1. Beschreibung

1.1 Aufgaben und Anwendung

Der Tongenerator TG 4 ist ein RC-Generator, mit dem sich der NF-Frequenzbereich von 30 Hz bis 20 kHz — wie bei einem Schwebungssummer — ohne Umschalten kontinuierlich überstreichen läßt. Die Frequenzkonstanz ist über den gesamten Bereich unverändert.

Das Gerät eignet sich als Meßspannungsquelle für Messungen an Übertragungseinrichtungen wie Verstärkern, Tonbandgeräten, Lautsprechern, Filtern, Leitungen, Übertragern u. ä., zur Speisung von Meßbrücken, zur Fremdmodulation von Prüfsendern sowie zum raschen Prüfen von Lautsprechern und anderen Schallgebern. Die 600-Ω- und 150-Ω-Wicklung des Leistungsausgangs sind erdfrei ausgeführt, so daß sich das Gerät auch zur Speisung von gegenüber Masse hochliegenden Stromkreisen eignet. Dem 600-Ω-Ausgang kann eine Leerlaufspannung von max. 60 V_{eff} entnommen werden. Sie läßt sich mit einem dekadischen Grobteiler in 4 Stufen und mit einem Feinregler kontinuierlich einstellen.

Die Ausgangsspannung kann wahlweise von einer Sinus- in eine Rechteckform umgeschaltet werden, da die Prüfung linearer Übertragungssysteme mit Rechteckspannungen in vielen Fällen eine rasche Beurteilung des Meßobjektes zuläßt.

Der Meßausgang (Ausg. A) liefert bei Sinusform der Ausgangsspannung klirrarme Spannungswerte von ca. 0,5 mV_{eff} bis 5 V_{eff}, so daß Klirrfaktoren von HiFi-Verstärkern praktisch fehlerfrei gemessen werden können. Bei Rechteckform der Ausgangsspannung stehen am Meßausgang 0,5 mV_{ss} bis 5 V_{ss} zur Verfügung. Die Anstiegs- und Abfallzeit liegt unter 50 ns.

Das Gerät ist auch als Verstärker mit hochohmigem Eingang (ca. 1 MΩ) zu verwenden. Die Vollaussteuerung des Leistungsverstärkers wird je nach Einstellung des Feinreglers mit Eingangsspannungen zwischen 0,15 V und 3 V erreicht.

In Verbindung mit einem Lautsprecher kann der Tongenerator auch als Signalverfolger Verwendung finden.

Die durch Temperatur- und Netzspannungsschwankungen auftretenden Frequenz- und Amplitudenänderungen sind gering und für das Meßergebnis ohne Bedeutung.

1.2 Wirkungsweise

Der frequenzbestimmende Kreis ist nach dem Prinzip der Wien'schen Brücke aufgebaut. Durch Verwendung einer RC-Kettenschaltung statt der üblichen ohm'schen Widerstände konnte der Frequenzbereich so erweitert werden, daß Frequenzen von 30 Hz bis 20 kHz mit einem Drehkondensator einstellbar sind.

Die Amplitude wird durch einen Kaltleiter im Rückkopplungszweig konstant gehalten.

Der Fußpunkt der Wien'schen Brücke liegt nicht an Masse, sondern bildet den Gegenkopplungszweig der ersten Verstärkerstufe. Dadurch gehen Änderungen des Eingangswiderstandes nur geringfügig auf die Frequenz ein.

Die Generatorspannung wird an einem Potentiometer abgegriffen und über eine weitere Verstärkerstufe auf den Grobspannungsteiler gegeben. Dadurch bleibt der Ausgangswiderstand des Meßausgangs konstant.

Der Tongenerator TG 4 liefert Sinus- und Rechteckspannungen. In Stellung „Rechteck" wird die Generatorspannung auf einen sog. „Stromtrigger" gegeben und in eine Rechteckspannung umgeformt. Den Außenwiderstand der zweiten Stufe bildet ein Potentiometer, mit dem sich die Rechteckamplitude kontinuierlich einstellen läßt. Sie wird galvanisch über einen Teiler auf den Grobteiler ausgekoppelt, so daß der Ausgangswiderstand weitgehendst konstant bleibt. Die Potentiometer für die Sinus- und die Rechteckspannung befinden sich auf der gleichen Achse. Die Ausgangsspannung ist so heruntergeteilt, daß die Spannungswerte des Feinreglers bei Sinusspannung dem Effektivwert und bei Rechteckspannung dem Spitze-Spitze-Wert entsprechen. In Stellung „Leistungsausgang" wird am Ausgang des Grobteilers die Steuerspannung für die Endstufe abgenommen. Die Komplementär-Endstufe wird über eine Treiberstufe angesteuert.

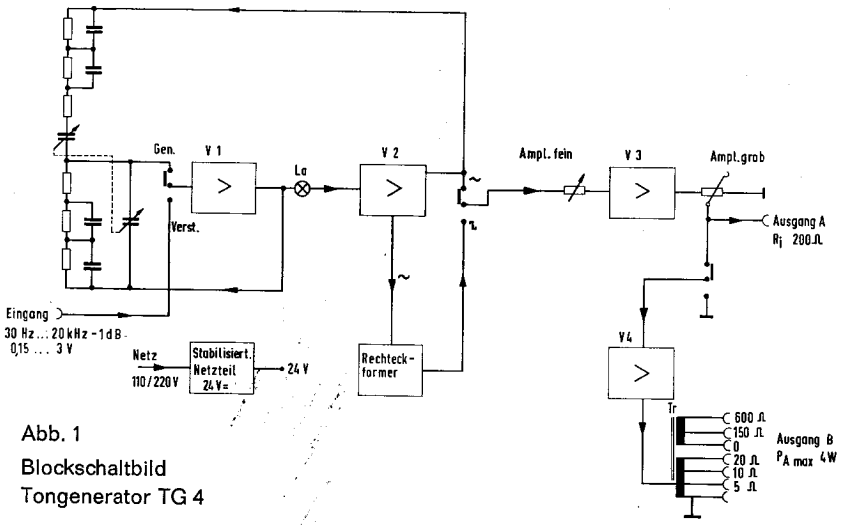


Abb. 1
Blockschaltbild
Tongenerator TG 4

Zur Leistungsanpassung verschiedener Impedanzen und zur Herstellung eines erdfreien Ausgangs ist ein Übertrager nachgeschaltet.

In Stellung „Verstärker" ist die Wien'sche Brücke abgeschaltet. Der Eingang des Verstärkers liegt über eine Begrenzungsschaltung gegen Überspannungen an der Eingangsbuchse. Der Eingangswiderstand beträgt ca. 1 MΩ.

Das elektronisch stabilisierte Netzteil gewährleistet die Amplitudenkonstanz der Ausgangsspannung. Bei einem etwaigen Kurzschluß sinkt der Kurzschlußstrom auf einen kleinen Wert ab.

2. Inbetriebnahme und Bedienung

2.1 Netz-Anschluß - Umschaltung - Sicherungen

Der Tongenerator TG 4 ist für eine Netzspannung von 220 V eingestellt. Nach Umlöten der Drahtbrücken auf der Druckseite der linken Druckschaltungsplatte (von vorn gesehen) und Wechsel der Sicherung auf 0,63 A/250 V (träge) ist das Gerät auch bei einer Netzspannung von 110 V zu betreiben.

Zum Öffnen des Gehäuses sind die beiden Schrauben an der Rückwand zu lockern und seitlich zur Mitte hin zu verschieben. Das Chassis läßt sich dann zusammen mit der Rückwand herausziehen.

2.2 Einschalten

Das Gerät ist mit dem Schalter ① einzuschalten. Dabei leuchtet die Betriebsanzeigelampe ② auf. Unmittelbar nach dem Einschalten ist das Gerät betriebsbereit.

2.3 Generatorbetrieb

2.3.1 Sinusspannung:

Mit der Taste ⑩ ist der Leistungsausgang ④ oder Meßausgang ⑤ zu wählen. Die Ausgangsspannung am Grobteiler ist mit den Tasten ⑥ bis ⑨ und mit dem Feinregler ⑬ einzustellen (die Zahlen am Feinregler entsprechen dem Effektivwert bei Leerlauf). Mit der Frequenzabstimmung ⑭ ist die Frequenz einzustellen. Die Tasten ⑪ und ⑫ müssen ausgerastet sein.

2.3.2 Rechteckspannung:

Taste ⑪ drücken; weitere Bedienung wie unter „Sinusspannung" (die Zahlen am Feinregler entsprechen dem Spitze-Spitze-Wert bei Leerlauf).

2.3.3 **Verstärkerbetrieb**

Taste ⑫ drücken. Mit der Taste ⑩ ist der Leistungsausgang ④ oder Meßausgang ⑤ zu wählen. An Buchse ③ ist die Eingangsspannung einzuspeisen, mit dem Feinregler ⑬ ist die gewünschte Ausgangsspannung einzustellen.

Anmerkung

Spannungen über 1 V sollten während des Generatorbetriebes nicht an der Eingangsbuchse liegen, da sonst eine Schwebung mit der Generatorfrequenz auftreten kann.

3. Anwendungen

In Verbindung mit dem Tongenerator TG 4 besteht die Möglichkeit, innerhalb des NF-Frequenzbereiches Vierpole wie z. B. Pässe, Filter, Brücken und Verstärker auf ihre Übertragungseigenschaften zu prüfen. Außerdem können Frequenz-, Induktivitäts- und Kapazitätsmessungen durchgeführt werden.

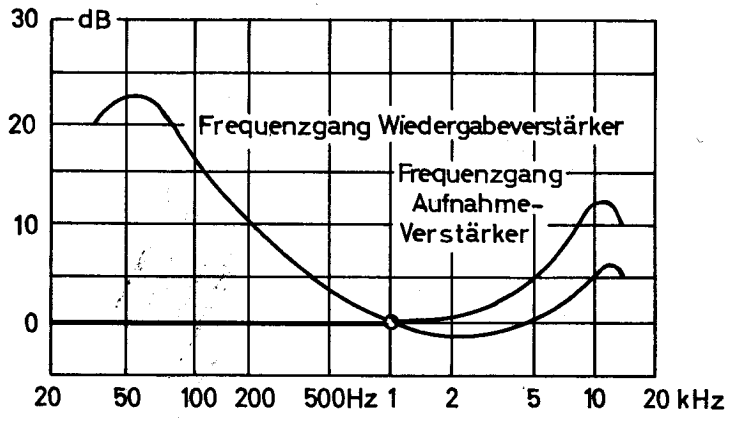
Aus der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten des Tongenerators TG 4 sind nachfolgend einige Beispiele herausgegriffen und näher erläutert.

3.1 **Aufnahme des Frequenzganges bei einem Tonbandgerät**

Bekanntlich nimmt die Wiedergabespannung am Magnetkopf nach dem Induktionsgesetz mit der Frequenz zu, während sie andererseits durch die Eisenverluste und Spaltfunktion des Kopfes bei höheren Frequenzen stark abnimmt. Es muß deshalb der Verstärker des Tonbandgerätes entsprechend vorverzerrt sein.

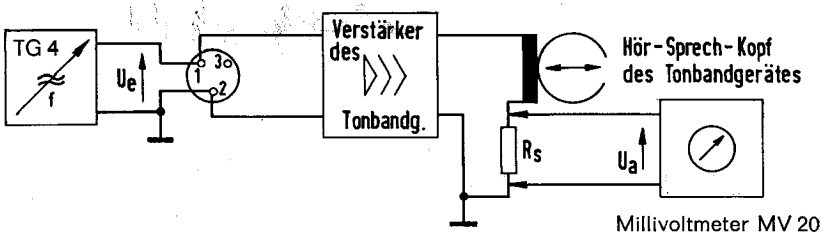
Nach DIN sind die Frequenzeingänge für Aufnahme und Wiedergabe gemäß dem in Abb. 2 aufgezeichneten Verlauf genormt.

Abb. 2



Nachfolgend wird die Messung des Aufnahmefrequenzganges näher erläutert. Die Abb. 3 zeigt die Meßanordnung.

Abb. 3 Meßanordnung bei Aufnahme



Der Kopfstrom ist als Spannungsabfall an einem gegenüber der Impedanz des Kopfes vernachlässigbar kleinen Widerstand R_s (z. B. 10 . . . 100 Ω) zu messen.

Es ist:

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

Beispiel: Bei einem Magnetkopf mit der Impedanz von 4 kΩ (bei 1 kHz) wird R_s = 100 Ω verwendet. Der NF-Strom soll 80 µA betragen.
Man mißt also an R_s:

$$U_a = J_{NF} \cdot R_s = 80\,\mu A \cdot 100\,\Omega = 8\,mV$$

Der Widerstand R_s ist so zu wählen, daß im Meßergebnis nur Kommastellen einzusetzen sind und von der Skala des Voltmeters der Zahlenwert direkt abgelesen werden kann.

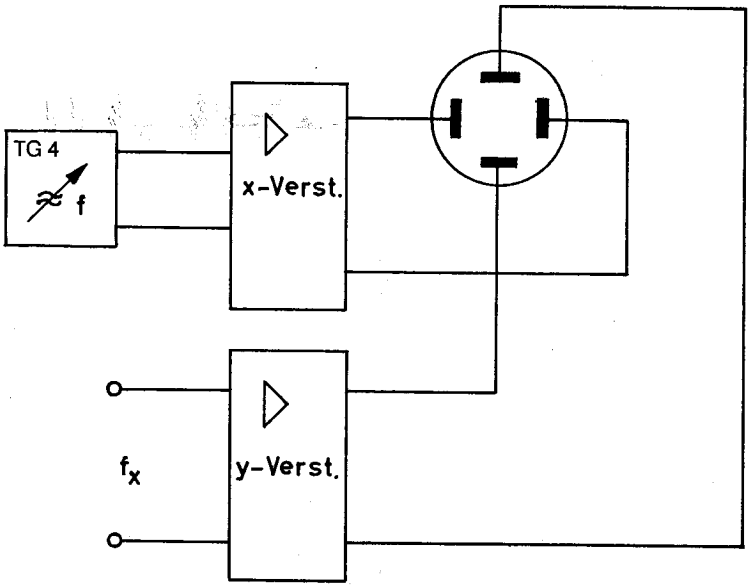
Zur Aufnahme des Frequenzganges genügt es, die Spannung U_a am Widerstand R_s so einzustellen, daß das Millivoltmeter bei 1 kHz 0 dB anzeigt. Der von der Herstellerfirma des Tonbandgerätes vorgeschriebene Spannungswert ist dabei zu beachten.

Um Übersteuerungen und damit eine Verflachung der Frequenzgangkurve zu vermeiden, ist die Eingangsspannung durch Umschalten auf den nächstniedrigeren Spannungsbereich des Tongenerators um 20 dB (1 : 10) herabzusetzen.

3.2 Frequenzmessung

Die Frequenzbestimmung durch Vergleich einer unbekannten mit einer bekannten Frequenz mit Hilfe eines Elektronenstrahl-Oszillographen hat große Verbreitung gefunden.

Das Verfahren beruht darauf, daß die beiden in der Frequenz zu vergleichenden Spannungen jeweils über den entsprechenden Ablenkverstärker an die X- und Y-Platten gelegt werden (Abb. 4). Dadurch wird der Elektronenstrahl gleichzeitig von zwei Wechselspannungen beeinflußt und zeichnet somit auf dem Bildschirm eine sog. „Lissajous-Figur", welche die Frequenzverhältnisse anzeigt.



Sind beide Frequenzen gleich, so entsteht eine Ellipse, deren Neigung und Öffnung von der Phasenlage der beiden Spannungen zueinander abhängig ist.

Bei einem ganzzahligen, vielfachen Verhältnis einer Frequenz gegenüber der anderen entstehen gekreuzte Schleifen (s. Abb. 5).

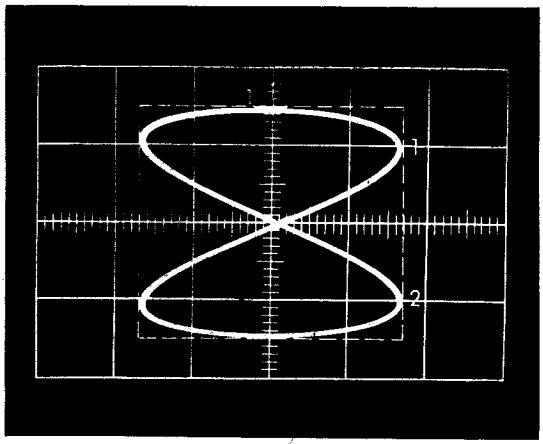


Abb. 5 a

$$\frac{f_{vertikal}}{f_{horizontal}} = \frac{1}{2}$$

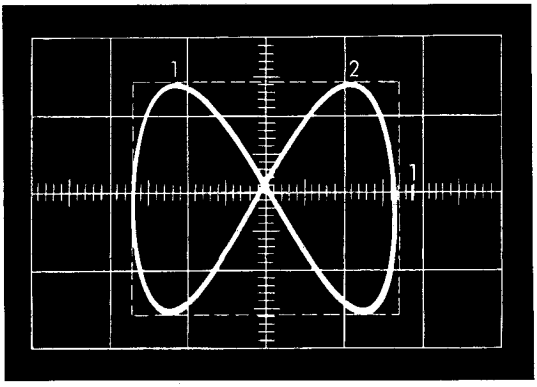


Abb. 5 b

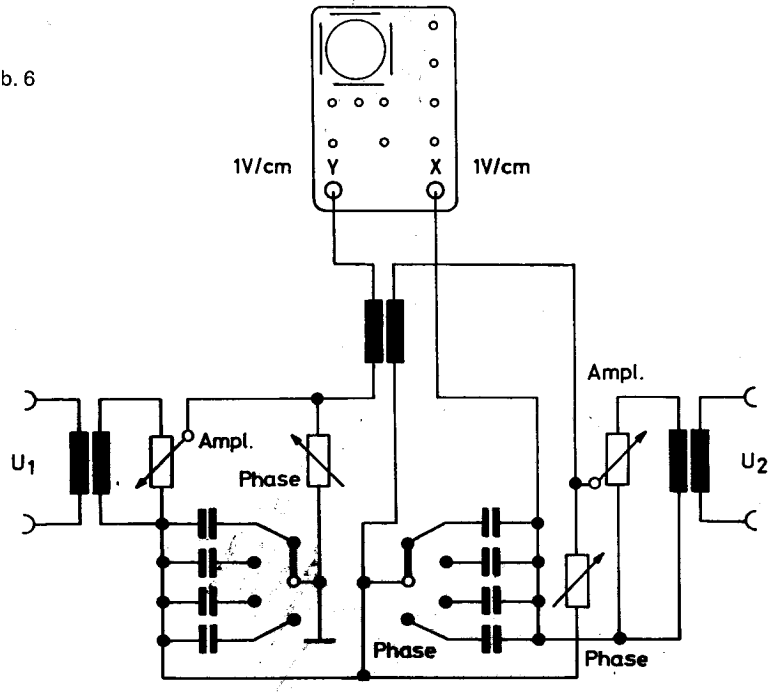
$$\frac{f_{vertikal}}{f_{horizontal}} = \frac{2}{1}$$

Das Frequenzverhältnis kann durch Abzählen der Berührungspunkte zweier aneinanderstoßender Kanten eines die Schleifen umhüllenden Vierecks ermittelt werden.

Da ein Frequenzverhältnis von 1 : 5 noch gut auszuzählen ist, lassen sich mit dem Tongenerator TG 4 Frequenzen von 6 Hz bis 100 kHz bestimmen.

Mit dem Frequenzvergleich durch Kreiszykloiden läßt sich das Frequenzverhältnis auf 1 : 50 erweitern. Der Leuchtpunkt beschreibt hierbei auf dem Schirm des Oszillographen einen Weg, welcher der Summe zweier rotierender Spannungsvektoren entspricht. Die Meßanordnung dafür ist in Abb. 6 dargestellt.

Abb. 6



Zur Durchführung dieser Messung sind der X- und Y-Verstärker des Oszillographen zunächst auf eine Empfindlichkeit von 1 V/cm einzustellen. Legt man die in der Frequenz zu vergleichenden Spannungen jeweils einzeln an die Eingänge „U_1" bzw. „U_2" der Meßanordnung, kann mit Hilfe der mit „Phase" bezeichneten Bedienungselemente eine kreisförmige Ablenkung des Leuchtpunktes dargestellt werden. Stellt man die mit „Ampl." bezeichneten Regler entsprechend ein, ergibt die Meßspannung mit der niedrigeren Frequenz einen Kreis mit ca. 40 mm Durchmesser. Bei einer höherfrequenten Spannung reicht etwa ein Zehntel dieser Auslenkung aus. Nach diesem Vorabgleich führt man die beiden Spannungen „U_1" und „U_2" gleichzeitig der Meßanordnung zu.

Abb. 7

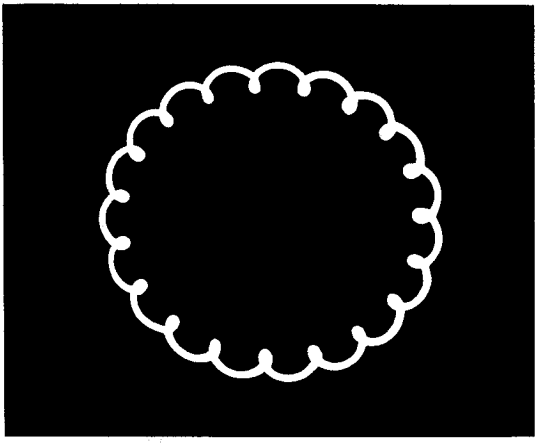
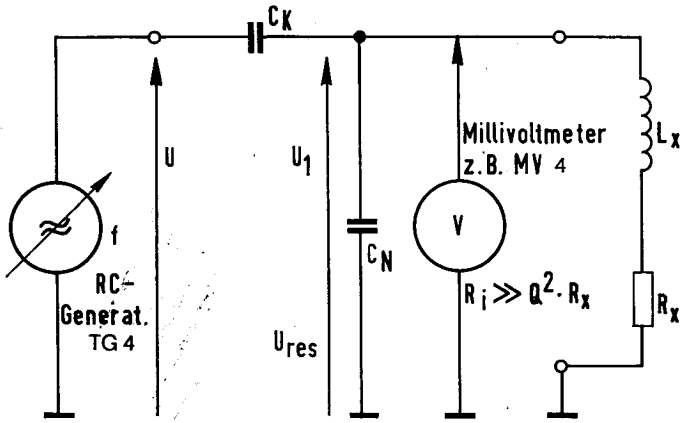


Abb. 7 zeigt ein Schirmbild, wie es bei einem Frequenzverhältnis von 1 : 20 zustande kommt.

Bei der Auswertung derartiger Figuren ist zu beachten, daß eine Schleife weniger geschrieben wird als es dem Frequenzverhältnis entspricht. In der Abbildung 7 sind deswegen nur 19 Schleifen zu erkennen.

Abb. 8



3.3 Bestimmung der Induktivität und Güte einer Spule

Zur Bestimmung einer Induktivität werden häufig Resonanzverfahren angewendet. Von den Möglichkeiten, durch Resonanzabstimmung die Werte einer Spule oder eines Kondensators zu bestimmen, wird nachfolgend das „Vergleichsverfahren" näher erläutert (Abb. 8).

3.3.1 Bestimmung der Induktivität

Durch Verändern der Frequenz f am Tongenerator wird die Resonanz gesucht (U_{res} am Röhrenvoltmeter auf Maximum einstellen).

Die Induktivität beträgt dann in erster Nährung:

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

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

Zur schnellen Bestimmung des L-Wertes verwendet man zweckmäßigerweise ein RLC-Nomogramm, aus dem man R, L und C rasch und genügend genau ablesen kann.
Ermittelter Wert: 16 mH

Die genaue Rechnung ergibt:

$$L_x = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot C_N} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 16 \cdot 10^6\,Hz \cdot 1 \cdot 10^{-7}\,F}$$

$$L_x = \frac{10}{4\pi^2 \cdot 16}\,(H) = \frac{10}{39{,}4 \cdot 16} = 15{,}85\,mH$$

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

Bei einem $C_N = 0{,}1\,\mu F$ läßt sich mit dem Tongenerator TG 4 z. B. ein Meßbereich von 600 µH bis 300 H überstreichen.

3.3.2 Bestimmung der Spulengüte

Vor dem Anschließen der unbekannten Induktivität L_x mißt man die Spannung U_1 an C_N, gleicht nach dem Anschluß von L_x auf Resonanz ab und liest die Spannung U_{res} ab.

Die Kreisgüte Q ergibt sich aus:

$$Q_L = \frac{U_{res}}{U_1}$$

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

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

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:

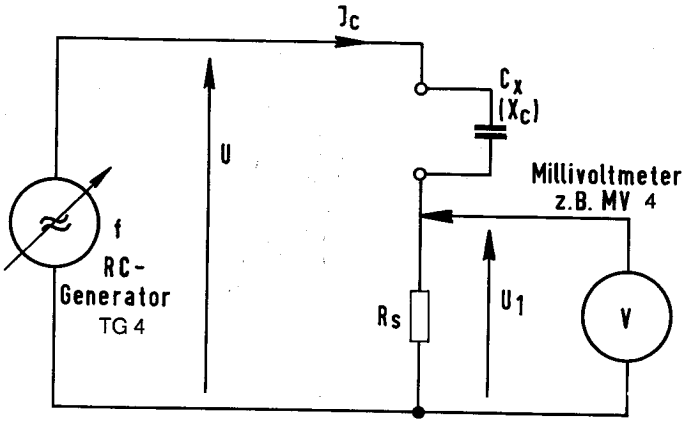
$$C_K \leqq \frac{C_N}{1000}$$

2. Als Normalkondensator C_N ist ein Kunstfolienkondensator mit einer engen Toleranz, z. B. $\pm 1\%$, zu verwenden, um die Genauigkeit der Spulengüte Q_L und der Induktivität L_x zu gewährleisten. Außerdem sollte er genügend groß gegen Schalt- und Eingangskapazitäten sein. Alle diese Forderungen werden bei einem Wert von 0,1 µF erfüllt.
3. Der Innenwiderstand des Röhrenvoltmeters muß groß genug sein, um eine zusätzliche Dämpfung des Kreises zu vermeiden. Da das GRUNDIG Millivoltmeter MV 20 einen Eingangswiderstand von $R_e = 10\,M\Omega$ hat, ist es für diese Messungen besonders geeignet.

3.4 Bestimmung einer Kapazität

Mißt man bei einer bestimmten Frequenz den durch einen Kondensator fließenden Strom, kann man daraus seine Kapazität bestimmen. Die Meßschaltung zeigt Abb. 9.

Abb. 9



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 ist ($X_c > 100 \cdot R_s$).

Es kann dann gesetzt werden:

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

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

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

Zahlenbeispiel:

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

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

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

Zur überschlägigen Ermittlung des Kapazitätswertes aus dem RLC-Nomogramm 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:

$$X_c \approx \frac{U}{U_1} \cdot R_s;$$

Daraus ergibt sich:

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

Aus dem RLC-Nomogramm 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: $C_x \approx 1{,}6\,nF$.

3.5 Messung des Innenwiderstandes eines Leistungsverstärkers

Der Innenwiderstand hochwertiger Verstärker beträgt einen Bruchteil der Lastimpedanz, da ein niedriger Innenwiderstand Einschwingvorgänge z. B. eines Lautsprechers bedämpft und somit die Qualität der Übertragungsanlage erhöht.

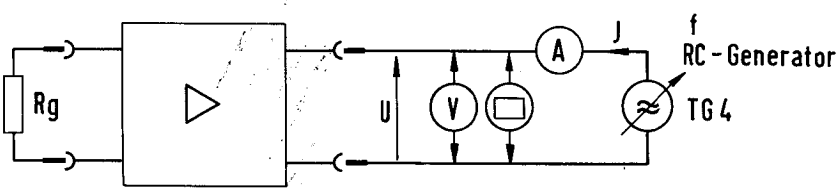
Durch Spannungsmessungen bei Laständerung oder durch Strom- und Spannungsmessungen kann der Innenwiderstand bestimmt werden. Bei Strom- und Spannungsmessungen wird der Verstärkerausgang aus einem Generator gespeist, für den der Verstärkerausgang die Belastung darstellt.

Die Meßschaltung ist in Abb. 9 dargestellt.

Der Innenwiderstand ist

$$R_i = \frac{U}{J}$$

Abb. 10



Der Eingang des Verstärkers sollte mit dem Generatorwiderstand R_g der vorgesehenen Spannungsquelle (z. B. Plattenspieler) abgeschlossen sein da in manchen Fällen eine Gegenkopplung vom Ausgang auf den Eingang zurückwirkt. Ebenso sollte die Spannung U mit Hilfe eine Oszillographen kontrolliert werden, damit der Generator nicht übersteuert wird.

Beispiel: GRUNDIG HiFi-Stereo-Verstärker NF 1,
$R_g = 100\ k\Omega$, $P_a = 8{,}5\ W$ (pro Kanal)
$R_a = 5\ \Omega$

Meßwerte: $U = 0{,}8\ V$
$J = 1\ A$

$$R_i = \frac{0{,}8}{1} = 0{,}8\ \Omega$$

3.6 Prüfung von Verstärkern mit Rechteckspannung

Der Tongenerator gibt bei gedrückter Taste ⑪ eine Rechteckspannung großer Flankensteilheit ab und ermöglicht infolge seines breiten Frequenzspektrums die rasche Prüfung von Verstärkern hinsichtlich ihrer Übertragungseigenschaften.

Zur Spannungsanzeige ist ein Oszillograph erforderlich, dessen Bandbreite sowie Phasen- und Amplituden-Linearität besser als die des Meßobjektes sein sollte. Vor Beginn einer Messung ist die Rechteckspannung dem Oszillographen direkt zuzuführen, um die Form der Rechteckspannung in die Gesamtbeurteilung einbeziehen zu können. Phasen- und Amplitudenverzerrungen des Prüflings führen zu Verformungen der Rechtecke.

Abb. 11 zeigt die Rechteckspannung, wie sie der Tongenerator liefert. Arbeitet der Verstärker einwandfrei, ergibt sich am Ausgang wiederum dasselbe unverformte Rechteck. Eine Neigung des Rechteckdaches deutet auf einen Phasenfehler hin.

Abb. 12 zeigt Phasenvoreilung bei tiefen Frequenzen.

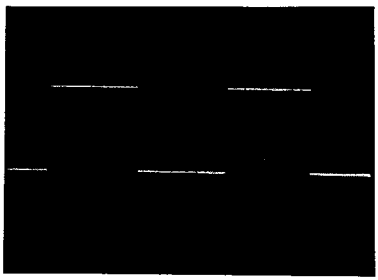


Abb. 11

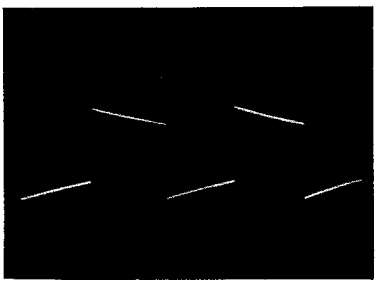


Abb. 12

Abb. 13 zeigt Phasennacheilung bei tiefen Frequenzen. Eine Wölbung des Rechteckdaches deutet auf Amplitudenfehler hin. Ist das Dach nach oben gewölbt, so bedeutet das ein Hervorheben der tiefen Frequenzen. Ist das Dach hingegen

durchhängend, ist es ein Nachweis für den Abfall der tiefen Frequenzen. Resonanzen im Verstärker (Überschwingen) erscheinen als Schwingungen auf dem Rechteckdach, wie es Abb. 14 zeigt.

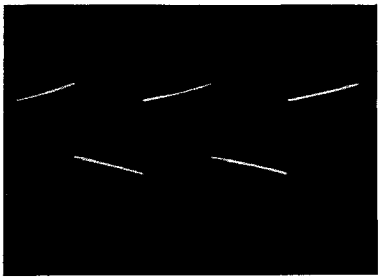


Abb. 13

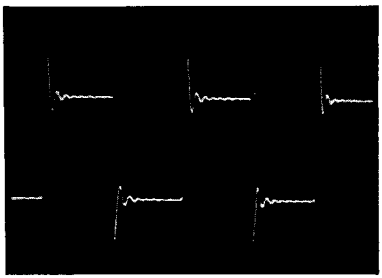


Abb. 14

4. Wartung

Der Tongenerator TG 4 ist wartungsfrei. Sollten irgendwelche Funktionsstörungen auftreten, ist es zweckmäßig, das Gerät an die nächste Werksvertretung, Niederlassung oder Servicestelle einzusenden.

Bei Ausfall des Betriebsanzeigelämpchens ist dieses nach Abziehen der Abdeckung ② zugänglich. Mit Hilfe eines Stückes passenden Isolierschlauches kann man es leicht auswechseln (Isolierschlauch aufstecken, Lampe herausdrehen).

5. Technische Daten

Frequenzbereich	30 Hz . . . 20 kHz in einem Bereich kontinuierlich einstellbar
Frequenzunsicherheit	± 3,5%
Frequenzänderung bei Temperatur-Änderung	+ 0,3%/10° C innerhalb 0-50° C
bei Netzspannungs-Änderung	≦ ± 0,5%/± 10% U_N

Meßausgang

(Leistungsausg. abgeschaltet) Spannungsbereich	ca. 5 mV_{eff} . . . 5 V_{eff}
Spannungsteiler	4 Dekaden à 20 dB
Genauigkeit	≦ ± 2%
Feinregler	ca. 1 : 10
Klirrfaktor (bei R_a ≧ 1 kΩ)	30 Hz . . . 50 Hz ≦ 0,5% 50 Hz . . . 100 Hz ≦ 0,3% 100 Hz . . . 20 kHz ≦ 0,1%
Störabstand	> 75 dB
Ausgangswiderstand	R_i = 200 Ω ± 2% (Belastung mit 200 Ω ist zulässig)
Amplitudenänderung bei Netzspannungs-Änderung	≦0,5%/± 10% U_N
Frequenzgang	= ± 0,8 dB (30 Hz . . . 20 kHz)

Rechteckspannung

Spannungsbereich	ca. 5 mV_{ss} . . . 5 V_{ss}
Spannungsteiler	4 Dekaden
Feinregler	ca. 1 : 10
Anstiegszeit	ca. 30 ns (bei Belastung von 50 pF und voller Ausgangsspannung)

Leistungsausgang

Ausgangsleistung	ca. 4 W alle Imped.
Ausgangsimpedanz	5/10/20 Ω unsymmetrisch 150/600 Ω symmetrisch
Klirrfaktor bei 3 W	< 1%
Störabstand	> 70 dB
Frequenzgang	≦ ± 1 dB

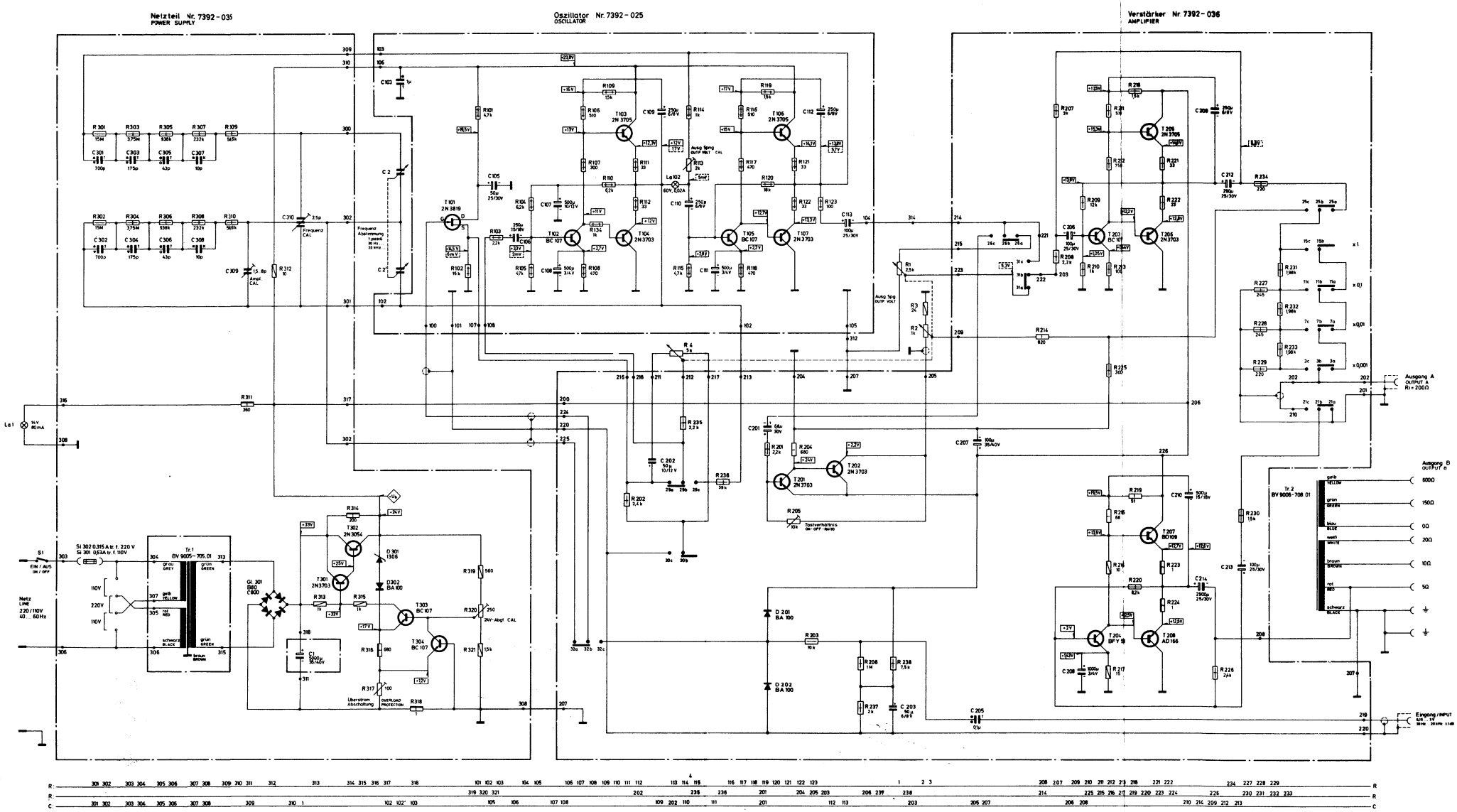
Verwendung als Verstärker

Ausgangsleistung	ca. 4 W
Klirrfaktor bei 3 W und $U_E \leqq 2$ V	$\leqq 1\%$
Intermodulation	$\leqq 0{,}3\%$ nach DIN 45403
Frequenzgang	$\leqq \pm 1$ dB (30 Hz . . . 20 kHz)
Leistungsbandbreite	30 Hz . . . 20 kHz
Eingangsspannung für Vollaussteuerung	ca. 150 mV . . . 3 V kontinuierlich einstellbar
Störabstand	$>$ 60 dB

Bestückung

Transistoren	2 N 3819, 5 x BC 107, 3 x 2 N 3705, 6 x 2 N 3703, BFY 51, BD 109, AD 166, 2 N 3054
Dioden	3 x BA 100, 1306
Gleichrichter	B 80 C 800
Sicherungen	0,315 A bei 220 V 0,63 A bei 110 V
Lampen	14 V, 80 mA, Nr. 697 Fa. Alba 60 V, 20 mA, Nr. 8875 Fa. Osram ungesockelt (Kaltleiter)

Netzanschluß	110/220 V, 40 . . . 60 Hz, ca. 25 VA
Gehäuse und Abmessungen	Breite ca. 300 mm Höhe ca. 218 mm Tiefe ca. 176 mm
Gewicht	ca. 7 kg
Lieferbares Zubehör	Anschlußkabel 6050 A Anschlußkabel 6050 B Satz Übergangsstücke Z 3 Spannungsteiler-Tastkopf TK 4



Gleichspannungen mit Grundig Universalvoltmeter UV4 (Ri = 30 MΩ) gegen Masse gemessen.
DC VOLTAGES MEASURED TO CHASSIS WITH GRUNDIG UNIVERSALVOLTMETER (Ri = 30MΩ)

Wechselspannungen mit Grundig Millivoltmeter MV 20 (f = 1kHz) gemessen.
A C VOLTAGES MEASURED WITH GRUNDIG MILLIVOLTMETER MV20 (f = 1kHz).

Meßbedingungen
TEST CONDITIONS

Drucktasten in Stellung „Generator", „Ausgang B", „x1"; Regler R1, R2, R4 rechter Anschlag
KEY-SWITHES IN POSITION „GENERATOR", „OUTPUT B", „x1"; CONTROL R1, R2, R4 FULLY CLOCKWISE

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

Änderungen vorbehalten!
ALTERATIONS RESERVED!

GRUNDIG ® WERKE GMBH FÜRTH (BAY.

Tongenerator TG 4

(53-6102-1101)

PRINTED IN GERMANY

6326 260467He