

Klirranalysator KM 6

Der Klirranalysator KM 6 ist ein Mehrzweckgerät, das in Labor und Prüffeld wie auch in der HiFi-Werkstatt zum Einsatz kommt.

Der Präzisions-Klirrfaktormesser, für k_{ges} -Messungen mit aktivem, variablem Grundwellenfilter, besitzt einen halbautomatischen 100 %-Frequenz- und Balanceabgleich. Das Gerät kann außerdem als empfindliches NF-Voltmeter oder als Frequenzmesser verwendet werden. Die Klirrfaktormessbrücke ermöglicht k_{ges} -Messungen nach DIN 45 403, Blatt 2 von 0,01 % k_{ges} bis 100 % k_{ges} , im Frequenzbereich von 10 Hz bis 100 kHz (Grundfrequenz f_1). Für die Klirrfaktormessung muß die Eingangsspannung am KM 6 ≥ 300 mV und ≤ 300 V sein. Im empfindlichsten Meßbereich zeigt der KM 6 bei Klirrfaktormessung 0,1 % k_{ges} bzw. bei Spannungsmessung 300 μ V bei Vollausschlag an.

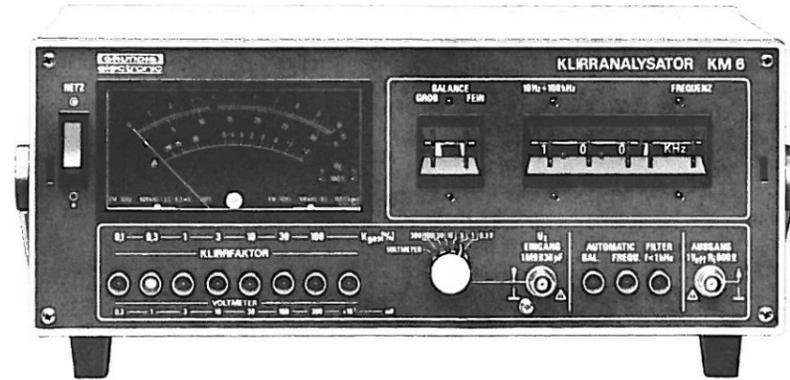
Das k_{ges} -Meßverfahren

Bei der Klirrfaktormessung wird ein weitgehend oberwellen- und störspannungsfreies Meßsignal mit der Frequenz f_1 an den Eingang des Meßobjekts gelegt.

Das Meßobjekt wird für die Klirrfaktormessung in der vom Hersteller angegebenen Weise betrieben. In den meisten Fällen heißt das: Abschluß des Ausgangs mit dem Nennlastwiderstand und Aussteuerung des Gerätes auf Nennleistung.

Enthält das Meßobjekt nichtlineare Glieder, so treten an dessen Ausgang neben der eingespeisten Meßfrequenz f_1 noch weitere ganzzahlige Vielfache von f_1 auf. Unsymmetrische Verzerrungen erzeugen Teilschwingungen geradzahlig, symmetrische Verzerrungen solche ungeradzahlig Ordnung ($2 f_1, 4 f_1, 6 f_1 \dots$ bzw. $3 f_1, 5 f_1, 7 f_1 \dots$).

Der Eigenklirrfaktor und die Störspannung des Meßgenerators sollte immer deutlich kleiner als der Klirrfaktor und die Störspannung des Meßobjekts sein.



Der Klirrfaktor ist definiert als das Verhältnis der Summe der Effektivwerte der neu entstandenen Teilschwingungen zur Summe der Effektivwerte aller Teilschwingungen. Als Klirrdämpfungsmaß bezeichnet man den Logarithmus des Klirrfaktorkehrwertes, multipliziert mit Zwanzig (dB).

Das Klirrdämpfungsmaß ist:

$$a_k = 20 \lg \frac{1}{k_{ges}} \text{ dB}$$

$$= 20 \lg \frac{U_a}{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{n f_1}^2}} \text{ dB};$$

Der Klirrfaktor ist:

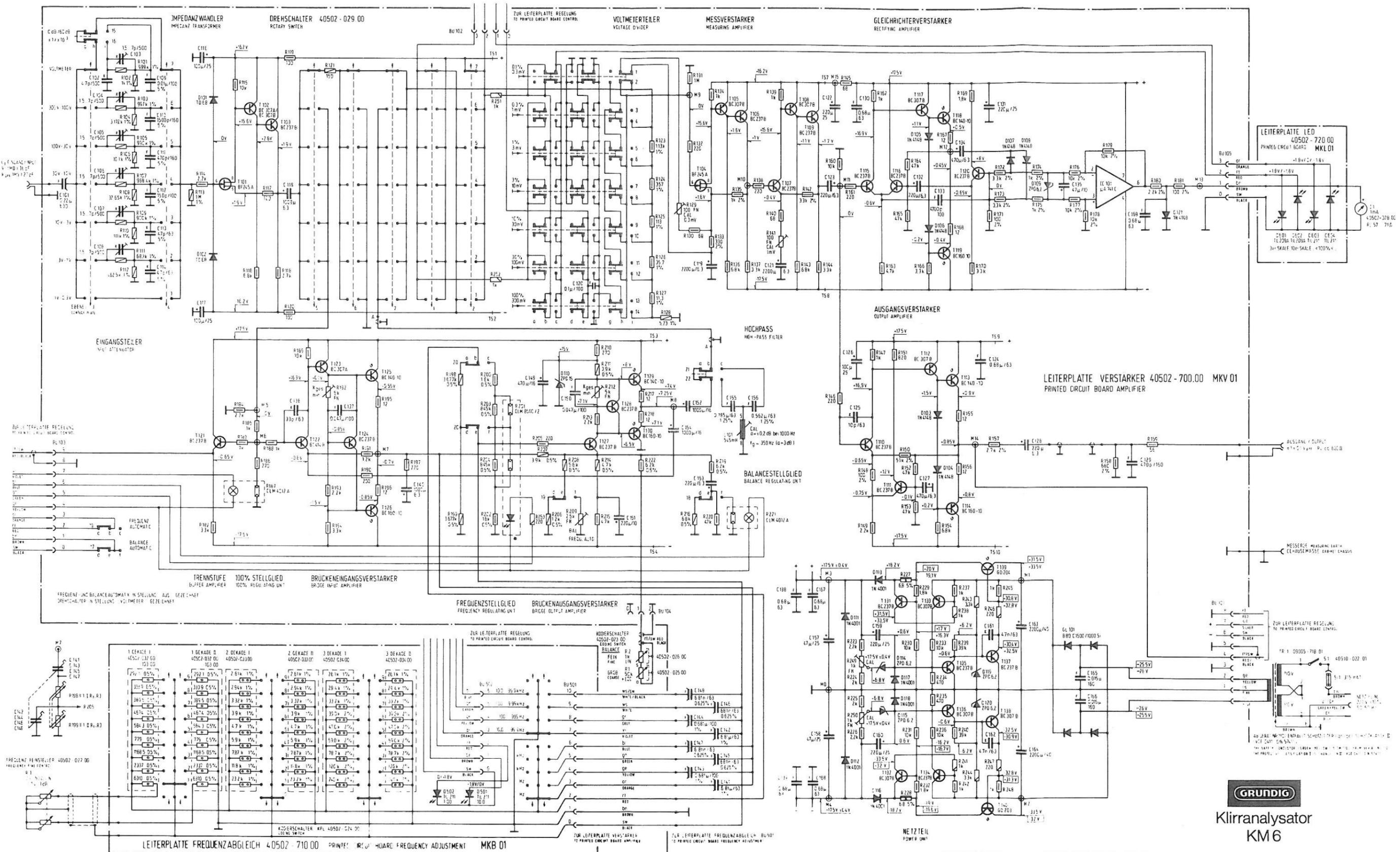
$$k_{ges} = \frac{\sqrt{U_{2 f_1}^2 + U_{3 f_1}^2 + U_{4 f_1}^2 + U_{5 f_1}^2 + U_{n f_1}^2}}{\sqrt{U_{1 f_1}^2 + U_{2 f_1}^2 + U_{3 f_1}^2 + U_{4 f_1}^2 + U_{5 f_1}^2 + \dots + U_{n f_1}^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{n f_1}^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} U_{n f_1}^2}}$$

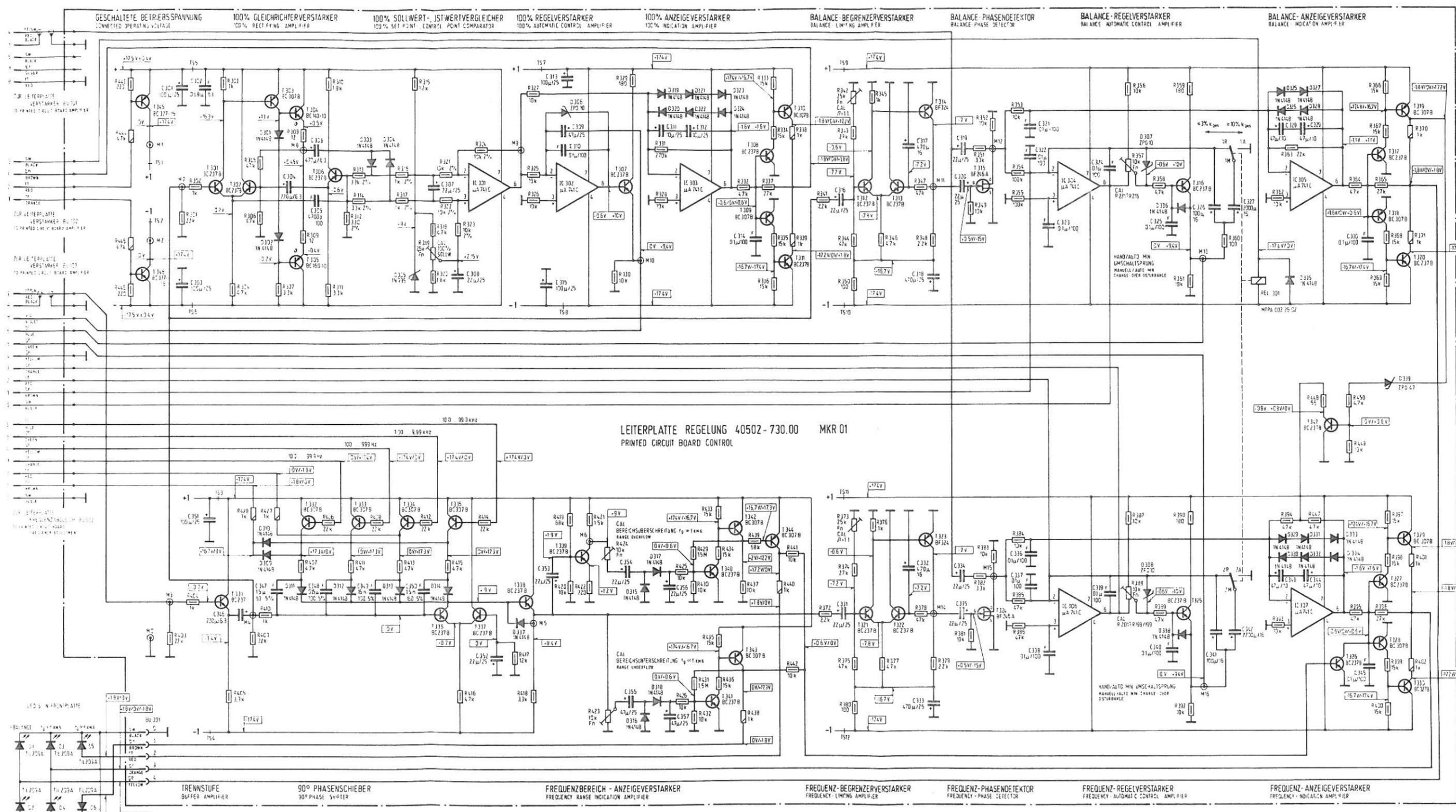
$$k_{ges} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{n f_1}^2}}{U_a}$$

$k_{ges} \triangleq a_k$	
100 %	0 dB
31,6 %	10 dB
10 %	20 dB
3,16 %	30 dB
1 %	40 dB
0,316 %	50 dB
0,1 %	60 dB
0,0316 %	70 dB
0,01 %	80 dB

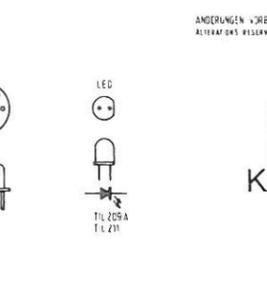
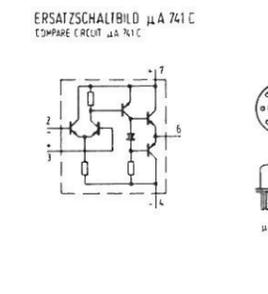
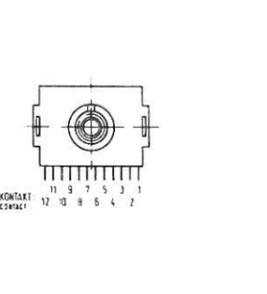
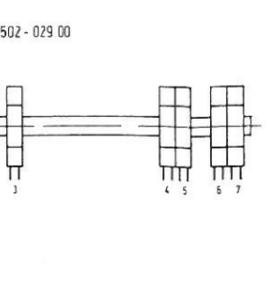
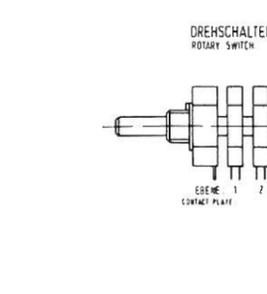
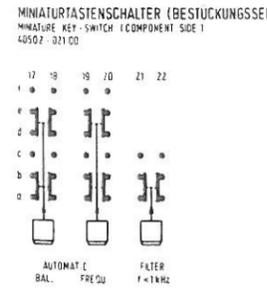
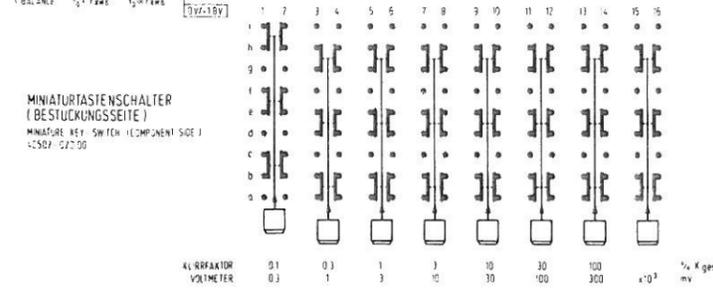
Um eine direkte Klirrfaktoranzeige ohne analoge Division zu erhalten, wird der Quotient $\frac{1}{U_a}$ bzw. die Spannung U_a konstant gehalten.



GRUNDIG
 Klirranalysator
 KM6



- SPANNUNGSWERT BEI NULLEINWERTMESSUNG
VOLTAGE LEVEL BY OPERATION SYSTEM SWITCH
- SPANNUNGSWERT BEI VOLLEINWERTBETRIEB
VOLTAGE LEVEL BY OPERATION SYSTEM SWITCH
- VOLTMETER NENNWERSTAND \times FUNKT
VOLTMEETER NOMINAL RESISTANCE \times RANGE
- IS = LÖTLITZENSTELLE
IS = SOLDERING POINT
- SCHWIMMSTREIFENSTELLUNG NACH SIEHE ABB. 27.02.01
FLOATING STRIP POSITION AFTER SEE DRAWING 27.02.01
- 1/2 W
 - 1/4 W
 - 1/8 W
 - 1/16 W
 - 5 W SCHWIMMSTREIFEN
5 W FLOATING STRIP
- POLAR
 - KERAMIK
KERAMIC
 - ELEKTROLYT
ELECTROLYTIC
- 5SD
 - CBE
 - DGS
 - CBE
 - BC 237
 - BC 327
 - BC 337
 - BC 414
 - BC 163
- GD 703
 - GD 704
- TRANSISTORANSCHLÜSSE
TRANSISTOR CONNECTION



4LEBFAKTOR VOLTMETER 0.1 0.3 1 3 10 30 100 300 $\times 10^3$ μ A gms

AUTOMAT. BAL. FREQU. FETER $\times 10$ Hz

PRINTED IN GERMANY

GRUNDIG
Klirranalysator KM6

ÄNDERUNGEN VORBEHALTEN!
ALTERATIONS RESERVED!

GÜLTIG AB SER. NR. 1001
VALID FROM SERIAL NO. 1001

$$k_{ges} = \frac{1}{U_0} \cdot \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{n f_1}^2}$$

$$= C \cdot \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{n f_1}^2}$$

Aus dem 100%-Signalgemisch U_0 wird die Grundfrequenz f_1 ausgefiltert und das verbleibende Oberwellengemisch mit einem Voltmeter gemessen.

Beschreibung des KM 6

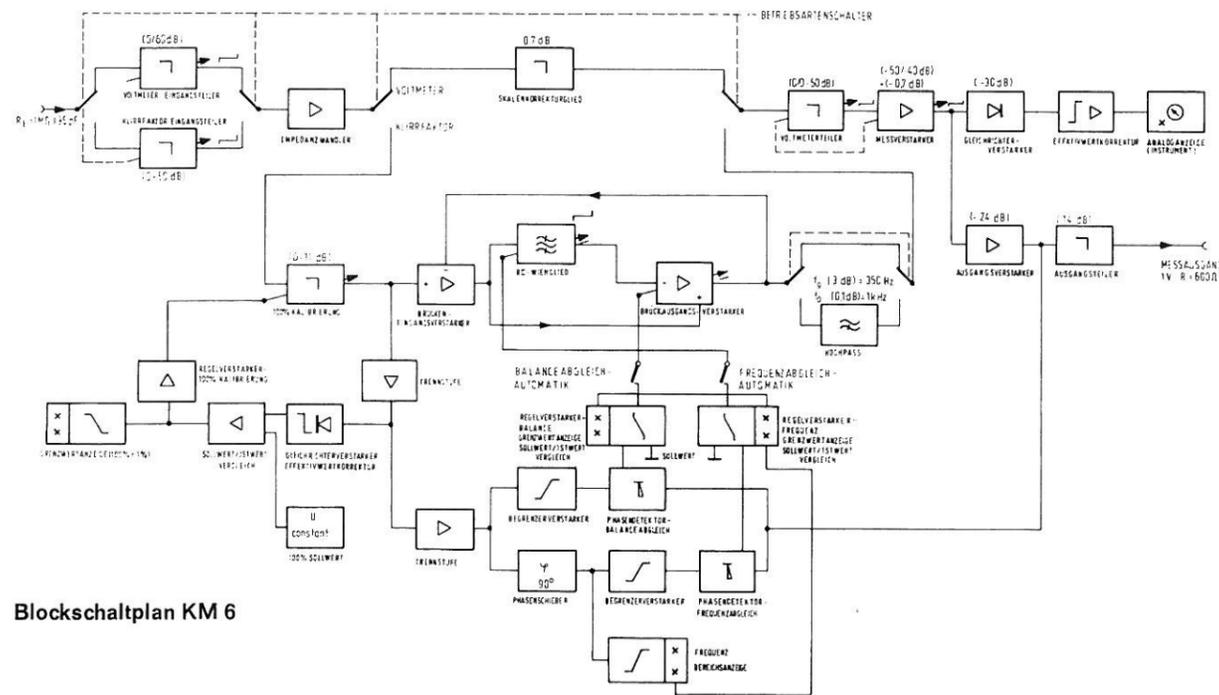
Die Bausteine des KM 6 lassen sich in sechs Funktionsgruppen zusammenfassen. Mit Hilfe des Blockschaltplans und des Schaltbildes soll nun die Funktion der einzelnen Bausteine und ihre Einordnung in den Signalverlauf der jeweiligen Funktionsgruppe erläutert werden.

reduziert. Der vor den Impedanzwandler angeordnete frequenzkompensierte, hochohmige Spannungsteiler (C 104 bis C 114, R 103 bis R 112), weist sechs Eingangsspannungsbereiche zwischen 0,3 V und 300 V auf. Der Impedanzwandler mit 1 M Ω Eingangswiderstand (R 113) ist durch Dioden gegen zu hohe Eingangsspannungen geschützt (D 101, D 102, R 114, C 101). Die gleich- und wechsellspannungsmäßige Gegenkopplung des Impedanzwandlers über R 117 ergibt neben hohem Eingangswiderstand (FET, T 101), geringem Rauschen und stabilem Arbeitspunkt einen sehr kleinen Eigenklirrfaktor und eine große Bandbreite.

Am niederohmigen Ausgang des Impedanzwandlers (Emitter T 103) steht das Gatesignal des Transistors T 101 amplituden- und phasenrichtig an. Das Ausgangssignal beträgt bei richtiger Einstellung des Klirrfaktoreingangsteilers zwischen 0,3 V und 1 V. Mit

Funktion des 100%-Gleichrichterverstärkers entspricht der des Voltmeter-Gleichrichterverstärkers. Am Eingang des IC 301 wird neben der Gleichtaktunterdrückung der Gegenkoppelspannung des Gleichrichterverstärkers der Soll-Istwertvergleich der 100%-Regelung durchgeführt. Der 100%-Sollwert wird mit dem Spannungsteiler R 319 eingestellt.

Das Integrationsglied des Regelverstärkers (IC 302) steuert die Lampe des 100%-Stellgliedes (Fotowiderstand R 187) über den Transistor T 307. Die am Ausgang des IC 301 anstehende 100%-Sollwertabweichung bewirkt über die hohe Leerlaufverstärkung des IC 302 die nahezu totale Ausregelung des 100%-Istwertes auf den Sollwert (statischer Fall). Die 100%-Abgleichanzeige meldet jede Abweichung vom 100%-Sollwert. Der IC 303 wertet hierfür mit den Schwellwertschaltern T 308 bis T 311 die 100%-Sollwertabweichung aus.



Blockschaltplan KM 6

Die sechs Funktionsgruppen des KM 6 sind:

1. 100%-Abgleich
2. Grundfrequenzfilter
3. NF-Voltmeter
4. Frequenzregelung
5. Balanceregulierung
6. Stromversorgung

1. Funktionsgruppe 100%-Abgleich

Bei der Klirrfaktormessung wird das Eingangssignal des KM 6 mit dem Klirrfaktor-Eingangsteiler zunächst auf eine Spannung von 0,3 V bis 1 V

dem Stellglied der 100%-Regelung wird diese Spannung auf dem 100%-Bezugswert der Klirrfaktoranzeige von ca. 300 mV konstant gehalten (R 185, 186, 187). Als veränderlicher Widerstand wird ein klirrfaktorarmer Fotowiderstand verwendet. Der Istwert der 100%-Regelung wird über T 121 und T 331 rückwirkungsfrei am Ausgang des 100%-Stellgliedes ausgekoppelt und im 100%-Gleichrichterverstärker in eine dem Effektivwert entsprechende Gleichspannung umgeformt (T 301 bis T 306). Die

Der korrekte 100%-Abgleich ist die erste Voraussetzung für eine fehlerfreie Klirrfaktormessung.

2. Funktionsgruppe Grundfrequenzfilter

Zur Bestimmung des Klirrfaktors muß dem 100%-Meßsignal der Grundfrequenzanteil entzogen werden. Hierzu wird zunächst mit einem Bandpaß der Grundfrequenzanteil selektiert und anschließend amplituden- und phasenrichtig vom 100%-Meßsignal subtrahiert. Für die

Grundfrequenz erweist sich die Gesamtfunktion als Bandsperr.

Als variabler Bandpaß wird ein Wienglied verwendet (Bild 1). Das symmetrische RC-Glied dämpft den Grundwellenanteil im Abstimmungsfall auf ein Drittel des Eingangswertes (Bild 2). Die Subtraktion des Grundfrequenzanteils vom 100%-Meßsignal erfolgt im Transistor T 127. Der Transistor des Brückenausgangsverstärkers arbeitet für das Signal vom Wienglied in Emitter-schaltung. Die Verstärkung ist dreifach, so daß der ursprüngliche Amplitudenwert der Grundfrequenz wieder erreicht wird. Die Verstärkung ist über die Gegenkoppelwiderstände am Emitter von T 127 einstellbar (R 1, R 2, R 209, R 221 Balancesteller). Die Umschaltung der Frequenzbereiche erfolgt durch Umschalten der Kapazitäten C 141 bis C 148, der Frequenzabgleich durch Umschalten der Widerstände des RC-Gliedes. Für das 100%-Meßsignal arbeitet der Transistor T 127 in Basisschaltung. Das Signal wird über R 207 eingekoppelt. Die Widerstände R 207 und R 211 bestimmen die Verstärkung des 100%-Meßsignals. Die Parallelwiderstände von R 207 am Emitter von T 127 werden wegen des geringen Emitterinnenwiderstandes für die Basisschaltung unwirksam (Bild 3).

Am Kollektor von T 127 tritt nun das um 180° phasenverschobene Signal vom Wienglied und das 100%-Meßsignal auf. Bei korrektem Abgleich der Frequenz des Wiengliedes und der Verstärkung von T 127, verbleiben nur die Spannungsanteile der Teilschwingungen des 100%-Meßsignals.

Um eine geringere Restdämpfung von Signalanteilen mit der halben bzw. doppelten Grundfrequenz f_1 ($0,5 f_1$ bzw. $2 f_1$) zu erhalten, wurde der Dämpfungsverlauf des Wiengliedes versteilert (Bild 4). Die Gegenkopplung des Brückeneingangsverstärkers (T 122 bis T 126) über R 190 vom Brückenausgangsverstärker (T 127 bis T 131) bewirkt eine Verstärkung für Signalanteile, die im Dämpfungsbereich der Bandsperr liegen. Für die Grundfrequenz f_1 erscheint der niederohmige Ausgang an T 129, T 130 als Massepotential. Die Verstärkung des Brückeneingangsverstärkers wird so durch R 190 und R 191 etwa siebenfach. Für Frequenzen außerhalb des Dämpfungsbereichs der Bandsperr erfolgt die totale Gegenkopplung über R 191 bzw. R 190. Die Verstärkung des Brückeneingangs- und Brückenausgangsverstärkers wird dann zu eins, da die jeweiligen Signalanteile an den Verstärkerausgängen gleichphasig sind. Die Brückenverstärker haben bei der Grundfrequenz von 1 kHz einen

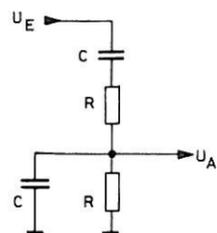


Bild 1 Symmetrisches Wienglied

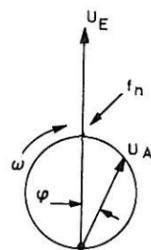


Bild 2 Ortskurve des symmetrischen Wiengliedes

3. Funktionsgruppe NF-Voltmeter

Bei der Wechselspannungsmessung kann das Eingangssignal des KM 6 mit dem Voltmeter-Eingangsteiler um 60 dB bedämpft werden (R 101, R 102, C 103, C 109). Die Millivoltmeßbereiche des KM 6 werden so um sechs Spannungsbereiche von 1 V bis 300 V erweitert. Das Eingangssignal gelangt dann über den Impedanzwandler, das Skalenkorrekturglied und den Voltmetererteiler zum Meß- und Gleichrichterverstärker. Das Skalenkorrekturglied ist für die richtige Spannungsanzeige bei Voltmeterbetrieb notwendig. Bei der Klirrfaktormessung muß das Voltmeter bei etwa 300 mV 100% k_{ges} anzeigen. Dem Wert 10 auf der einen Skala liegt jedoch der Wert 3,16 auf der anderen Skala gegenüber (10 dB-Abstand). Damit bei der Spannungsmessung der richtige Wert angezeigt wird, teilt der Widerstand R 121 mit den Voltmetererteilerwiderständen R 123 bis R 128 die Spannung ent-

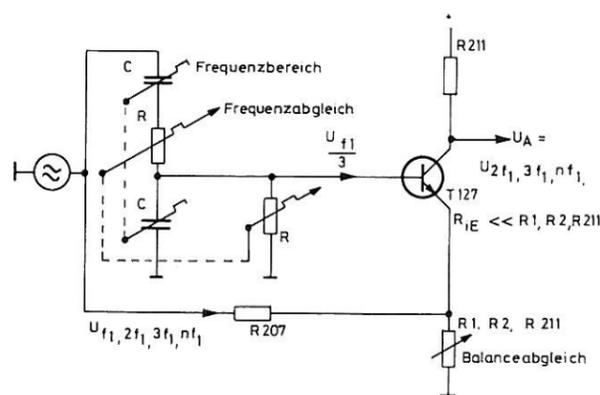


Bild 3 Wienglied mit Subtraktionsschaltung

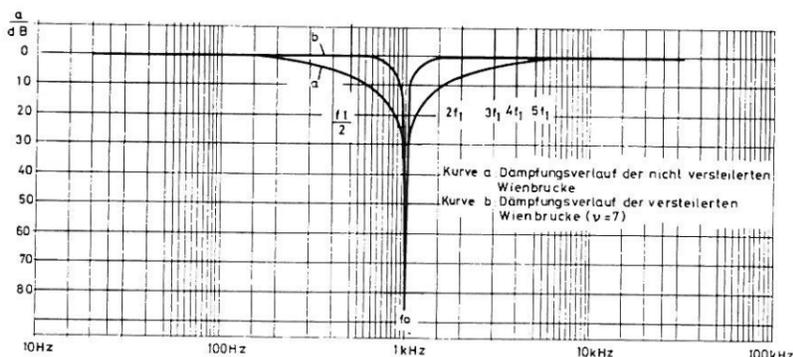


Bild 4 Dämpfungsverlauf der Wienbrücke

Eigenklirrfaktor von $< 0,01 k_{ges}$ ($a_k > 80$ dB) und einen Störspannungsabstand von > 80 dB.

Der Hochpaß am Ausgang des Grundfrequenzfilters dämpft unerwünschte Brummspannungen bei Messungen > 1 kHz. Die Dämpfung bei 50 Hz beträgt > 40 dB, bei 1 kHz $\leq 0,1$ dB.

sprechend herab. Im 0,3 mV- und 1 mV-Meßbereich liegt der Eingang des rauscharmen Meßverstärkers am Hochpunkt des Teilerwiderstandes R 123. Die Verstärkung der ersten Meßverstärkerstufe (T 104 bis T 106) wird im 0,3 mV-Meßbereich durch Parallelschalten der Gegenkoppelwiderstände R 129 und R 130 zu R 133 um 10 dB angehoben.

Im 1 mV-Meßbereich wird die Anzeige des Voltmeters mit dem Gegenkoppel-Widerstand R 141 im 0,3 mV-Meßbereich mit R 129 eingestellt. Die Spannung am Ausgang des Meßverstärkers beträgt bei Vollaussteuerung etwa 100 mV. Der Meßverstärker ist wie der Impedanzwandler gleichspannungsmäßig gegengekoppelt. Der KM 6 beinhaltet ein NF-Voltmeter mit linearisierter Gleichrichtung. Die Gleichrichterdiode liegen in der Wechselspannungsgegenkopplung des Gleichrichterverstärkers. Durch diese Maßnahme gehen Temperatureinflüsse und Nichtlinearitäten der Dioden nicht in die Anzeige ein.

Das Signal vom Meßverstärker gelangt über den Differenzverstärker T 115, T 116 an die Basis des Treibertransistors T 117. An den Emittern der mit den Dioden D 105 und D 106 vorgespannten Komplementärtransistoren T 118, T 119 liegen die Gleichrichterdiode D 107 und D 108 (Bild 5). Die negative Halbwellen des Meßsignals durchläuft D 107 und die Gegenkoppel-Widerstände R 172, R 171, die positive Halbwellen D 108 und R 173, R 171. Der Kondensator C 132 koppelt einerseits die Gegenkoppelwechselspannung von T 120 an den zweiten Eingang des Differenzverstärkers T 115, T 116, andererseits unterdrückt er den Wechselspan-

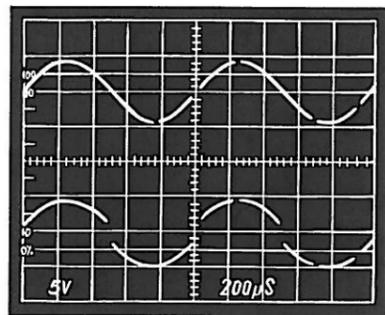


Bild 5 oben: Signal am Ausgang des Meßverstärkers (Meßpunkt M 11)
unten: Signal am Ausgang des Gleichrichterverstärkers (Meßpunkt M 12)

Die Spannungssprünge an den Nulldurchgängen sind deutlich zu erkennen (Diodenschwellwerte und Gleichspannungsanteil von C 135).

nungsanteil der Gleichspannungsgegenkopplung R 164, R 165. Die positive und negative Halbwellen wird mit den Widerständen R 174, R 175 dem Ladekondensator C 135 zugeführt. Die Dimensionierung des Auf- und Entladeverhältnisses von C 135 beeinflusst die Effektivwertanzeige bei nichtsinusförmigen Spannungen.

Der IC 101 addiert die positive und negative Halbwellen des Meßsignals und blendet mit der Gleichtaktunterdrückung die Gegenkoppelspannung des Gleichrichterverstärkers aus, so daß das Instrument einseitig auf

Masse gelegt werden kann. Die Dioden D 109 und D 121 schützen das Anzeigeinstrument vor Überlastung. Der Ausgangsverstärker (T 110 bis T 114) hebt das Meßsignal für den Meßausgang und für die Istwertgewinnung des Frequenz- und Balanceregelkreises an. Am Ausgang steht bei Vollausschlag eine Spannung von etwa 5 V. Für den Meßausgang wird sie auf etwa 1 V reduziert (R 157, R 158).

4. Funktionsgruppe Frequenzregelung

Die Frequenzautomatik regelt über das Frequenzstellglied die Phasen-

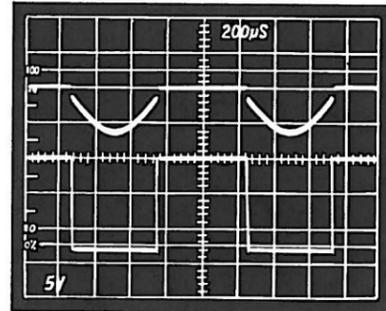


Bild 6 oben: Signal am Frequenz-Phasendetektor (M 15) $f_g > f_{KM 6}$ mit Balanceabgleich
unten: Steuersignal am Gate von T 124 (M 14)

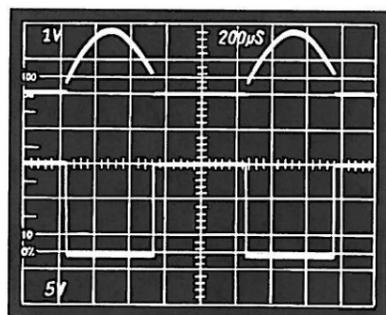


Bild 7 oben: Signal am Frequenz-Phasendetektor (M 15) $f_g < f_{KM 6}$ mit Balanceabgleich
unten: Steuersignal am Gate von T 324 (M 14)

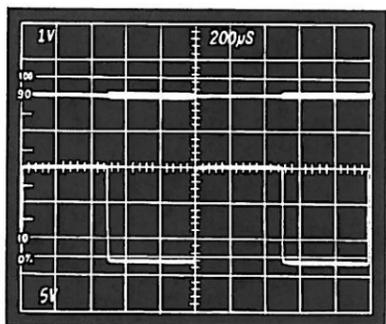


Bild 8 oben: Signal am Frequenz-Phasendetektor (M 15) mit vollständigem Frequenz- und Balanceabgleich
unten: Steuersignal am Gate von T 324 (M 14)

lage der mit dem RC-Glied selektierten Grundfrequenz auf 0° zur Grundfrequenz im 100%-Meßsignal. Bei der Istwertgewinnung der Frequenzregelung wertet der Phasendetektor T 324 die Amplitude und Phasenlage des verbliebenen Grundfrequenzanteils im Ausgangssignal des Grundfrequenzfilters aus. Bei einer Phasenlage von 270° bzw. 90° zum Grundfrequenzanteil im 100%-Meßsignal ergibt sich ein negativer bzw. positiver Istwert (Bild 6 und 7). Bei 180° bzw. 0° geht der Istwert gegen Null (Bilder 8 und 9) (Arbeitsbereich der Balanceregulierung).

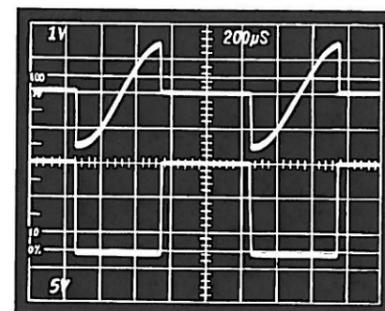


Bild 9 oben: Signal am Frequenz-Phasendetektor (M 15) $f_g = f_{KM 6}$ Balance <
unten: Steuersignal am Gate des Transistors T 324 (M 14)

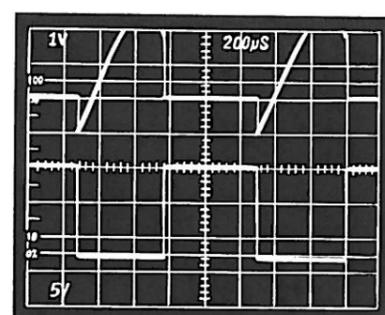


Bild 10 oben: Signal am Frequenz-Phasendetektor (M 15) $f_g < f_{KM 6}$ Balance <

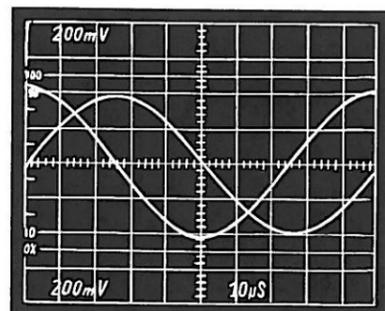


Bild 11 oben: Ausgangssignal des 90° -Phasenschieber $f_g = 10$ kHz im 1 bis 10 kHz Frequenzbereich (M 5)
unten: Vergleichssignal vom 100%-Stellglied (M 4)

Das Vergleichssignal des Phasendetektors wird über die Trennstufen T 121 und T 331 am 100 %-Stellglied ausgekoppelt, im Phasenschieber (T 336 bis T 338) um 90° phasenverschoben (Bild 11) und vom Begrenzerverstärker (T 321 bis T 323) in ein Rechtecksignal umgeformt (Bild 12), das den Feldeffekttransistor T 324 steuert. Die kapazitive Gegenkopplung des 90°-Phasenschiebers (T 336 bis T 338) wird mit dem Frequenzbereichsschalter über die Dioden D 311 bis D 314 umgeschaltet. Der Sollwert der Frequenzregelgröße ist Null, da der Grundfrequenzanteil ge-

(Meßpunkt 16 Leiterplatte-Regelung) so eingestellt, daß das Frequenzstellglied die Widerstandswerte von R 198 und R 199 annimmt. Beim Einschalten der Frequenzautomatik wird so der Umschaltsprung klein gehalten und die Automatik beginnt vom eingestellten Abgleichpunkt aus zu regeln. R 209 korrigiert den Balanceversatz, den das Frequenzstellglied verursacht.

Der Anzeigeverstärker IC 307 und die Schwellwertschalter T 327 bis T 330 werten die Sollwertabweichung der Frequenzregelgröße aus. Die

Verstärkung der Frequenzabgleichanzeige wird bei weiter abliegenden Frequenzen mit T 347 von der Balanceabgleichanzeige umgeschaltet, da der Istwert der Frequenzregelgröße wieder gegen Null geht. Beim Über- bzw. Unterschreiten des jeweiligen Frequenzbereichs schaltet die Frequenzbereichsanzeige die Frequenzabgleichanzeige mit T 326 aus. Die LED-Frequenzbereichsanzeige (T 339 bis 344) meldet die Über- bzw. Unterschreitung des jeweiligen Frequenzbereichs. Die Schwellwertverstärker werten hierfür die Ausgangsamplitude des 90° Phasenschiebers

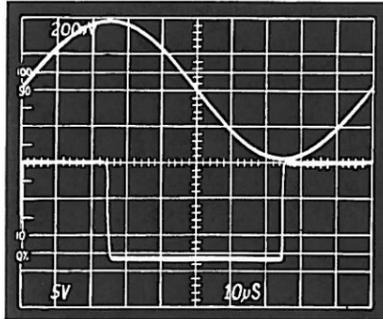


Bild 12 oben: Vergleichssignal vom 100 %-Stellglied (M 4)
unten: Ausgangssignal des Frequenz-Begrenzerverstärkers (M 14)

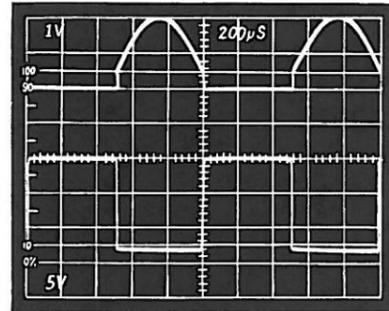


Bild 13 oben: Signal am Balance-Phasendetektor (M 12) $f_g = f_{KM 6}$
unten: Steuersignal am Gate von T 315 (M 11)

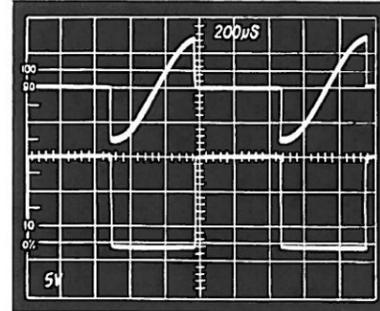


Bild 16 oben: Signal am Balance-Phasendetektor $f_g > f_{KM 6}$ mit Balanceabgleich
unten: Steuersignal am Gate von T 315 (M 11)

gen Null geregelt werden soll. Der Istwert wird so zur Sollwertabweichung der Regelgröße. Die Sollwertabweichung am Eingang des Integrationsgliedes des Frequenzregelverstärkers (IC 306, T 325) bewirkt über die Stellgröße eine nahezu totale Ausregelung der frequenzabhängigen Sollwertabweichung.

Der Voltmeterteiler sowie der Meß- und Ausgangsverstärker wirken für den Frequenz- und Balancereglerkreis wie ein vor den Soll-Istwertvergleich angeordnetes P-Glied des Regelverstärkers. Beim Umschalten in empfindlichere Klirrfaktormessbereiche erhöht sich stufenweise die Verstärkung des P-Gliedes und ändert damit den Frequenzgang der Regeleinrichtung. Um einerseits die Ausregelzeit im 100 % k_{ges} -Meßbereich in Grenzen zu halten und andererseits im 0,1 % k_{ges} -Meßbereich Regelschwingungen auszuschließen, wird der integrale Übertragungsbeiwert beim Umschalten vom 10 %- in den 3 % k_{ges} -Meßbereich verkleinert. Der Kondensator C 342 wird zu C 341 parallelgeschaltet.

Als Frequenzstellglied dient der Doppelfotowiderstand R 201. Bei ausgeschalteter Frequenzregelung ersetzen die Widerstände R 198 und R 199 das Stellglied. Der Ausgang des IC 306 liegt dann auf Massepotential. Mit dem Widerstand R 388 wird die Spannung am Vorwiderstand R 253

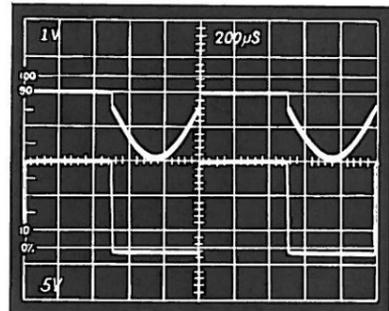


Bild 14 oben: Signal am Balance-Phasendetektor (M 12) $f_g = f_{KM 6}$
unten: Steuersignal am Gate von T 315 (M 11)

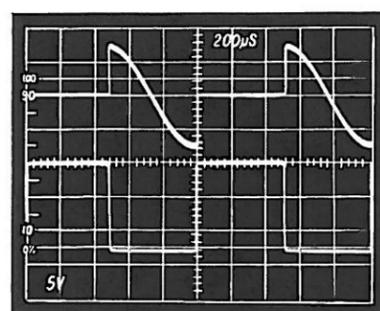


Bild 17 oben: Signal am Balance-Phasendetektor (M 12) $f_g < f_{KM 6}$ mit Balanceabgleich
unten: Steuersignal am Gate von T 315 (M 11)

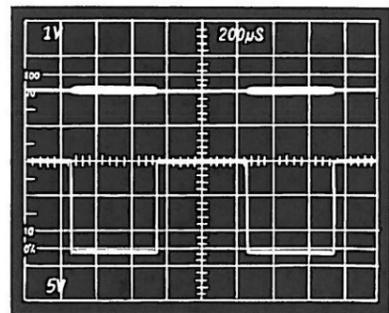


Bild 15 oben: Signal am Balance-Phasendetektor nach Frequenz- und Balanceabgleich
unten: Steuersignal am Gate von T 315 (M 11)

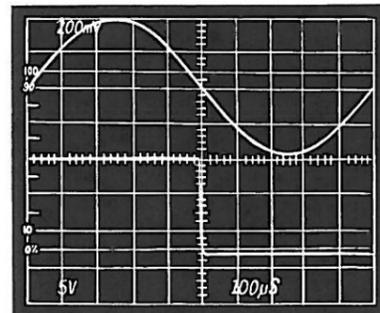


Bild 18 oben: Vergleichssignal vom 100 %-Stellglied (M 4)
unten: Ausgangssignal des Balance-Begrenzerverstärkers (M 11)

aus. Die Spannung ist am unteren Bereichsende ca. 3 V, am oberen ca. 300 mV. Die Bereichsanzeige arbeitet erst nach vollendetem 100%-Abgleich korrekt.

5. Funktionsgruppe Balanceregung

Die Balanceautomatik regelt über das Balancestellglied die Amplitude des verbliebenen Grundfrequenzanteils im Ausgangssignal des Grundfrequenzfilters gegen Null. Der Balance-Phasendetektor T 315 bewertet die Amplitude und Phasenlage des verbliebenen Grundfrequenzanteils zum Grundfrequenzanteil im 100%-Meßsignal. Bei einer Phasenlage von 0° bzw. 180° ergibt sich ein positiver bzw. negativer Istwert der Balance-regelgröße (Bild 12, 14 und 15). Bei 270° bzw. 90° geht der Istwert gegen Null (Bild 15 und 17) (Arbeitsbereich der Frequenzregelung). Das Vergleichssignal des Phasendetektors wird ebenfalls am 100%-Stellglied über die Transistoren T 121 und T 321 ausgekoppelt und unmittelbar mit dem Balancebegrenzerverstärker (T 312 bis T 314) in ein Rechtecksignal umgeformt (Bild 18), das den Feldeffekttransistor T 315 steuert. Der Sollwert der Balanceregulgröße ist ebenfalls Null, so daß der Istwert gleich der Sollwertabweichung der Balanceregulgröße wird. Die Sollwertabweichung am Eingang des Balance-Regelverstärkers (IC 304, T 316) bewirkt über das Balancestellglied die Ausregelung der balance-abhängigen Sollwertabweichung. In den Klirrfaktormessbereichen < 3% k_{ges} wird der Integrationskondensator C 327 mit C 326 parallelgeschaltet, um Regelschwingungen auszuschließen. Bei ausgeschalteter Balanceregung ersetzt der Widerstand R 216 das Balancestellglied R 221. Der Ausgang des IC 304 liegt dann auf Massepotential. Die Spannung an der Lampe des Balancestellgliedes wird mit R 357 so eingestellt, daß der Photowiderstand den Wert des Widerstandes R 216 annimmt. Beim Einschalten der Balanceregung bleibt so der Umschaltsprung klein und die Automatik beginnt vom

eingestellten Abgleichpunkt aus zu regeln.

Die Balance-Abgleichanzeige besteht aus dem Anzeigeverstärker IC 305 und den Schwellwertschaltern T 317 bis T 320. Sie bewerten die Balance-Sollwertabweichung. Die Leuchtdioden der Anzeige sind antiparallel verschaltet, so daß bei positiver Spannung die eine, und bei negativer Spannung an R 370, R 371 die andere LED leuchtet.

Klirrfaktormessung am Ausgang des RC-Sinusgenerators TG 5 bei $U_o = 1$ V ohne Last im 1 V-Spannungsbereich. KM 6 Eingangsspannungsbereich $U_E = 0,3 \dots 1$ V.

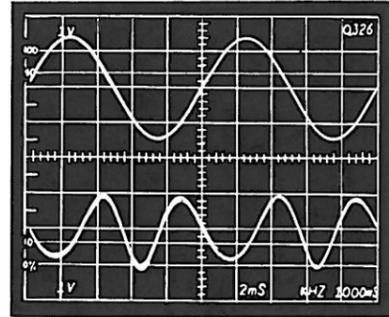


Bild 20 oben:
Ausgangssignal TG 5 $U_A = 1$ V,
 $f_g = 100$ Hz, $k_{ges} = 0,068$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

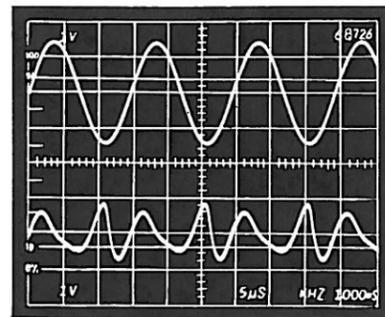


Bild 23 oben:
Ausgangssignal TG 5 $U_A = 1$ V,
 $f_g = 68,7$ kHz, $k_{ges} = 0,15$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

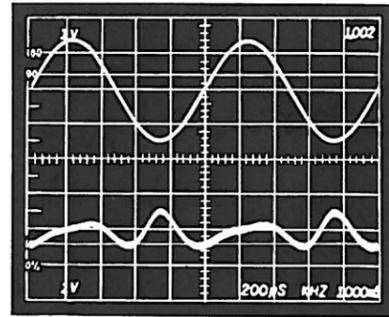


Bild 21 oben:
Ausgangssignal TG 5 $U_A = 1$ V,
 $f_g = 1$ kHz, $k_{ges} = 0,027$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

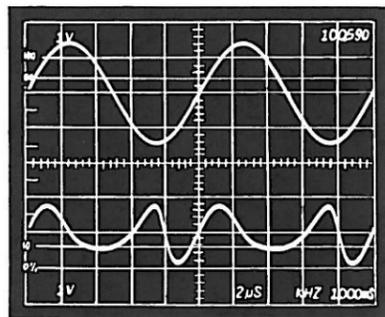


Bild 24 oben:
Ausgangssignal TG 5 $U_A = 1$ V,
 $f_g = 100$ kHz, $k_{ges} = 0,185$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

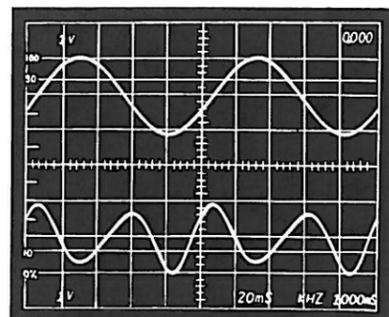


Bild 19: oben:
Ausgangssignal TG 5 $U_A = 1$ V,
 $f_g = 10$ Hz $k_{ges} = 0,6$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

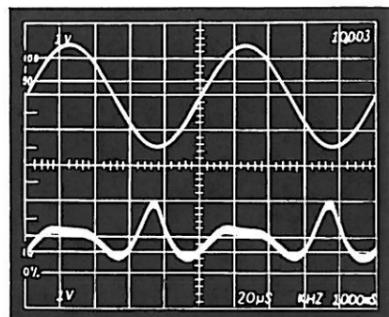


Bild 22 oben:
Ausgangssignal TG 5 $U_A = 1$ V,
 $f_g = 10$ kHz, $k_{ges} = 0,036$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

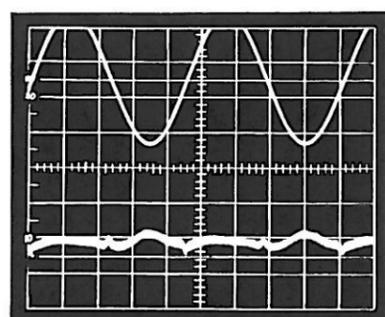


Bild 25 oben:
Ausgang eines Oszillator-
Versuchsaufbaus $U_A = 5,6$ V,
 $f = 1$ kHz- $k_{ges} = 0,008$ %
unten:
Signal am Meßausgang des KM 6

6. Funktionsgruppe Stromversorgung

Die Stromversorgung des KM 6 liefert je eine konstante positive und negative Spannung. Beide Spannungsquellen haben eine Strombegrenzung (T 131 bis T 134), die ab 450 mA die Gleichspannungen absinken läßt. Für Teile der Regelkreise werden die Betriebsspannungen über die Transistoren T 345 und T 346 bei Voltmeterbetrieb abgeschaltet.