

Das neue transistorisierte GRUNDIG Universal-Voltmeter **UV 4**

D. FÜRST

Das von der Firma GRUNDIG neu entwickelte, volltransistorisierte Universal-Voltmeter UV 4 (Bild 1) zeichnet sich durch Stabilität, Erdfreiheit, hochohmigen Eingang (wie man ihn bei Röhrenvoltmetern gewohnt ist) und durch Bedienungskomfort sowie wahlweisen Netz- oder Batteriebetrieb aus.

Eigenschaften des Gerätes

Eingangswiderstand und Art der Eingänge

Der Eingangswiderstand beträgt wie bei hochwertigen Röhrenvoltmetern $30\text{ M}\Omega$. Er ist mit einer Toleranz von $\pm 2\%$ über alle Gleichspannungsmessbereiche konstant.

Für den Gleichspannungs- und Gleichstrom-Meßeingang sind eine erdfreie Massebuchse (\perp) und die Eingangsbuchse, bezeichnet mit V, A = vorhanden. Die angelegte Polung ist für die Gleichspannungsmessung beliebig und wird durch Drücken der mit V = + bzw. V - - bezeichneten Tasten gewählt. Lediglich bei der Gleichstrommessung muß auf die Polung geachtet werden, hier liegt der Pluspol an der Eingangsbuchse V, A =.

Für die Widerstandsmessung ist eine getrennte Buchse (Ω) herausgeführt, an der ein besonders gekennzeichnetes Kabel angeschlossen werden kann; dies vermeidet Fehlbedienungen und ein Umklemmen des Spannungsmesskabels.

Für die Wechselspannungsmessung ist ein gesonderter Tastkopf (HK 4) mit verschiedenen Besonderheiten entwickelt worden, auf den weiter unten noch näher eingegangen wird. Die getrennt eingebaute Buchse gestattet es, den Tastkopf dauernd angeschlossen zu lassen; durch einen Tastendruck der Taste V ~ wird das Gerät auf den Tastkopf geschaltet.

Für die Erdung des Gehäuses ist die Erdbuchse (\perp) vorgesehen. Um wahlweise die erdfreie Meß-Masse (\perp) mit dem Gehäuse oder mit einer separaten Erde oder eines sonstigen Potentials verbinden zu können, ist eine zweite Buchse (\perp) eingebaut worden. Außerdem wurde eine besondere Erdschelle (Zchn.-Nr. 6017-412) geschaffen, die es gestattet, die erdfreie Meß-Masse (\perp) und das Gehäuse (\perp) gleichzeitig über ein gesondertes Kabel mit Erde zu verbinden (wichtig bei Hochspannungsmessungen!).

Die Stromversorgung

Innerhalb der hinteren Geräterwand ist ein Raum für Einschübe vorgesehen, die über eine Steckverbindung mit dem Gerät verbunden werden.

Die Versorgungsspannung des Gerätes beträgt 12 V und kann von 11 V bis 14 V schwanken.

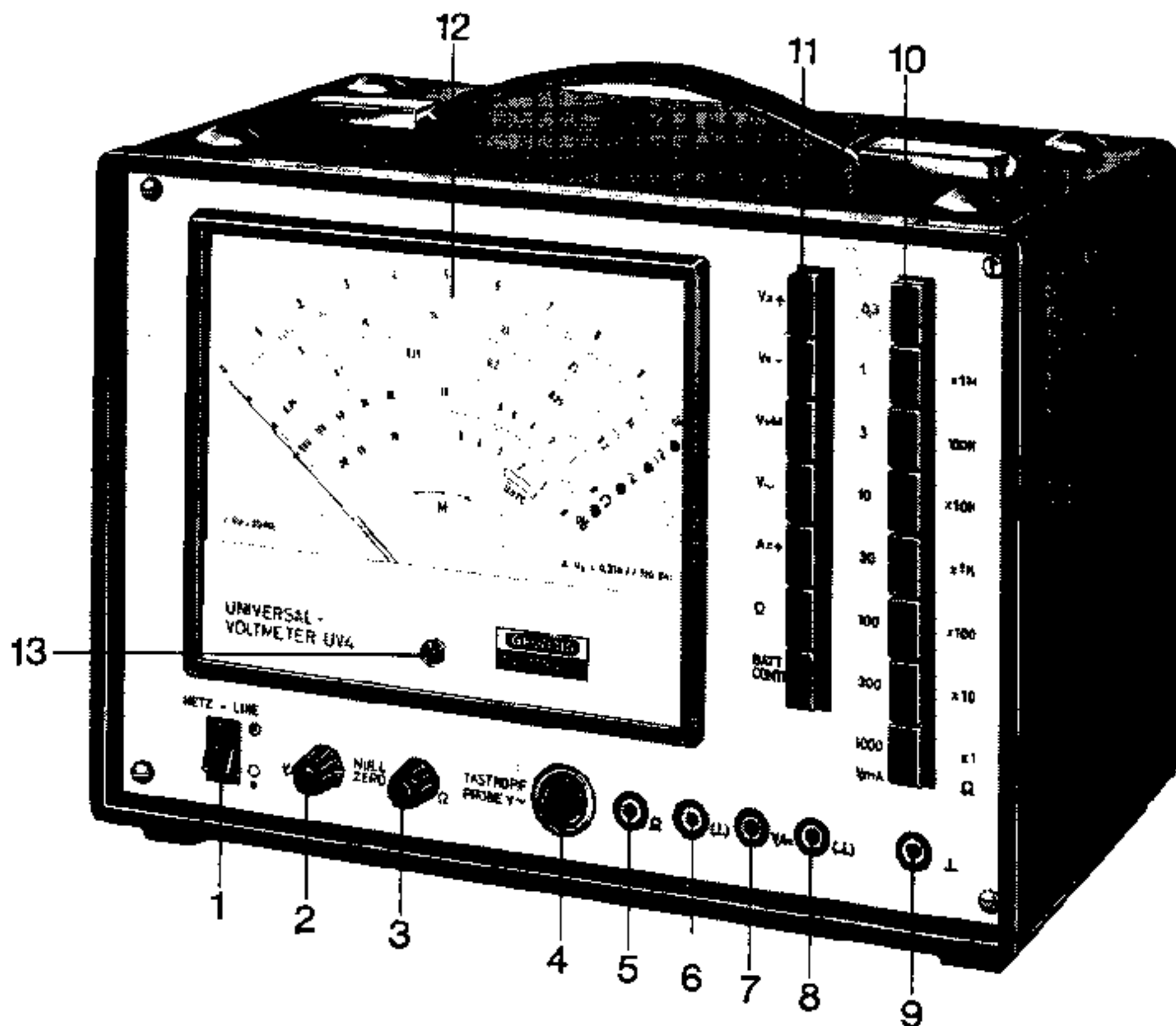
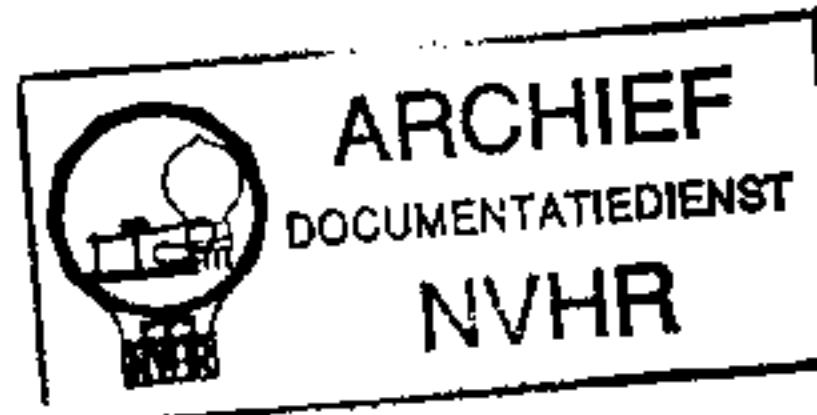


Bild 1 Das neue transistorisierte GRUNDIG Universal-Voltmeter UV 4 mit Bezeichnung der Bedienungsgriffe

- ① Wippschalter (Ein — Aus)
- ② Elektrische Nullpunktkorrektur
- ③ Regler zum Eichen des Ohm-Bereiches
- ④ Buchse zum Anschluß des Tastkopfes HK 4
- ⑤ Buchse zur Widerstands-Messung
- ⑥ Erdfreie Masse-Buchse
- ⑦ Eingangsbuchse für Gleichspannungen und Gleichströme
- ⑧ Erdfreie Masse-Buchse
- ⑨ Gehäusemasse-Buchse
- ⑩ Bereichschalter
- ⑪ Betriebsartenschalter
- ⑫ Instrument
- ⑬ Mechanische Nullpunktkorrektur

Ned. Ver. v. Historie v



Der Netzeinschub (NE 12/21) ist zwischen 110 und 220 V umschaltbar; die Netzleitung wird über den am Gerät angebrachten Netzschalter an- und abgeschaltet.

Der Batterieeinschub (BE 12/10) wird mit zwei Nickel-Cadmiumbatterien Typ DEAC DKZ 5/225 bestückt. Auch hier hat der Netzschalter die Aus/Ein-Funktion. Die Batterien können über das Ladekabel L 12 am Netzeinschub NE 12/21 geladen werden.

Die Anzeige

Ein großes Instrument gestattet eine bequeme und genaue Ablesung. Ein Verwechseln der zu benutzenden Skala wird durch ein jeweils neben der Skala aufleuchtendes Lämpchen verhindert.

Die Bereiche sind um den Faktor $\sqrt{10}$ abgestuft (3,16), für die Gleichspannungs- und Gleichstrommessungen ist eine Skala mit 100 und eine Skala mit 30 Teilstrichen vorgesehen. Durch eine

← **Gesamtschaltbild GRUNDIG Universal-Voltmeter **UV 4****

Kompensationschaltung im Tastkopf ist auch bei Wechselspannungsmessungen bis auf den 0,3-V-Bereich keine getrennte Skala nötig.

Die dB-Skala gestattet auch Dämpfungsmessungen über alle Bereiche vom 1-V-Bereich bis zum 300-V-Bereich (max. 240 V).

Die Meßbereiche

Die Gleichspannungsmessbereiche umfassen 0,3 V...1000 V Endausschlag, unterteilt in 8 Bereiche.

Die Gleichstrombereiche wurden von 0,3 mA...1000 mA gewählt, ebenfalls in 8 Bereiche unterteilt. Für den Endausschlag werden 0,316 V benötigt.

Die Widerstandsbereiche sind dekadisch gestuft und umfassen die Bereiche von 10 Ω...10 MΩ, bezogen auf Skalenmitte.

Die Wechselspannungsbereiche haben in Stellung 1:1 des Tastkopfes HK 4 die Endwerte von 0,3 V...24 V im 30-V-Bereich, in der Stellung 1:10 von 30 V...max. 240 V_{eff} in den gleichen Bereichen des Voltmeters.

Der Tastkopf HK 4

Der Tastkopf HK 4 hat zwei Besonderheiten:

1. Einen eingebauten Spannungsteiler, der wahlweise zwischen der Teilung 1:1 und 1:10 umgeschaltet werden kann. So ist es möglich, bei Verwendung von Halbleiterdioden (Silizium) Spannungen bis zu 240 V_{eff} zu messen.

2. Eine eingebaute Glimmlampe, die von außen sichtbar ist und als Überlastungsschutz dient; und zwar einmal, um Gleichspannungsschöße so zu begrenzen, daß die Dioden geschützt sind und ein andermal, um anzuzeigen, daß die angelegte Wechselspannung zu hoch ist. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß eine niederohmige Wechselspannungsquelle einen großen Strom an die Glimmlampe liefern kann; man soll daher bei unbekannter Spannung zunächst die Stellung 1:10 einschalten. Die maximal anzulegende Spannung beträgt 240 V_{eff}.

Der Frequenzumfang reicht von 30 Hz...100 MHz. Es konnte ein Eingangswiderstand von 1 MΩ (bis 300 kHz) erreicht werden; bei 100 MHz sinkt er auf nur 20 kΩ.

Die Schaltung des Gerätes

Schaltungsprinzip des Zerahackervoltmeters

Während bei Röhrenschaltungen die Brückenschaltung zweier Gleichstromverstärkerstufen, die meist als Impedanzwandler geschaltet sind, seit vielen Jahren die Standardschaltung der Röhrevoltmeter ist, läßt sich diese Schaltung wegen der Stromsteuerung der Transistoren nicht ohne weiteres auf Transistor-schaltungen übertragen.

Aus der Vielzahl der möglichen Schaltungen mit Transistoren ragt ein Schaltungsprinzip wegen seiner Stabilität und seines relativ unkomplizierten Aufbaues, bedingt durch das gute Schaltverhalten des Transistors, heraus: der Zerahackerverstärker.

Das Schaltungsprinzip zeigt Bild 2.

Die Eingangsgröße wird über diverse Teiler in eine Spannung umgewandelt;

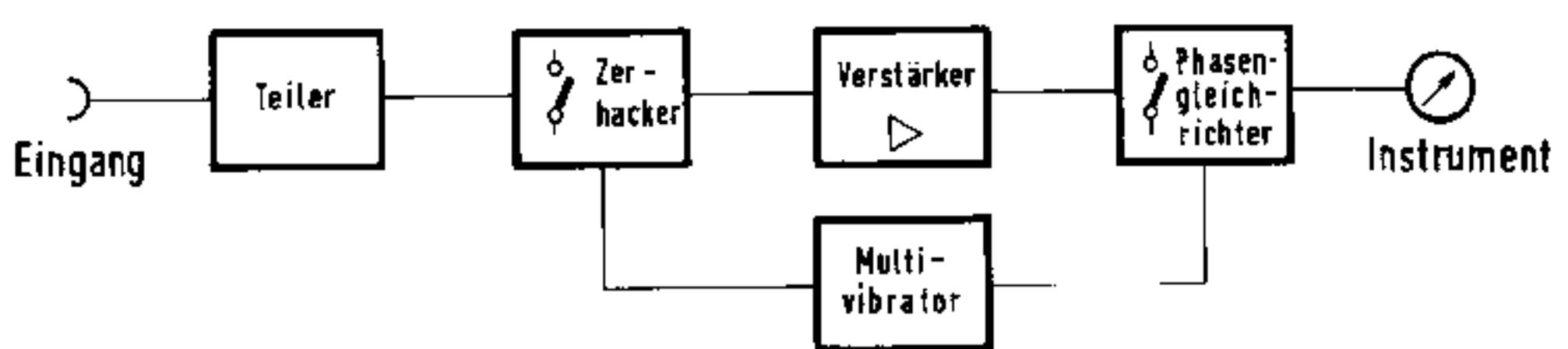


Bild 2 Das Schaltungsprinzip des Universal-Voltmeters UV 4

diese Gleichspannung wird durch einen Transistorzerhacker in Parallelschaltung in eine Rechteckspannung umgewandelt, anschließend in einem durch Gegenkopplung sehr stabil gemachten Wechselspannungsverstärker verstärkt und danach durch einen phasenrichtigen Gleichrichter, der im Prinzip dem Parallelzerhacker gleicht, in Gleichspannung umgewandelt und am eingebauten Instrument angezeigt.

Der Transistor als Zerahacker

Die einfachste Art des Transistorzerhackers, die gleichzeitig relativ gute Werte liefert, ist der sogenannte Parallelzerhacker.

Eine Gleichspannung wird über einen Widerstand im Rhythmus einer Steuerwechselspannung gegen Masse kurzgeschlossen. So entsteht eine — im einfachsten Falle der Ansteuerung — Rechteckspannung, die synchron zur Steuer-spannung des Schalters ist.

Bild 3 zeigt das Ersatzschaltbild eines idealen Parallelzerhackers.

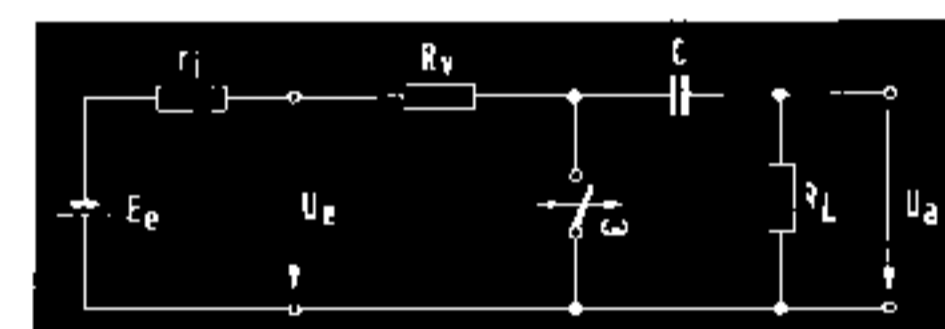


Bild 3

Für Voltmeter ist im Normalfall $R_v \gg r_i$, außerdem ist $R_L \gg \frac{1}{\omega C}$, so daß für die Spannung am Verstärkereingang gilt:

$$U_a \approx U_e \cdot \frac{R_L}{R_v + R_L}$$

Setzen wir als Schalter einen Transistor ein, so ergibt sich die Schaltung nach Bild 4.

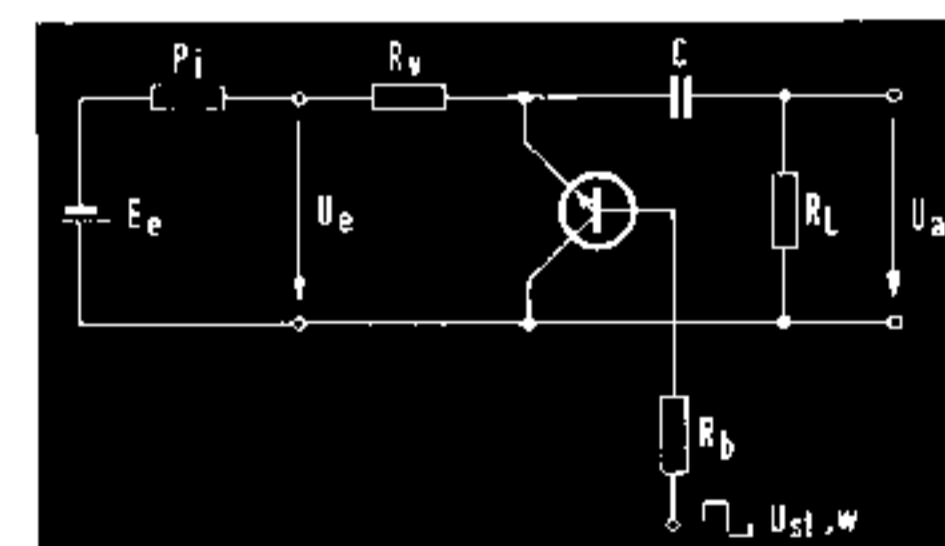


Bild 4

Der Transistor wird nicht im normalen Kennlinienbereich betrieben, sondern in der Nähe des Nulldurchganges. Eine Besonderheit dabei ist, daß Emitter und Kollektor vertauscht werden. Dadurch ergeben sich steilere und geradlinigere Kennlinien, geringere Temperaturabhängigkeit, geringere Fehlerspannung und praktisch kein Fehlerstrom.

Durch die Rückwirkung zwischen Basis und der Emitter-Kollektorstrecke steht zwischen Emitter und Kollektor eine Feh-

lerspannung, d. h. bei Meßspannung $U_e = 0$ steht am Ausgang des Zerahackers eine Wechselspannung U_{eco} . Diese Fehlerspannung wird im UV 4 durch eine Gleichspannung kompensiert, die gleichzeitig zur Einstellung des Nullpunktes des Gerätes dient. Der Vorwiderstand R_b vor der Basis ist von den Transistordaten abhängig und wird für eine bestimmte Transistortypen optimal dimensioniert.

Die Ersatzschaltung des Transistor-Parallelzerhackers zeigt Bild 5. Der Transistor

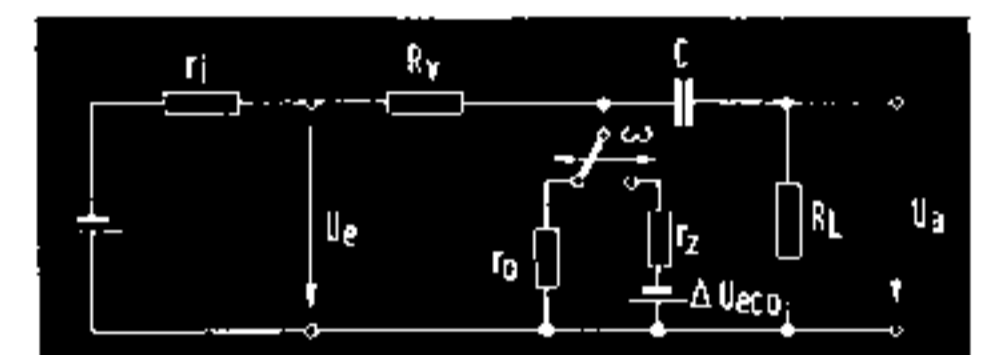


Bild 5

hat den Sperrwiderstand r_o und den Durchlaufwiderstand r_z . Die Spannung ΔU_{eco} ist die Änderung der Fehlerspannung durch Temperatur- und Steuer-spannungsschwankungen U_s .

Schaltungseinzelheiten

Zum Eingang

In den Bereichen 0,3 V, 1 V und 3 V liegt der Eingang über einen aufgeteilten Vorwiderstand, der zusammen mit den Kondensatoren C 101 und C 102 als Filter dient und den Zerahacker-Vorwiderstand bildet, direkt am Zerahacker und am Verstärkereingang. Die Glimmlampe La 101 dient als Überspannungsschutz.

Wenn im 10-V-Bereich der Vorteiler eingeschaltet wird (R 201—207), ist die Schwankung des Eingangswiderstandes bereits kleiner als 2%.

Zur Gegenkopplung

Eine große Grundgegenkopplung (ca. 1:30) macht den Verstärker (T 102—T 106) außerordentlich stabil gegen Schwankungen jeder Art. Sie ist als Parallelgegenkopplung über alle Stufen ausgeführt. Dadurch wird außerdem der Lastwiderstand R_L des Zerahackers (siehe Bild 5) verkleinert, so daß der Eingangswiderstand der ersten Verstärkerstufe und der Sperrwiderstand r_o des Zerahackers praktisch vernachlässigbar sind. Die Wechselspannungs-Grundgegenkopplung wird aus den Widerständen R 127, R 120, R 110, R 113, R 114 gebildet.

Die Empfindlichkeit für den 1-V- und 3-V-Bereich wird durch zusätzliche Gleichspannungsgegenkopplung herunterschaltet, so daß die Stabilität nochmals erhöht wird. Für die Bereiche 10...1000 V wird die Empfindlichkeit von 1 V beibehalten und die Eingangsspannung am Vorteiler herabgesetzt.

Zur Gleichrichtung

Die Rechteckspannung am Ausgang des Verstärkers (T 106) wird durch einen wei-

teren Transistor, der im Prinzip ebenfalls ein Parallelzerhacker ist, gleichgerichtet. Ist der Transistor (T 107) leitend, so liegt, da er vom gleichen Multivibrator (T 108 — T 110) angesteuert wird, jeweils eine Halbwelle an Masse. In der nächsten Halbperiode ist er gesperrt, d. h. die Spannung steht voll über dem Vorwiderstand R 127 und dem Siebwiderstand R 129 am Instrument. Es wird also der Gleichstrom-Mittelwert gegen Masse aus der verstärkten Rechteckspannung gebildet (siehe Bild 6).

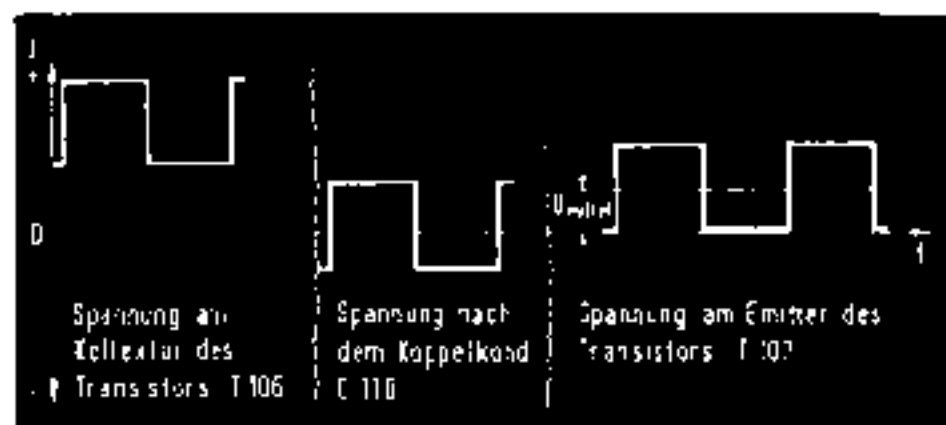


Bild 6

Zur Anwendung des Gerätes

Der Platz dieser „Technischen Information“ würde nicht ausreichen, um die verschiedenartigen Anwendungsfälle für das UV 4 alle aufzuführen.

Der Praktiker ist vom Röhrenvoltmeter her mit vielen Anwendungsfällen vertraut. Zu diesen kommen bei Verwendung des UV 4 noch eine ganze Anzahl hinzu:

Die Erdfreiheit

Man braucht beim UV 4 nicht erst das Gerät vorsichtig von den anderen abzurücken und es über einen hochwertigen Trenntrafo anzuschließen, wenn man in der Schaltung eines Gerätes die Spannung zwischen zwei „heißen“ Punkten messen möchte, man geht einfach mit den Meßkabeln an die beiden Punkte; die zu messende Spannung kann genau — ohne erst die Differenz zweier Spannungen bilden zu müssen — gemessen werden. Das ist besonders wichtig bei der Messung von Basis-Emitter-Spannungen bei Transistoren. Dazu kommt noch der empfindliche Meßbereich von 0,3 V.

Der wahlweise Netz- und Batteriebetrieb

In Labor und Werkstatt ist Netzbetrieb das Gegebene; will man aber auch auf dem freien Feld oder im Fahrzeug Messungen durchführen, so schraubt man an der Rückwand die Abdeckung ab und wechselt das Netzteil gegen das Batterieteil aus, und schon ist das Gerät unabhängig von der Steckdose. Auch der Service-Techniker wird diese Eigenschaft schätzen.

Der eingebaute Stromteiler

Da das Gerät erdfrei ist, konnte ohne weiteres ein Teiler für Strommessungen eingebaut werden. Zur Ruhestromeinstellung einer Transistor-Endstufe z. B. muß man nicht erst ein Vielfachinstrument anschließen, sondern man wählt durch Tastendruck am UV 4 die Betriebsart A =.

Literatur:

J. Hackel, H. Hagemann „Anwendung von Transistoren als Präzisions-Zerhacker“, Elektronische Rundschau, Heft 3/1963, Seiten 122...132.

Technische Daten UV 4

Gleichspannungs-Messungen

Eingänge: erdfrei, unsymmetrisch

Spannungsmessung

Bereiche: 0,3/1/3/10/30/100/300/1000 V, Skalen durch Lampen angezeigt

Eingangswiderstand: $R_e = 30 \text{ M}\Omega \pm 2\% \parallel \text{ca. } 50 \text{ pF}$

Anzeigegenauigkeit: $\pm 2,5\%$ v. E. 0...60°C

Überspannung zwischen den Meßbuchsen (1) und V,A =:

in den Bereichen 0,3...3 V max. 500 V =

in den Bereichen 10 V...1000 V max. 1500 V =

Strommessung

Bereiche: 0,3/3/1/3/10/30/300/1000 mA, Skalen durch Lampen angezeigt

Spannungsbedarf: 0,316 V bei Vollausschlag

Anzeigegenauigkeit: $\pm 3\%$ v. E. 0...60°C

Widerstandsmessung

Bereiche: 10/100/1 k/10 K/100 K/1 M/10 M Ω (Werte in Skalenmitte), Skala durch Lampe angezeigt

Spannungsabfall: max. 1,5 V

Anzeigegenauigkeit: $\pm 5\%$ in den Bereichen 100 Ω ...10 M Ω
 $\pm 7,5\%$ in dem Bereich 10 Ω

Einfluß von Spannungen zwischen der Meßbuchse (1) und geerdetem Gehäuse (1) bei Netz- als auch Batteriebetrieb

Wechselspannung: bei Netzfrequenz (40...60 Hz) bis zu Spannungen von 100 V_{eff} zusätzlich Fehler $\leq \pm 0,5\%$ v. E.
von 100 V_{eff}...240 V_{eff} zusätzl. Fehler $\leq -2\%$
In der Nähe der Zerhackerfrequenz von ca. 600 Hz beträgt der zusätzliche Fehler bei Spannungen bis zu 1 V_{eff} $\pm 2\%$

Gleichspannung: bei Spannungen bis zu 300 V zusätzl. Fehler $\leq 0,5\%$

Temperatureinfluß: Änderung der Anzeige innerhalb des Bereiches 0...60°C $\leq \pm 1\%$
Nullpunktdrift $\leq +0,5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$

Feuchteinfluß: Anzeige- und Nullpunktdrift $\leq 0,6 \text{ mV}/10\%$ rel. Feuchte

Spannungseinfluß: Abweichungen durch Änderung der Batteriespannung
Anzeigedrift $\pm 1,5 \text{ mV} / \pm 1 \text{ V } U_B$
Nullpunktdrift $\pm 1,0 \text{ mV} / \pm 1 \text{ V } U_B$
Bei Netzbetrieb haben Netzspannungsschwankungen von $\pm 10\%$ keinen Einfluß auf die Anzeige

Wechselspannungsmessungen in Verbindung mit dem Tastkopf HK 4

Stellung des Schalters 1:1

max. Spannung: 24 V_{eff} oder 33 V[^] oder 65 V_{SS}

Eingangskapazität: bei 100 kHz und 0,2 V ca. 8,5 pF
bei 30 MHz und 6 V ca. 6 pF

Eingangswirkwiderstand: In Abhängigkeit von der Meßspannung bis 300 kHz:

| U_e | R_e (ca.) |
|-------|-----------------|
| 10 V | 1 M Ω |
| 3 V | 1,25 M Ω |
| 1 V | 2,25 M Ω |
| 0,3 V | 6,5 M Ω |

In Abhängigkeit von der Frequenz, $U_e = 6 \text{ V}$:

| f | R_e (ca.) |
|-------------|----------------|
| bis 300 kHz | 1 M Ω |
| 1 MHz | 750 k Ω |
| 3 MHz | 450 k Ω |
| 10 MHz | 200 k Ω |
| 30 MHz | 70 k Ω |
| 100 MHz | 20 k Ω |

Fortsetzung der technischen Daten auf der nächsten Seite

| | | | |
|------------------------|---|----------|----------|
| Frequenzgang: | zwischen 150 Hz und 30 MHz linear und unabhängig von der Spannung | | |
| untere Frequenzgrenze: | U_e | - 0,5 dB | - 1,0 dB |
| | 0,3 V | 10 Hz | 5 Hz |
| | 1,0 V | 25 Hz | 15 Hz |
| | 10,0 V | 50 Hz | 30 Hz |
| obere Frequenzgrenze: | weitgehend spannungsunabhängig bis 60 MHz + 0,5 dB bis 100 MHz + 1,5 dB | | |
| Anzeigegenauigkeit: | $\pm 5\%$ v. E. zwischen 20... 40°C und 1 V... 30 V $\pm 7,5\%$ v. E. zwischen 20... 30°C u. Bereich 0,3 V | | |
| Überlastung: | Gleichspannung max. 250 V Wechselspannung max. 25 V _{eff} | | |

Stellung des Schalters 10:1

| | | | |
|------------------------|--|----------|----------|
| Bereiche: | 3 V/10 V/30 V am Gerät entsprechen 30 V/100/300 V _{eff} am Tastkopf | | |
| max. Meßspannung: | 240 V _{eff} , 330 V [^] , 650 V _{SS} durch Glühlampe überlastungsgeschützt, zur Kontrolle sichtbar | | |
| Eingangskapazität: | ca. 5 pF | | |
| Eingangswiderstand: | weitgehend spannungsunabhängig, bei 300 kHz ca. 1 MΩ Verlauf in Abhängigkeit von der Frequenz wie in Stellung 1:1 | | |
| Frequenzgang: | von 50 Hz bis 20 MHz linear und unabhängig von der Spannung | | |
| untere Frequenzgrenze: | U_e | - 0,5 dB | - 1,0 dB |
| | 30 V | 25 Hz | 15 Hz |
| obere Frequenzgrenze: | U_e | - 0,5 dB | - 1,0 dB |
| | 3 V | 60 MHz | 80 MHz |
| Anzeigegenauigkeit: | $\pm 6\%$ v. E. zwischen 0... 40°C und 10 V... 240 V | | |
| Überlastung: | Gleichspannung max. 500 V Wechselspannung max. 350 V _{eff} | | |

Stromversorgung:

| | |
|------------------|--|
| Netzbetrieb: | Netzeinschub NE 12/21 Wechselspannung 110/220 V umschaltbar, 50... 60 Hz Leistungsaufnahme ca. 5 VA |
| Batteriebetrieb: | Batterieeinschub BE 12/10 Die Batterien sind im Lieferprogramm nicht enthalten, Bestückung: 2 Stück Nickel-Cadmium-Batterien, Typ DKZ 5/225, Fa. DEAC Nennbetriebsspannung 12 V (insgesamt), Kapazität 225 mAh mit Netzeinschub NE 12/21 über Ladekabel L 12 aufladbar |
| Stromaufnahme: | ca. 12 mA |

Bestückung

| | |
|---------------|---|
| Transistoren: | 2 x BF 115, 3 x BC 107, 2 x BF 39 II, 2 x ASY 26, AC 126 |
| Dioden: | Zenerdiode Typ 9605, Fa. ECO |
| Abmessungen: | Breite ca. 300 mm Höhe ca. 218 mm Tiefe ca. 176 mm |

Gewicht: ca. 4,8 kg (ohne Einschub)

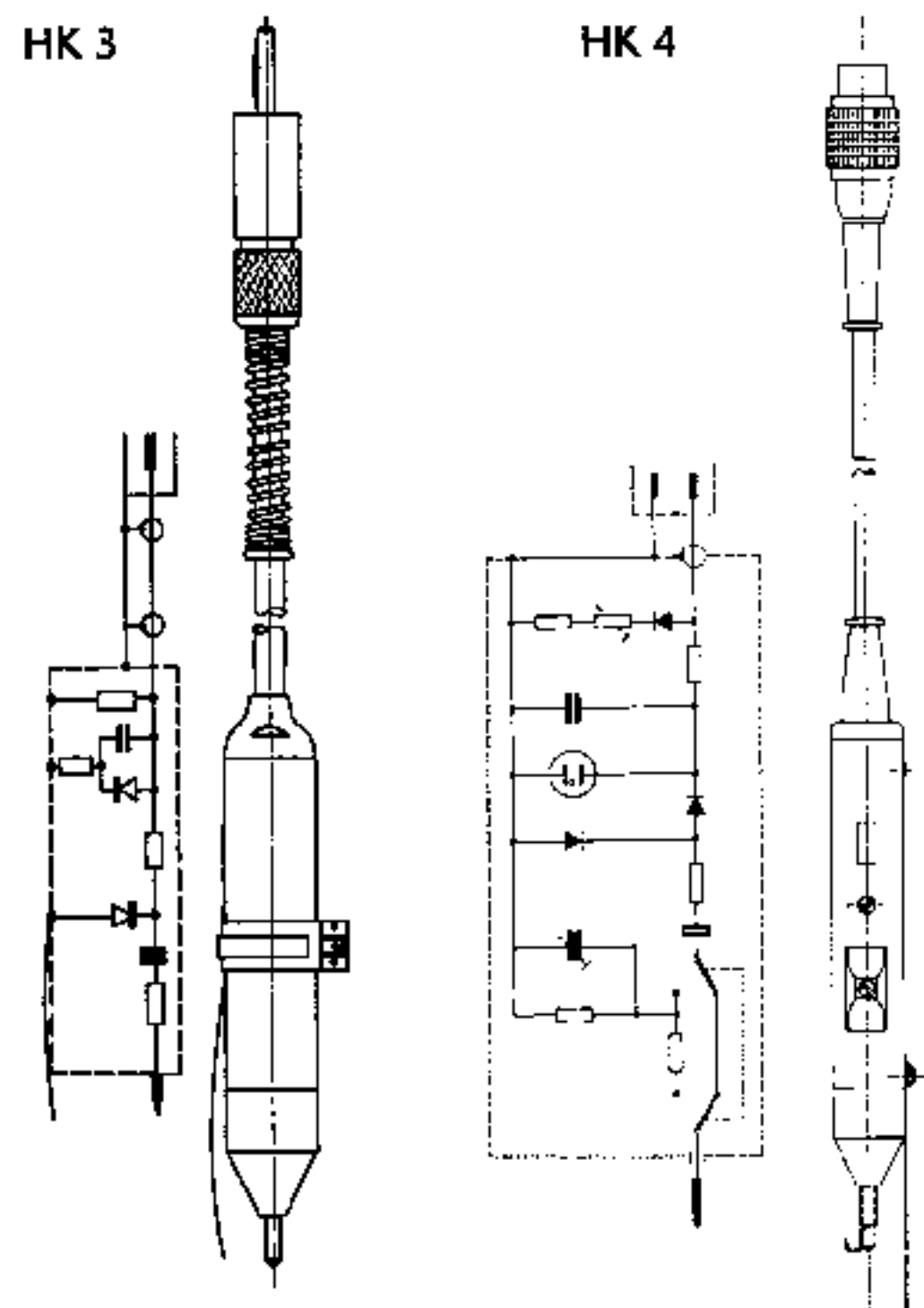
Mitgeliefertes Zubehör:

Anschlußkabel 6050
Anschlußkabel 6047 B

Lieferbares Zubehör:

Netzeinschub NE 12/21
Batterieeinschub BE 12/10 (ohne Batterien)
Ladekabel L 12
Hochspannungsmefßtaste HT 30
Anschlußkabel 6050 A
Satz Übergangsstücke Z 3
Gleichspannungsprüfspitze 247 B
Gleichspannungsprüfspitze (R 200 kΩ) 247 C
HF-Tastkopf HK 3
HF-Tastkopf HK 4

Hochfrequenzmeß-Tastköpfe für das Universal-Voltmeter UV 4



Der **Tastkopf HK 3** wird verwendet für Messungen an nichtlinearen Bauelementen (Dioden, Transistoren o. ä.) auch mit geringer HF-Spannung. Dazu kann der im allgemeinen mit 800 Hz modulierte HF-Träger demoduliert und das NF-Signal anschließend verstärkt und angezeigt werden, z. B. mit Oszillographen oder NF-Röhrenvoltmetern.

Weiterhin läßt sich in Verbindung mit einem Wobbler und einem Oszillographen der Frequenzgang von Filtern, Verstärkern, Resonanzkreisen usw. untersuchen.

Bei all diesen Anwendungsmöglichkeiten sind der große Frequenzbereich von 200 kHz... 2000 MHz und die geringe Eingangskapazität des Tastkopfes sehr vorteilhaft.

Technische Daten:

Frequenzbereich: 200 kHz... 300 MHz
als Spannungsindikator bis 2000 MHz

Meßgenauigkeiten: besser $\pm 8\%$

Der Tastkopf ist linearisiert, daher keine Eichkurve erforderlich.

Ablesung des Meßwertes auf der entsprechenden Gleichspannungsskala des Röhrenvoltmeters.

Eingangskapazität: ca. 1,4 pF

Eingangswiderstand:

| | | |
|-----|---------|------------|
| Bis | 1 MHz | ca. 100 kΩ |
| | 10 MHz | ca. 70 kΩ |
| | 30 MHz | ca. 60 kΩ |
| | 60 MHz | ca. 30 kΩ |
| | 100 MHz | ca. 20 kΩ |
| | 300 MHz | ca. 4 kΩ |

Max. meßbare Spannung: 15 V_{eff}

max. zulässige Gleichspannungskomponente an der Tastspitze: 250 V

Die Daten des **Tastkopfes HK 4** sind in dem nebenstehenden Beitrag bzw. in der Tabelle enthalten.

Weitere Angaben enthält der GRUNDIG Meßgeräte-Katalog.