugänglich und läßt sich von vorne auswechseln.

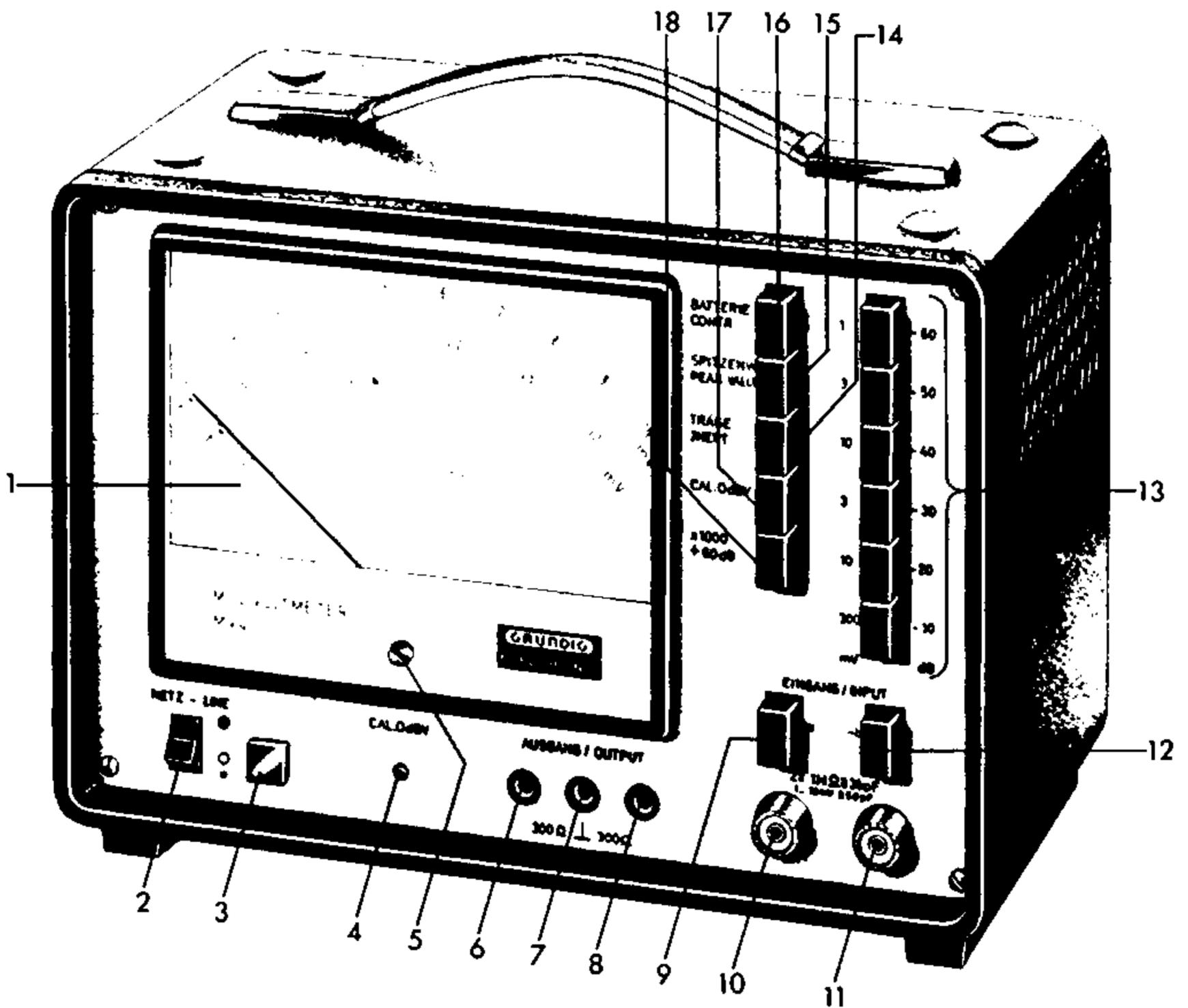
Der mechanische Nullpunkt des Instrumentes ① und die Eichung sollten nach längerer Betriebszeit kontrolliert und, falls nötig, nachgestellt werden. (Siehe Abschnitt C).

Im übrigen ist das Gerät wartungsfrei. Sollten irgendwelche Störungen auftreten, ist es zweckmäßig, das Gerät an die nächste Werksvertretung, Niederlassung oder Servicestelle einzusenden.

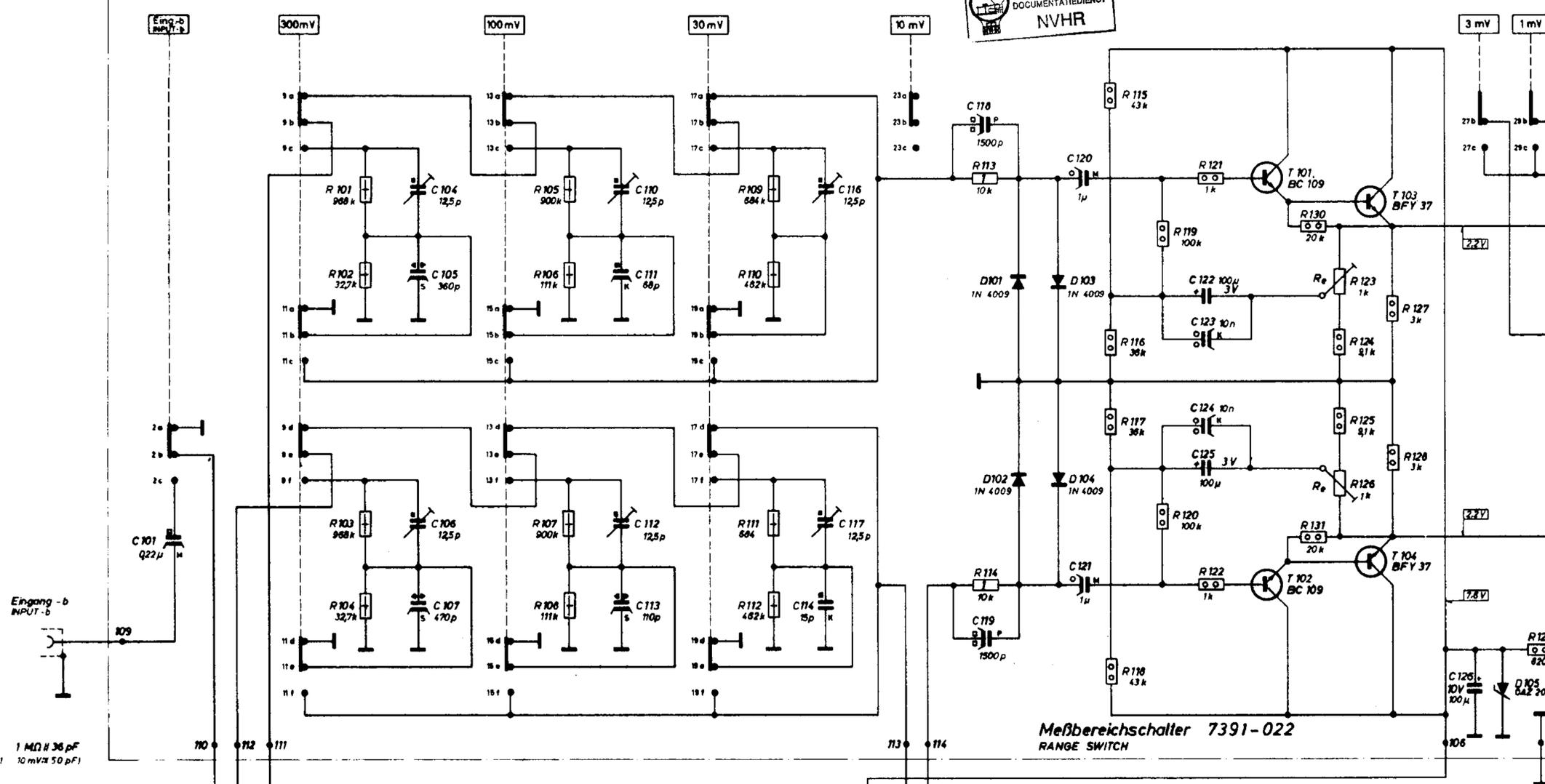
## F. Technische Daten

<b>Meßbereiche:</b>	1/3/10/30/100/300 mV 1/3/10/30/100/300 V — 85 ... + 50 dBV — 80 ... + 52 dB
<b>Frequenzbereich:</b>	5 Hz ... 1 MHz
<b>Meßunsicherheit:</b>	10 Hz ... 200 kHz: $\pm 3\%$ v. E. 5 Hz ... 10 Hz und 200 kHz ... 1 MHz: $\pm 5\%$ v. E.
<b>Effektivwertanzeige:</b>	nach DIN 45402, Bl. 1 (Impulsverfahren) Tastverhältnis max. 1 : 10 bei Vollausschlag Impulsfolgefrequenz 1 kHz
<b>Spitzenwertanzeige:</b>	Dynamische Eigenschaften entsprechend den Bedingungen nach DIN 45405
<b>Eingangsimpedanz:</b>	2 x 1 M $\Omega$    ca. 36 pF (in den Bereichen 30 mV ... 300 V) 2 x 1 M $\Omega$    ca. 50 pF (in den Bereichen 1 mV ... 10 mV)
<b>Gleichtaktunterdrückung:</b>	$\geq 40$ dB (gemessen im Bereich 1 mV, Eingangsspannung 100 mV, $f = 1$ kHz)
<b>Oberlastbarkeit:</b>	150 V $\sim$ in den Bereichen 1, 3 und 10 mV 450 $\sim$ in den übrigen Bereichen (Die Summe aus Gleichspannung und Scheitelwert der überlagerten Wechselspannung darf in keinem Bereich 500 V überschreiten.)
<b>Rauschen:</b>	ca. 50 $\mu$ V bei einem Generator-Innenwiderstand von 100 k $\Omega$
<b>Temperaturabhängigkeit:</b>	Anzeige: 1 $\%$ / $^{\circ}$ C (im Bereich von 0 ... 50 $^{\circ}$ C) Eichspannung: 0,5 $\%$ / $^{\circ}$ C (im Bereich von 0 ... 50 $^{\circ}$ C)
<b>Ausgangsspannung:</b>	EMK = 2 x ca. 65 m V <sub>ss</sub> bei Vollausschl. (beliebige Belastung ist zulässig)
<b>Ausgangsimpedanz:</b>	2 x 300 $\Omega$
<b>Netzbetrieb:</b>	(Mit Netzeinschub NE 12/21) Wechselspannung 110/220 V umschaltbar, 50 ... 60 Hz
<b>Leistungsaufnahme:</b>	ca. 5 VA

<b>Netzspannungsabhängigkeit:</b>	Netzspannungsschwankungen von $\pm 10\%$ sind ohne Einfluß auf die Anzeige
<b>Batteriebetrieb:</b>	(Mit Batterieeinschub BE 12/10) Die Batterien sind im Lieferprogramm nicht enthalten. (Bestückung: 2 Nickel-Cadmium Batterien, Typ DKZ 5/225, Fa. DEAC) Nennspannung 12 V, Batteriekapazität 225 mAh; Aufladbar über Ladekabel L 12 direkt vom Netzeinschub Typ NE 12/21
<b>Stromaufnahme:</b>	ca. 16 mA (ca. 24 mA bei gedrückter Eichtaste.)
<b>Bestückung:</b>	
<b>Transistoren:</b>	11 x BFY 37, 2 x BC 109, 2 x AF 127
<b>Dioden:</b>	4 x 1 N 4009, 6 x AAY 27, 1 x OAZ 205
<b>Abmessungen:</b>	Breite: ca. 300 mm Höhe: ca. 218 mm Tiefe: ca. 176 mm
<b>Gewicht:</b>	ca. 4,5 kg (ohne Einschub)
<b>Lieferbares Zubehör:</b>	Netzeinschub NE 12/21 Batterieeinschub BE 12/10 (ohne Batterien!) Ladekabel L 12 Kapazitiver Spannungsteiler-Tastkopf CK 3 Anschlußkabel 6050 A Anschlußkabel 6050 B Satz Übergangsstücke Z 3

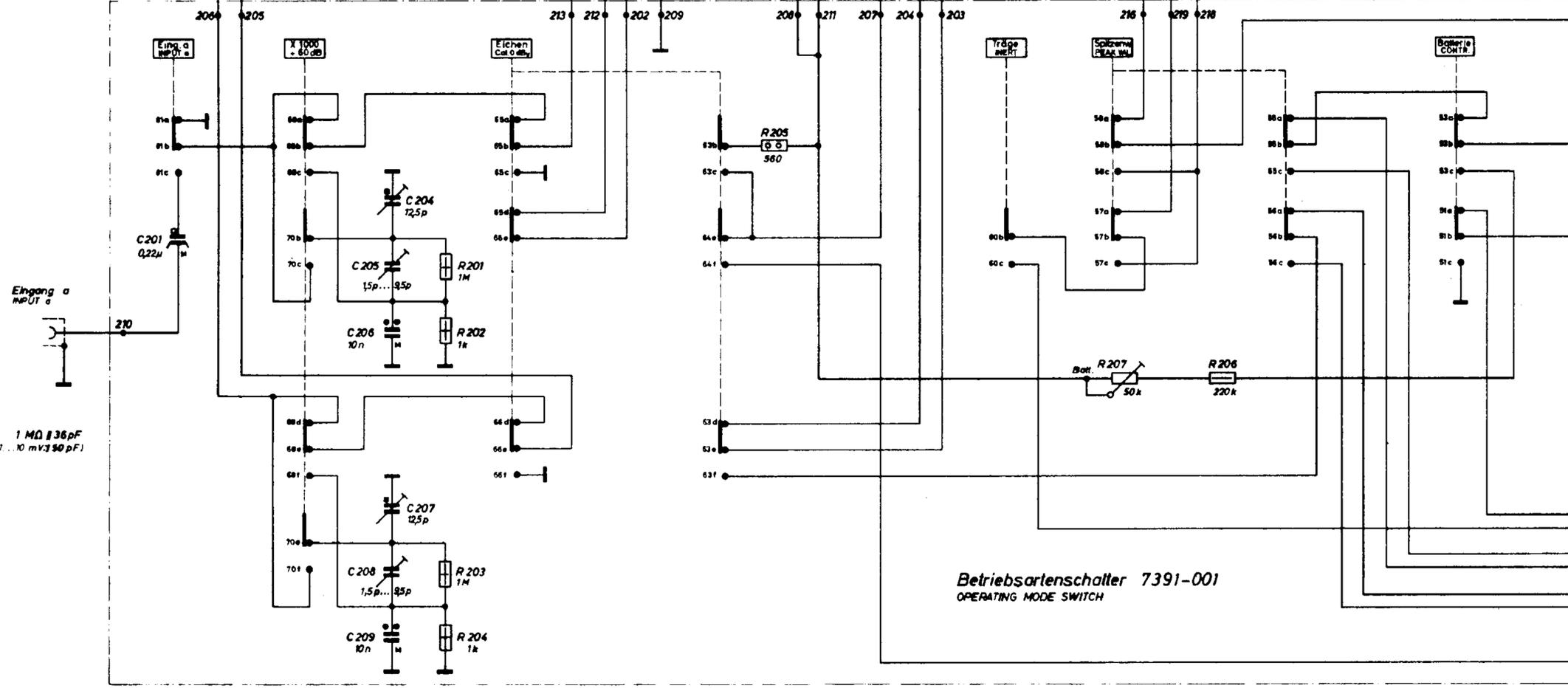


- ① Instrument
- ② Netz- bzw. Batterieschalter
- ③ Betriebsanzeigelampe (Nur bei Netzbetrieb)
- ④ Eichregler
- ⑤ Mechanische Nullkorrektur
- ⑥ Verstärkerausgang
- ⑦ Massebuchse
- ⑧ Verstärkerausgang
- ⑨ Tastenschalter für Eingang „a“
- ⑩ Eingangsbuchse „a“
- ⑪ Eingangsbuchse „b“
- ⑫ Tastenschalter für Eingang „-b“
- ⑬ Meßbereichschalter 6-stufig
- ⑭ Tastenschalter für Betriebsart „Träge“
- ⑮ Tastenschalter für Betriebsart „Spitzenwert“
- ⑯ Tastenschalter zur Kontrolle der Batteriespannung
- ⑰ Tastenschalter zur Eichung des Gerätes
- ⑱ Tastenschalter für Abschwächer „x 1000“



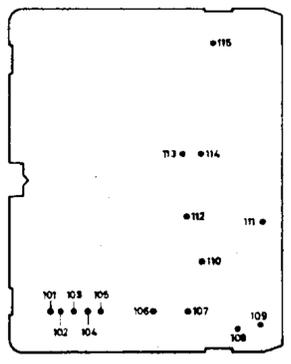
1 MΩ // 36 pF  
(1 ... 10 mV // 50 pF)

10Hz ... 200kHz ±3% v.E.  
3Hz ... 10Hz und 200kHz 1MHz ±5% v.E.  
Betriebsart: Effektiv

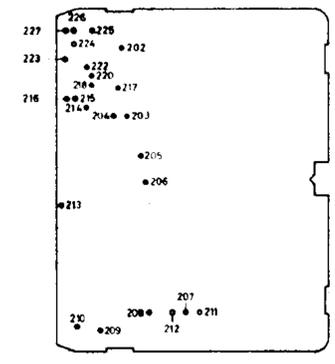


1 MΩ // 36 pF  
(1 ... 10 mV // 50 pF)

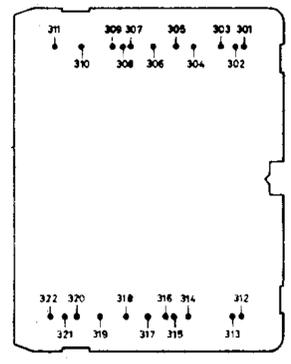
R:	101 102	103 106	109 110	113	115 116	119 121	130	133 134	137
R:	103 104	107 108	111 112	114	117 118	120 122	131	135 136	139
C:	101	205 206 204	104 105	110 111	116	120	206	122 123	128
C:	201	208 209 207	106 107	203	112 113	117	207	124 125	



Meßbereichschalter 7391-022  
RANGE SWITCH



Betriebsartenschalter 7391-001  
OPERATING MODE SWITCH



Verstärker 7391-035  
AMPLIFIER

Alle Druckschaltungsplatten von Bestückungsseite gesehen.  
ALL PRINTED CIRCUIT BOARDS ARE SEEN FROM THE COMPONENT SIDE

- Stützpunkte von Bestückungsseite gesehen  
• TERMINALS ARE SEEN FROM THE COMPONENT SIDE
- Stützpunkte von Druckseite gesehen  
• TERMINALS ARE SEEN FROM THE PRINTED SIDE

I II III IV V VI VII

Steckerleiste für Einschub  
CONNECTOR FOR PLUG-IN

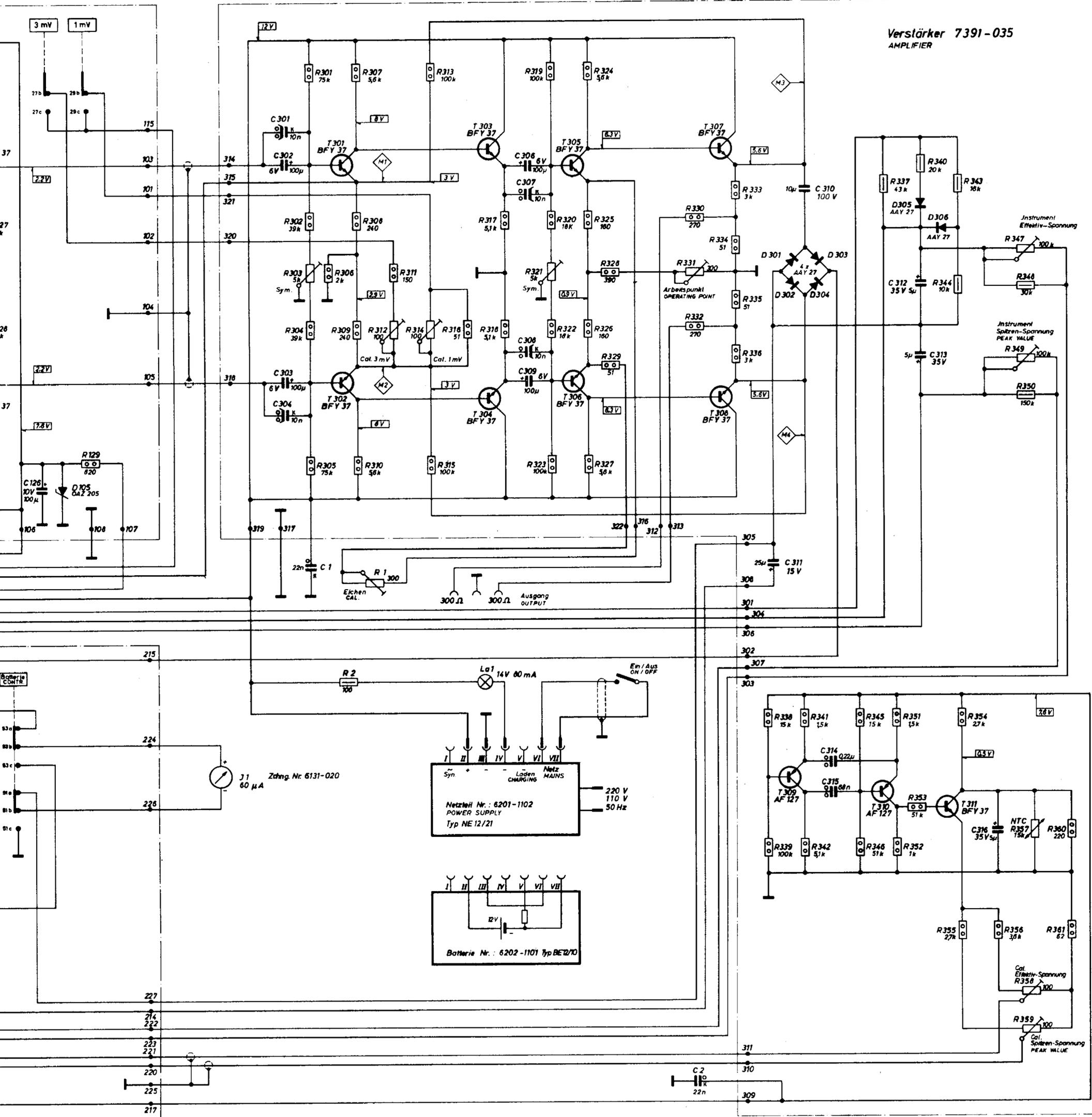
1/20 W  
1/6 W  
1/2 W  
1 W

250 V±  
500 V±  
63 V±  
250 V±  
400 V±  
630 V±

Keramik CERAMIC  
Kunststoff PLASTIC FOR  
Polystyrol  
Papier PAPER  
Elektrolyt ELECTROLYTIC  
ungepolter Elko ELECTROLYTIC COND. NOT POLARIZED

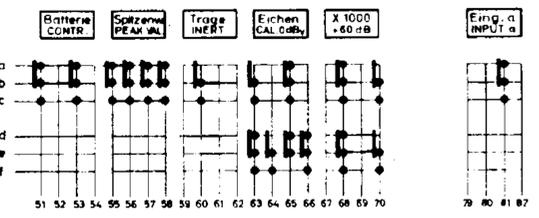
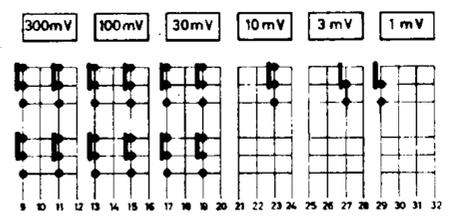
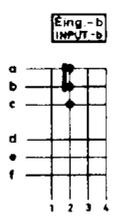
BC 109, BFY 37 AF 127  
Transistor Anschlüsse  
TRANSISTOR CONNECTIONS

Verstärker 7391-035  
AMPLIFIER



7	302	301	2	307	313	319	324	325	330	333	337	351	340	344	343	347	348	349	350					
8	129	303	306	308	312	311	316	317	321	320	328	329	331	334	335	338	341	345	353	354	356	357	360	361
	128	304	305	309	310	314	315	318	322	322	326	327	332	334	336	339	342	346	352	355	358	359		
		301	302					306	307				2				311	314	315		313	316		
		303	304	1				308	309															

- 1/20 W
- 1/4 W
- 1/2 W
- 1 W
- 250 V = Keramik CERAMIC
- 500 V =
- 63 V =
- 250 V = Kunststoff PLASTIC
- 400 V =
- 630 V =
- 125 V = Polystyrol
- 1000 V = Papier PAPER
- Elektrolyt ELECTROLYTIC
- ungepölyter Elko ELECTROLYTIC CONDENSER NOT POLARIZED



Drucktasenschalter Zchn. Nr. 6080-341  
PRESS BUTTON SWITCH

Drucktasenschalter Zchn. Nr. 6080-342  
PRESS BUTTON SWITCH

□ Gleichspannungen mit Grundig Röhrevoltmeter RV3 bei Netzbetrieb gegen Masse gemessen  
DC-VOLTAGES MEASURED AGAINST GROUND WITH GRUNDIG VTVM RV3, LINE OPERATED.

Gültig ab Gerät Nr. 1001  
FOR SETS FROM SERIAL No 1001

Änderungen vorbehalten!  
ALTERATIONS RESERVED!



# Millivoltmeter MV4