



# Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuner

# RT 50

*Das Spitzengerät aus Europas größtem  
Rundfunkgerätewerk*

High-Fidelity und HF-Stereophonie bestimmen den technischen Fortschritt auf dem Gebiete des Rundfunkempfangs. Beide sind eng miteinander verbunden. Sollen höchste Hi-Fi-Ansprüche erfüllt werden, so sind für die empfängerseitigen Belange der HF-Stereophonie neue Techniken erforderlich.

Beim RT 50 handelt es sich um einen ganz und gar auf Hi-Fi gezüchteten Stereo-Rundfunk-Tuner der Welt-Spitzenklasse, der üblicherweise in Verbindung mit großen Hi-Fi-Stereo-Verstärkern betrieben wird. Er weist keine Endstufen auf, jedoch mit Transistoren bestückte Impedanzwandler an den NF-Ausgängen, die den Anschluß unabhängig von Kabeleigenschaften etc. machen.

Bei der Entwicklung wurde das Hauptaugenmerk auf die Auslegung des Empfängers für die kommende HF-Stereophonie gelegt. Aus diesem Grunde sind FM-Teil und AM-Teil vollkommen voneinander getrennt aufgebaut und geschaltet. Nur dadurch ist eine kompromißlose Dimensionierung gewährleistet, die für die Erreichung von Spitzenleistungen unerlässlich ist.

Der Stereo-Decoder ist organisch in das Gerät einbezogen. Eine neuartige doppelgesteuerte Mono-Stereo-Umschalt-Automatik bewirkt eine feldstärkeabhängige Umschaltung und gewährleistet einen störungsfreien Stereoempfang.

Der Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuner RT 50 gewährleistet nicht nur höchste Empfindlichkeit, Trennschärfe und einen absolut verzerrungsfreien Mono- und sauber getrennten Stereo-Empfang, sondern verfügt zudem über einen außergewöhnlichen Komfort.

Eine eingebaute automatische UKW-Stillabstimmung verhindert während der Sendereinstellung das sonst zwischen den Stationen auftretende Rauschen. Die schaltbare automatische UKW-Scharf-abstimmung hält die Sender auf dem optimalen Abstimmepunkt. Die vorzüglichen Stereo-Empfangeigenschaften kommen dank der außergewöhnlichen Übertragungsqualitäten auch dem Mono-UKW-Empfang zugute. Rundfunkdarbietungen werden somit zum Hi-Fi-Programm Nr. 1. Das Rundfunkhören, ob in mono oder stereo, wird zum wahren Genuß.

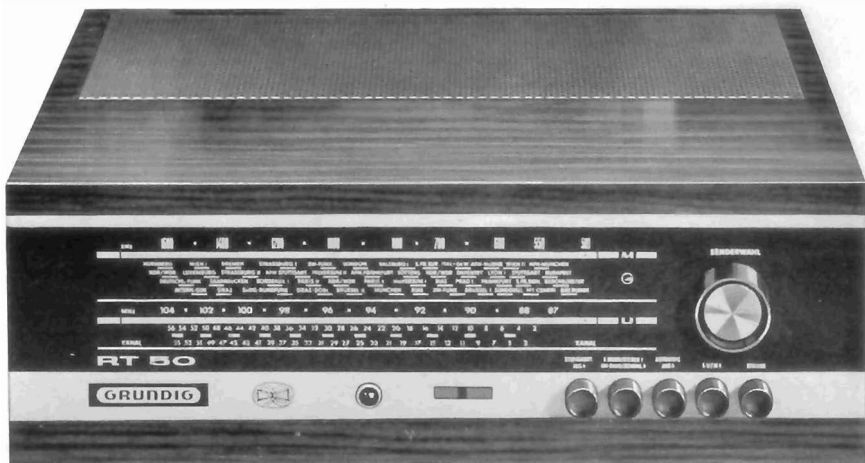


Bild 1 Vorderansicht des GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuners RT 50

## Technische Daten

### Schaltungsbesonderheiten:

#### FM- u. AM-Teil sind getrennte Einheiten

FM: Schaltbare Scharfabstimm-Automatik, pegelgesteuerte schaltbare UKW-Stillabstimmung, dreistufiger ZF-Teil geringster Phasenverzerrungen mit Dreifach-Bandfilter, dreistufige verstimmungsfrei arbeitende Begrenzung, organisch eingebauter Stereo-Decoder, automatische feldstärkeabhängige Mono-Stereo-Umschaltung mit Anzeigelampe. Abstimmanzeige mit Anzeige schwacher und starker Sender, AM-Bandbreitenumschaltung

#### Wellenbereiche:

FM: UKW 87... 104 MHz  
AM: MW 510... 1620 kHz

#### Röhren- und Transistorbestückung:

ECC 85, EF 80, EF 80, EF 80, ECC 83, ECC 81, ECH 81, EAF 801, ECC 81, EM 87, AC 107, AC 107; dazu 15 Germanium- u. Siliziumdioden u. 1 Selengleichrichter

#### Kreise:

FM: 12 (davon 8 ZF)  
AM: 6 : 1 (davon 4 ZF)

#### Empfindlichkeit:

FM: 1,4  $\mu$ V (für 26 dB Rauschabstand)  
AM: 8  $\mu$ V (für 10 mV Ausgangsspannung)

#### Rauschzahl bei UKW: < 3 kTo

#### Spiegelselektion:

FM: (fe 96 MHz): 31 dB  
AM: (fe 560 kHz): 56 dB

#### Zwischenfrequenzen:

FM: 10,7 MHz, AM: 460 kHz

#### Bandbreite:

FM: 180 kHz

#### AM:

(schaltbar): breit 9 kHz, schmal 4,2 kHz

#### ZF-Sicherheit:

FM: (fe = 93 MHz): 96 dB  
AM: (fe = 600 kHz): 52 dB

**Ratiodetektor:** Höckerabstand 480 kHz

#### UKW-Scharfabstimm-Automatik:

Zieh- und Fangbereich: 200... 300 kHz

#### UKW-Stillabstimmung:

Pegel ca. 5  $\mu$ V an 60  $\Omega$  bei 40 kHz Hub mit 1 kHz

#### Mono-Stereo-Umschalt-Automatik:

Pegel 25  $\mu$ V an 60  $\Omega$  bei 7,5 kHz Hub des Pilottons

#### Anschlußbuchsen:

FM: UKW-Dipol 240  $\Omega$

#### AM:

Außenantenne + Erde, NF-Ausgänge an 5poliger Normbuchse

#### NF-Ausgangsspannung

(bei Begrenzung): 2 V an 2 k $\Omega$

#### HF-Stereo-Übersprechdämpfung:

> 35 dB

#### Klirrfaktor: < 1 % (bei Normalhub)

#### NF-Frequenzgang: 30... 15 000 Hz $\pm$ 1 dB

#### Störabstand:

74 dB bei max. Hub und 1 kHz Mod.

#### Bedienelemente:

Einknopf - Duplex - Schwungrad - Abstimmung; 5 Drucktasten: 1. UKW-Stillabstimmung, 2. Mono Stereo bzw. AM-Bandbreite, 3. Automatische Scharfabstimmung, 4. Wellenbereichumschaltung, 5. Ein Aus

#### Netzanschluß:

110, 130, 220, 240 Volt, 50 60 Hz

#### Leistungsaufnahme: 55 W

#### Gehäuse:

Edelholz a) Nußbaum-natur-mattiert b) Teak, geölt

#### Abmessungen: 39 x 27 x 15 cm,

identisch mit den Abmessungen und Holzarten des GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Vollverstärkers SV 50

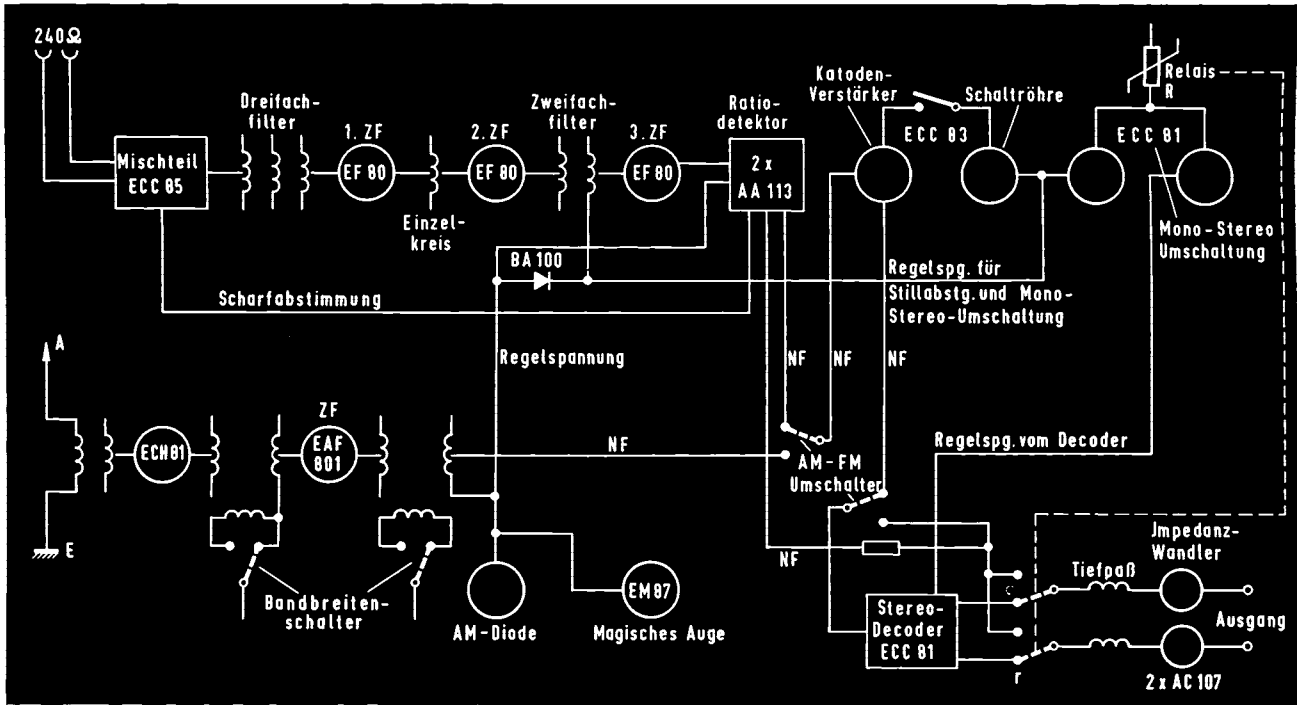


Bild 2 Blockschaltung des GRUNDIG Hi-Fi-Rundfunk-Tuners RT 50

Das ausführliche Gesamtschaltbild befindet sich (herausklappbar) auf den Seiten 659/660 dieses Heftes

Wir beginnen bei der nachstehenden Schaltungsbeschreibung des RT 50 mit dem FM-ZF-Teil. Die Schaltungserklärung des UKW-Mischteils (mit den Bildern 6 bis 11), des AM-Teils (mit den Bildern 29 bis 31) sowie des Netzteils wird im nächsten Heft veröffentlicht.

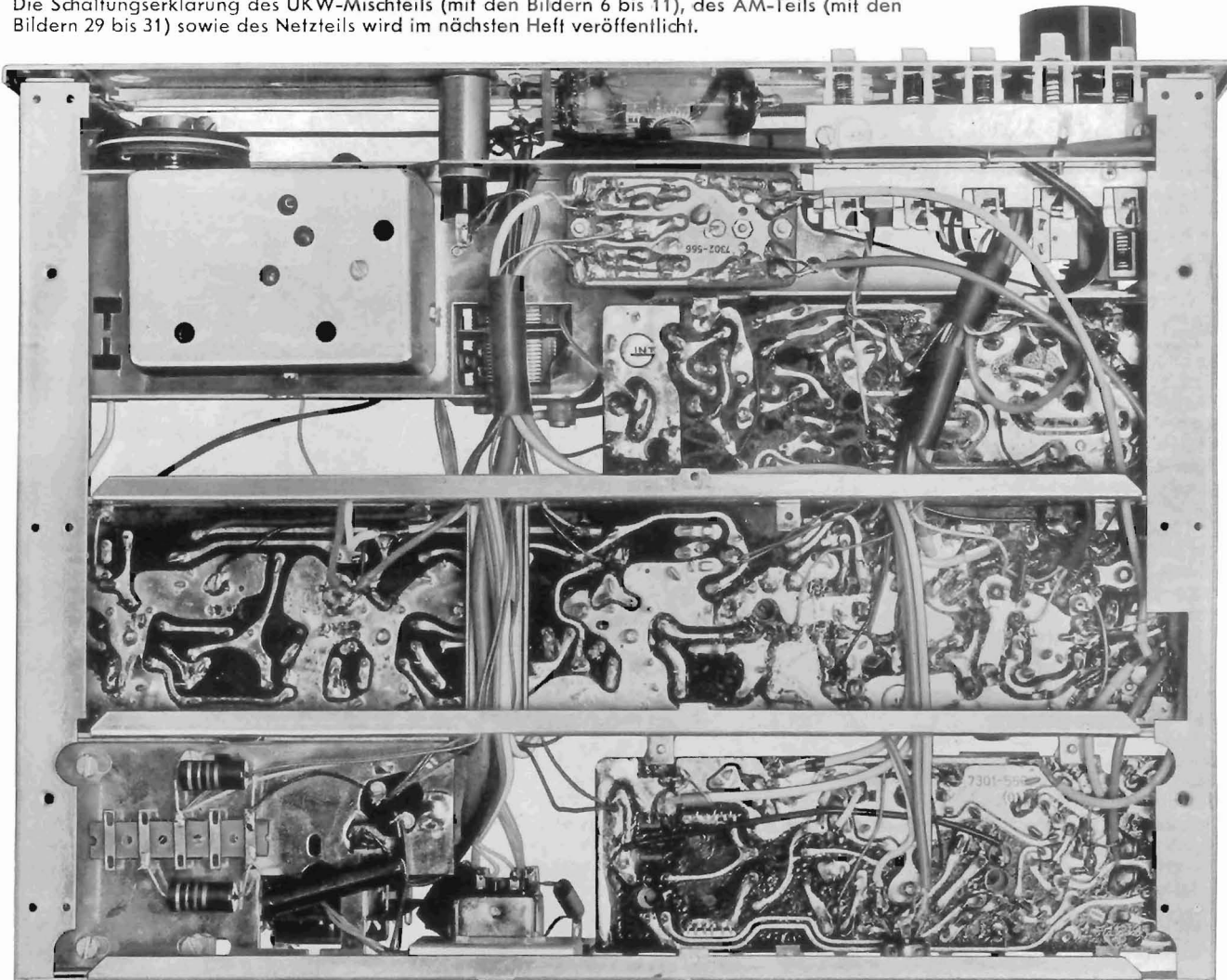
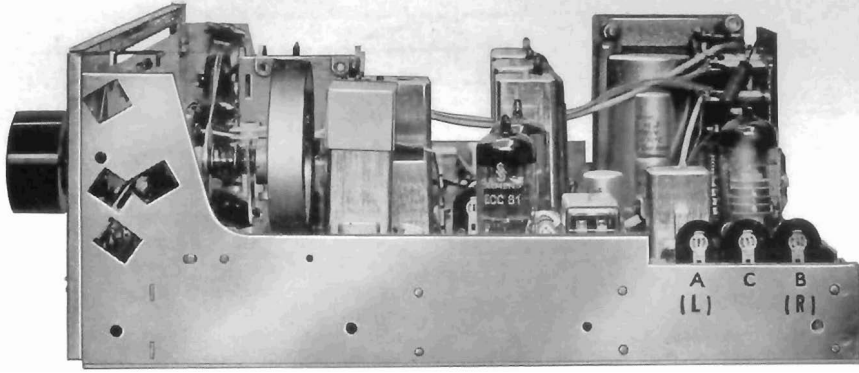


Bild 3 Chassis-Unteransicht. Das Gerät ist in gedruckter Schaltung ausgeführt



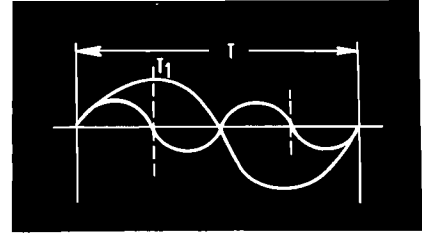
**Bild 5** Chassis-Seitenansicht

A, B und C sind die Einstell-Potentiometer des Stereo-Decoders. A wurde bei Modulation des linken Kanals, B bei Modulation des rechten Kanals auf maximale Übersprechdämpfung bei einer Frequenz von ca. 300 Hz abgeglichen. Der Nachgleich bei hohen Frequenzen (ca. 3 kHz) erfolgte jeweils mit dem Einstellpotentiometer C. Die Abschirmhaube des Stereo-Decoders (im Foto entfernt) bleibt beim Abgleich auf dem Gerät. Sie weist entsprechende Ausschnitte auf.

**Dreifach-ZF-Bandfilter  
konstanter Gruppenlaufzeit am Eingang  
des FM-ZF-Verstärkers**

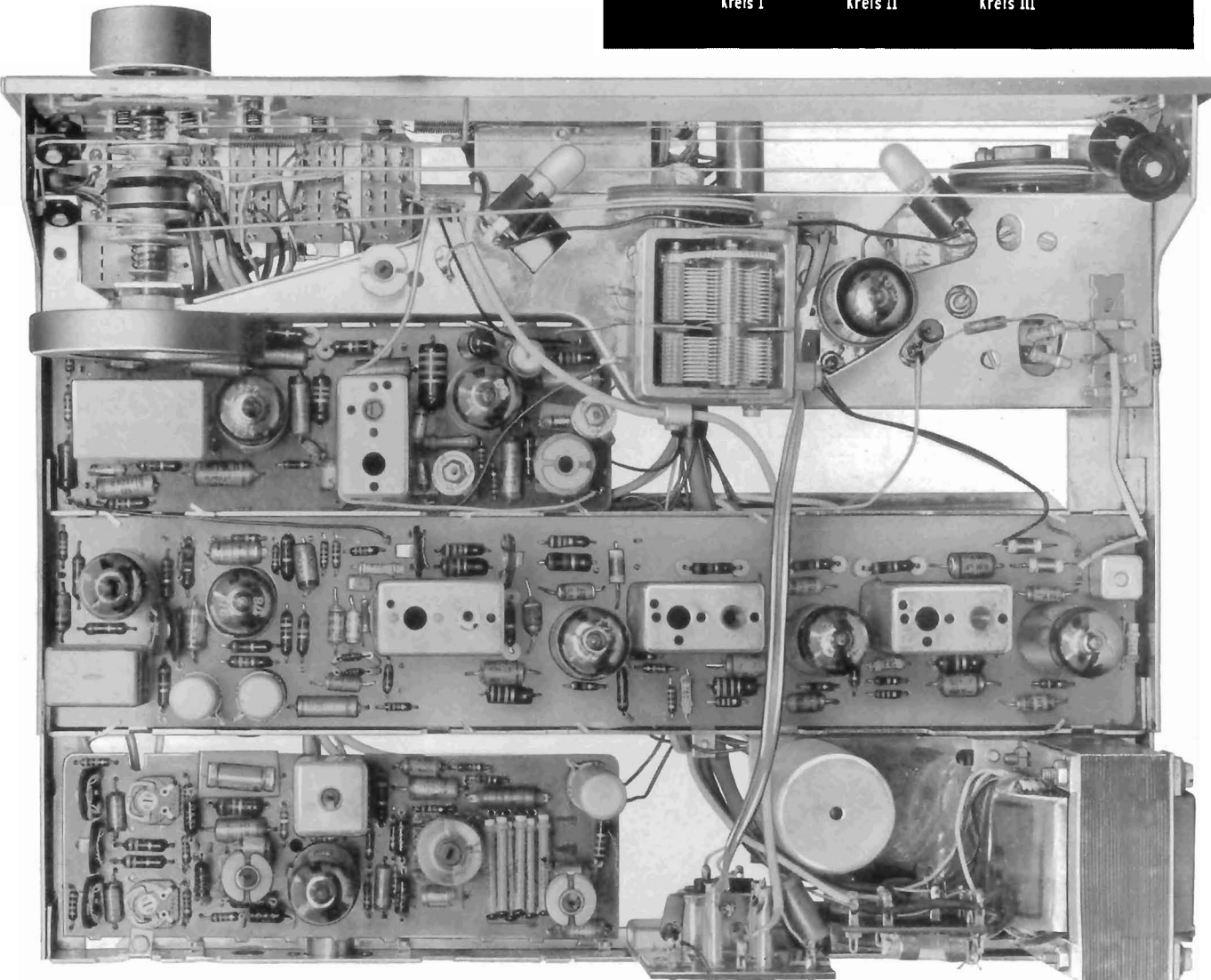
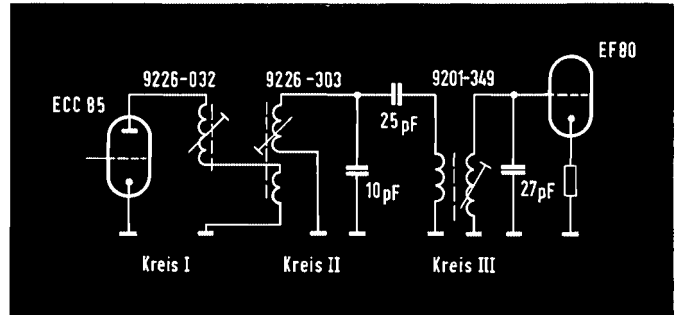
Die Spulen 9226—032, 9226—303 und 9201—349 bilden zusammen ein Dreifachfilter — wie **Bild 12** zeigt. Bei stark einfallenden Sendern übernimmt dieses Dreifachfilter fast allein die Selektion, da die nachfolgenden Kreise durch den dämpfenden Einfluß der Gitterstrombegrenzung sehr breit werden. Die Auslegung des Filters erfolgte auf gute Selektion, ausreichende Bandbreite und möglichst konstante Gruppenlaufzeit. Eine konstante Gruppenlaufzeit ist die Voraussetzung für einen niedrigen Klirrfaktor bei FM. Für Leser, denen der Begriff „Gruppenlaufzeit“ nicht geläufig ist, soll eine kurze Erläuterung folgen.

**Bild 13** zeigt zwei Sinuswellen, deren Frequenzverhältnis 1:2 ist. (Grund- und Oberwelle). Von der Grundwelle wird in der Zeit T eine Periode durchlaufen, während der Sinus mit der doppelten Frequenz auch doppelt so viele Perioden, also zwei, ausführt. Auf einen bestimmten Zeitpunkt T<sub>1</sub> bezogen, ist die Phasendrehung der doppelten Frequenz



**Bild 13** Zur Erklärung der Gruppenlaufzeit

**Bild 12** Prinzipschaltung des im RT 50 benutzten FM-Dreifach-Bandfilters



**Bild 4** Chassis-Draufsicht. Deutlich sind die einzelnen Baugruppen — AM-Teil, FM-Teil, Stereo-Decoder — zu erkennen. (Die Abschirmhaube des Stereo-Decoders (links hinten) wurde bei diesem Foto entfernt)

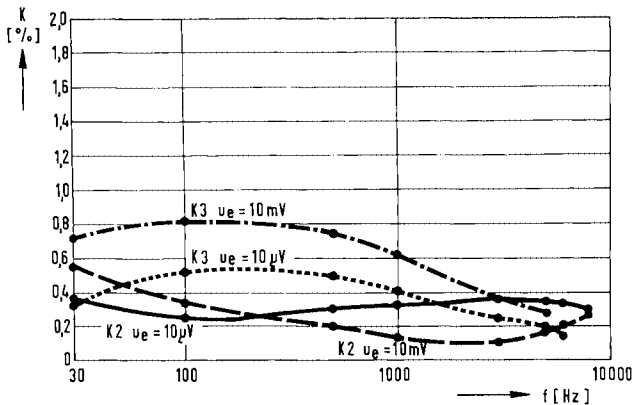


Bild 14 Klirrfaktor des RT 50 bei einem Hub von 40 kHz.  $f_e = 100 \text{ MHz}$ ;  $u_e = 10 \mu\text{V}$  und  $10 \text{ mV}$  (Normalhub)

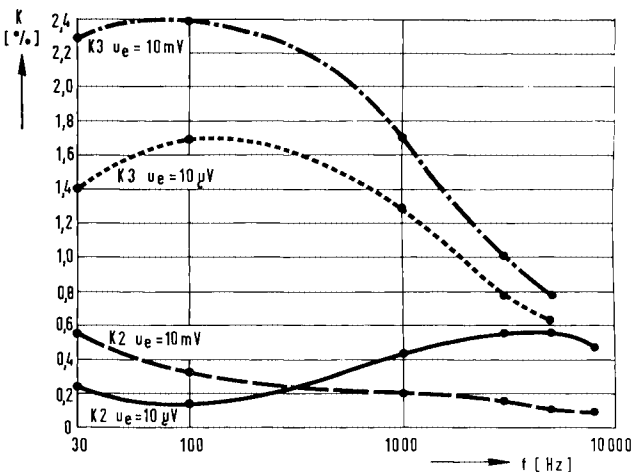


Bild 15 Klirrfaktor des RT 50 bei einem Maximalhub von 75 kHz.  $f_e = 100 \text{ MHz}$ ;  $u_e = 10 \mu\text{V}$  und  $10 \text{ mV}$

genau doppelt so groß wie die der Grundwelle. Man kann also sagen, daß der Phasenwinkel  $\varphi$  linear mit der Frequenz  $f$  ansteigen muß:

$$\varphi = \text{const} \cdot \omega; (\omega = 2\pi f \text{ Kreisfrequenz})$$

Die Gruppenlaufzeit ist nun definiert als Änderung der Phasendrehung mit der Frequenz. Mathematisch gesehen ist es der Differentialquotient. (Differenziale sind sehr kleine Größen.)

$$\text{Gruppenlaufzeit } \tau = \frac{d\varphi}{d\omega}$$

Führt man diese Rechenoperation aus, so ergibt sich  $\frac{d\varphi}{d\omega} = \text{const.}$

Physikalisch gesehen bedeutet dieses, daß ein Rechtecksprung nach Durchlaufen eines Systems mit konstanter Gruppenlaufzeit (also mit der Frequenz linear ansteigender Phasendrehung) wieder als Rechtecksprung erscheint.

Beim Stereoempfang treten relativ große Frequenzbänder im Verhältnis zur verwendeten Hochfrequenz auf, die Gruppenlaufzeitdifferenz  $\Delta \tau$  wird somit bereits zu einem maßgebenden Faktor. Bei Monoempfang sind die Verhältnisse wesentlich unkritischer.

Der sehr geringe Klirrfaktor des Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuners RT 50 (Bilder 14 und 15) ist im wesentlichen auf die günstige, nämlich sehr geringe, Gruppenlaufzeitdifferenz (Bild 16) zurückzuführen.

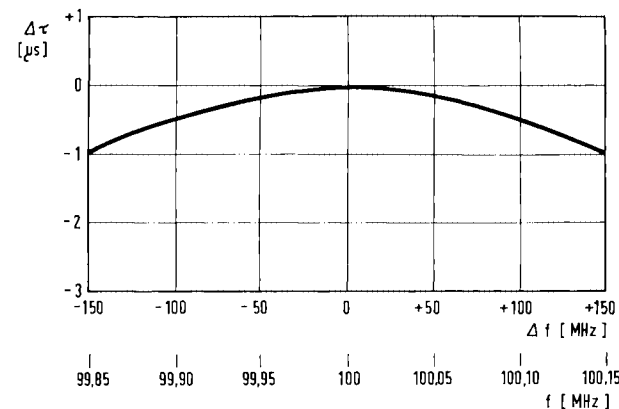


Bild 16 Gruppenlaufzeitdifferenz des RT 50 bei Verstimmung der  $f_e$  von  $100 \text{ MHz}$  bis  $\pm 150 \text{ kHz}$

1) Nähere Erläuterungen über die Entstehung von Verzerrungen durch ungünstige Gruppenlaufzeitdifferenzen beim FM-Empfang und die mathematischen Zusammenhänge zwischen den Übertragungswerten des ZF-Verstärkers und dem Klirrfaktor behandelte der Beitrag „Welche Anforderungen werden an den ZF-Verstärker und Ratiodektor eines Stereo-Rundfunkempfängers gestellt?“ (GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN, Heft August 1963, Seiten 618 . . . 620).

### Drei ZF-Verstärkerstufen mit verstimmungsfrei arbeitender Begrenzung

Von dem erwähnten Dreifachfilter wird die Zwischenfrequenz an das Gitter der ersten Verstärkeröhre EF 80 geführt, der ein ZF-Einzelkreis folgt. Über eine kapazitive Auskopplung gelangt die ZF zur zweiten Röhre EF 80, deren Begrenzerspannung das Bremsgitter der vorhergehenden Röhre regelt. Die letzte ZF-Röhre erhält die Zwischenfrequenz über ein Zweifachbandfilter.

Alle Röhren haben in der Kathode einen unüberbrückten Widerstand. Hiermit wird eine Kompensation der sich ändernden Gittereingangskapazität erreicht. Die Funktion ist kurz folgende: Gitter und Kathode sind bekanntlich gleichphasig. Ändert sich die Gitterspannung zu positiven Werten, so tritt an der Kathode eine derartige Spannungsänderung auf, daß scheinbar die Gitterkathodenkapazität konstant bleibt. Das Prinzipschaltbild zeigt Bild 17, und Bild 18 das Ersatzschaltbild.

Diese Schaltung setzt eine einwandfreie Neutralisation voraus. Zusammen mit der Kompensation der dynamischen Eingangskapazität ergibt sich auch eine Erhöhung des Eingangswiderstandes. Dadurch wird ein Teil des Verstärkungsverlustes ausgeglichen, der durch den un-

des FM-ZF-Verstärkers im Hinblick auf die kommende Rundfunk-Stereophonie“ im Heft August 1963 auf den Seiten 578 bis 581 sowie im Beitrag über das Stereo-Rundfunkempfangsteil HF 10 der GRUNDIG Bausteinserie (Heft November 1963, Seiten 618 bis 620) berichtet.

### Breitband-Ratiodektor

Auf die letzte ZF-Röhre folgt ein symmetrischer Ratiodektor, dessen Auslegung weitgehend dadurch beeinflusst wird, daß eine einwandfreie Übertragung des Frequenzbandes bis 53 kHz gefordert wird. Das Oszillogramm Bild 19 zeigt den Verlauf seiner „S-Kurve“. Weiterhin soll er in einem großen Spannungsbereich einen konstanten Nullpunkt der

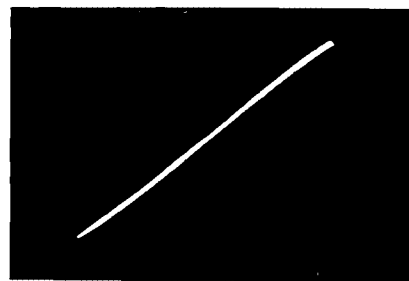


Bild 19 Oszillogramm der Ratiodektor-Arbeitskennlinie. Der Höckerabstand beträgt  $480 \text{ kHz}$ .

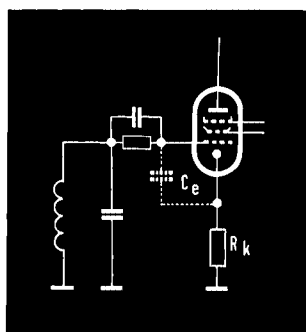


Bild 17 HF-Gegenkopplung durch einen nicht überbrückten Kathodenwiderstand zur Kompensation von  $C_e$  bei Begrenzerstufen

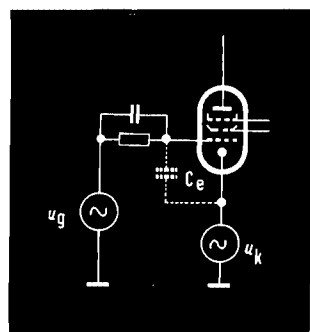


Bild 18 Die Ersatzschaltung zu Bild 17. Die Änderung von  $C_e$  bei Regelung der Röhre wird nahezu aufgehoben

überbrückten Kathodenwiderstand auftritt. Weitere Einzelheiten dazu wurden bereits in dem Beitrag „Welche Anforderungen werden an den ZF-Verstärker und Ratiodektor eines Stereo-Rundfunkempfängers gestellt?“ (Die Dimensionierung

Nachstimmspannung für die Mittelfrequenz liefern. In Bild 20 ist der Verlauf der Niederfrequenzspannung, der Ratiodektorspannung und der Begrenzerspannungen an den einzelnen Gittern in Abhängigkeit von der Eingangsspannung dargestellt. Man sieht, daß nach einem

steilen Anstieg im Anfangsbereich ein konstanter Verlauf der NF-Ausgangsspannung vorhanden ist.

### Automatische UKW-Scharfabstimmung

Um eine Fehleinstellung weitgehend zu vermeiden, wurde das Gerät mit einer automatischen Scharfabstimmung ausgerüstet. Die Prinzipschaltung zeigt Bild 21. Mit dem Stabilisator 2,8 St 10 und dem Widerstand R 38 wird eine stabilisierte Spannung von ca. 2,3 V erzeugt. Der Temperaturkoeffizient dieser Spannung wird mit Hilfe von R 42 (einem Newi) und R 43 beseitigt. Ist das Gerät auf einen Sender genau abgestimmt, so führt der Punkt A des Radiodetektors keine Spannung gegen B. Es liegt dann über den Radiodetektor die stabilisierte Spannung an der Nachstimm-diode BA 102 und bestimmt deren Arbeitspunkt. Tritt dagegen eine Verstimmungsspannung am Radiodetektor zwischen A und B auf, so wird diese Spannung über R 39 der BA 102 zugeführt. Die beiden Dioden BA 100 begrenzen die Nachstimmspannung auf 600 mV. Dadurch ist ein definierter Fang- und Ziehbereich gegeben, unabhängig von der ZF-Durchlaufkurve. Man kann also im Interesse einer geringen Restverstimmung die Ankopplung der Diode sehr fest wählen. Der Gegenkopplungsfaktor der Schaltung beträgt etwa 8. Die Netzspannungsabhängigkeit ist sehr gering. Mit Hilfe eines Schalters läßt sich die Scharfabstimmung beim Abgleich des Gerätes außer Betrieb setzen. Die beschriebene Schaltung wird auch im GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Rundfunkempfangsteil HF 10 verwendet und hat sich ausgezeichnet bewährt.

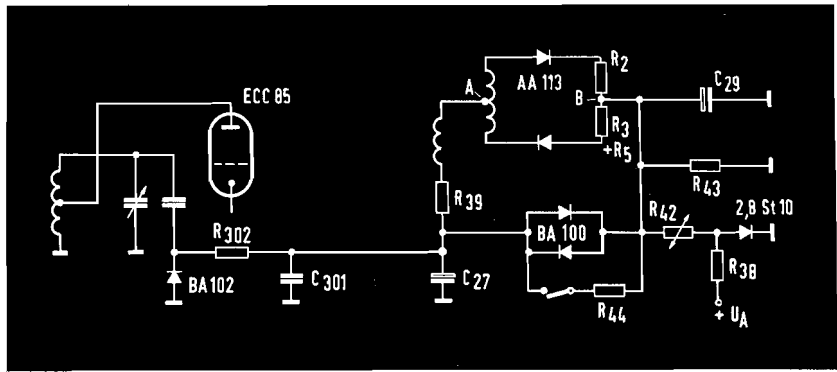


Bild 21 Prinzipschaltung der automatischen UKW-Scharfabstimmung

### UKW-Stillabstimmung

Wie schon eingangs erwähnt, ist das Gerät mit einer automatischen UKW-Stillabstimmung ausgestattet. Dadurch wird das störende Zwischen-senderrauschen vermieden. Der Ansprechpegel ist einstellbar und gestattet eine Anpassung an die verschiedenen HF-Pegel. Im Prinzip besteht die Schaltung aus einem Kathodenverstärker und einer Schalt-röhre, die den Verstärker aufschaltet oder sperrt. Bild 22 zeigt das Prinzipschaltbild mit den wesentlichen Bauelementen. Über C 32 wird die Niederfrequenz zugeführt und nach der Impedanzwandlung in der Kathode über C 34 abgenommen. Solange keine Regelspannung an das Gitter der Steuerröhre geliefert wird, liegt die Anode auf einem Potential, das der Restspannung

entspricht. Über R 45 wird dem Kathodenverstärker nur eine sehr geringe Vorspannung gegeben, und es erfolgt völlige Sperrung über R 49 und R 47. Tritt dagegen eine Regelspannung auf, so wird die Anode der Steuerröhre fast bis auf die volle Betriebsspannung hochlaufen; der Arbeitspunkt des Kathodenverstärkers kommt dadurch in dem gewünschten Gebiet zu liegen.

Die Regelspannung wird über R 28 von dem Gitter der letzten Begrenzer-röhre EF 80 geliefert. Über R 31 und das Potentiometer R 34 wird der gewünschte Spannungspegel eingestellt. Die Diode OA 50 verhindert dabei ein Positivwerden des Steuergitters der EF 80.

Bei der Abstimmung des Gerätes ist es erwünscht, daß in der Drehrichtung auf

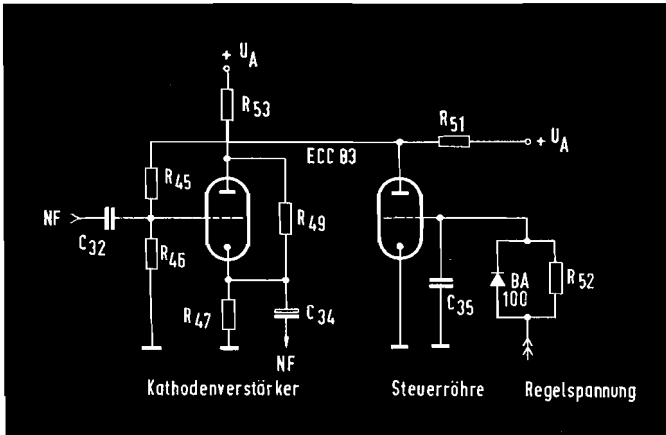


Bild 22 Prinzipschaltung der Stillabstimmung

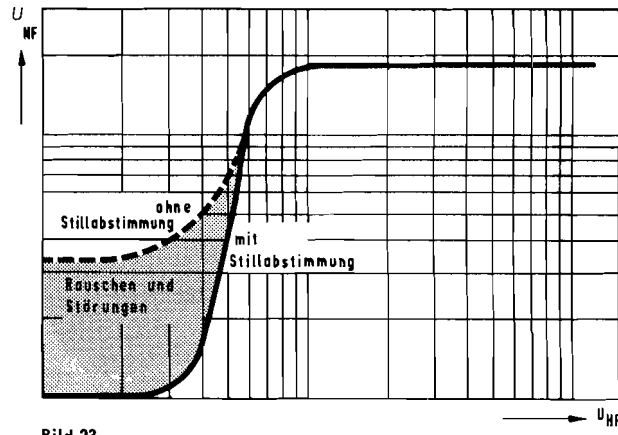


Bild 23 Wirkungsweise der im RT 50 angewandten Stillabstimmungs-Schaltung

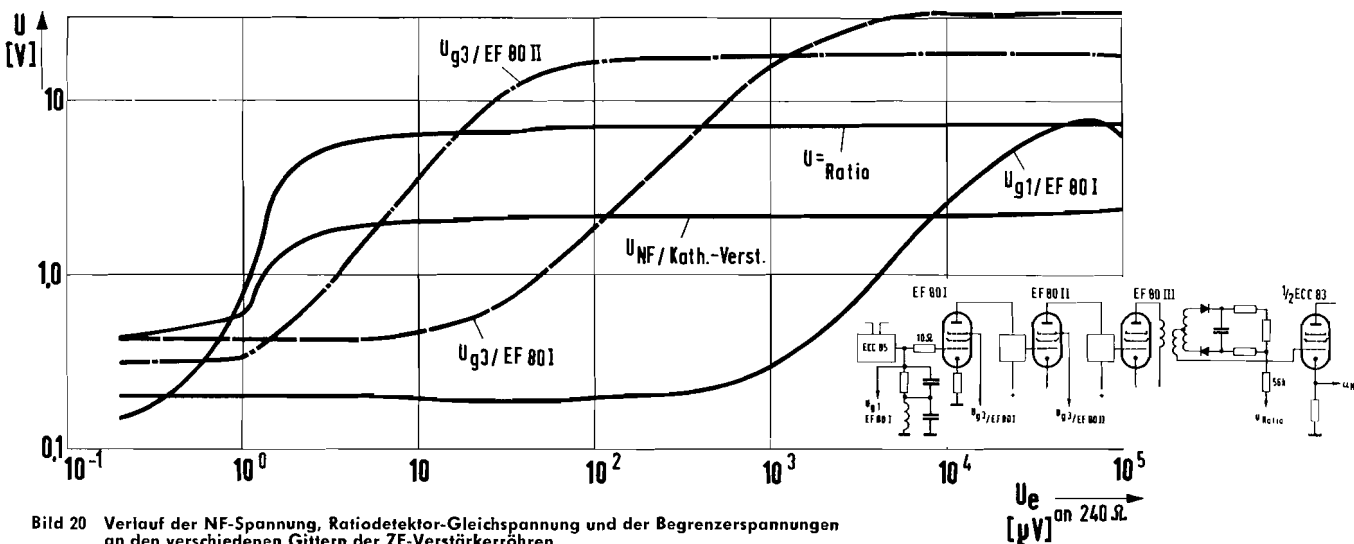


Bild 20 Verlauf der NF-Spannung, Radiodetektor-Gleichspannung und der Begrenzerspannungen an den verschiedenen Gittern der ZF-Verstärkerröhren

den Sender zu die Lautstärke langsam ansteigt, während beim Weiterdrehen vom Sender weg die Niederfrequenzspannung sehr schnell abfällt. Diese Forderung wird auf einfache Art durch die Diode BA 100 und den Widerstand R 52 erfüllt. Steigt die negative Spannung in Richtung auf den Sender an, so wird C 35 langsam über R 52 aufgeladen, da die BA 100 in diesem Falle in Sperrrichtung arbeitet. Beim Absinken der Regelspannung am Gitter der EF 80 arbeitet die BA 100 in Durchlaßrichtung und entlädt C 35 sehr schnell.

Die Stillabstimmung ist nur bei FM in Betrieb. Bei AM wird die Anode der Verstärker abgeschaltet; der Kathodenverstärker arbeitet dann nur als Impedanzwandler.

In **Bild 23** ist der Verlauf der NF-Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung dargestellt. Der Hub ist dabei konstant.

### Steuerung des Magischen Auges für schwach und stark empfangene Sender

Bei einem Gerät mit hoher Verstärkung und guter Begrenzung ändert sich die Richtspannung am Ratiodektor bei Verstimmung des Gerätes nur wenig. Wird das Magische Auge nur von dieser Gleichspannung gespeist, so ist eine genaue optische Abstimmung nicht mehr möglich. Steuert man das Magische Auge nur von der letzten Begrenzeröhre, so erhält man zwar eine gute Anzeige, die aber bei schwachen Sendern nicht arbeitet. Ein Ausweg wäre durch eine Doppelanzeigeröhre gegeben. Bei dem Gerät RT 50 wurde ein anderer Weg beschritten. Bei kleinen Antennenspannungen wird das Magische Auge vom Ratiodektor gespeist. Bei größeren Eingangsspannungen, wenn also die Begrenzung einsetzt, wird über eine Siliziumdiode BA 100 und den Widerstand R 121 die Anzeigespannung vom letzten Begrenzergitter geliefert. Dadurch ist eine einwandfreie Einstellung sowohl schwacher als auch stärkerer Sender gewährleistet.

Mit R 23 und R 117 wird eine positive Spannung auf die AM-Diode gegeben, so daß der Nullausschlag, der durch das Grundrauschen des Gerätes hervorgerufen wird, kompensiert wird. Bei AM-Empfang ist die BA 100 in Sperrrichtung vorgespannt durch die AM-Richtspannung. Die Steuerung des Magischen Auges erfolgt bei AM in üblicher Weise. R 23 wird so eingestellt, daß sich bei FM und AM ohne Antennensignal gleicher Nullausschlag ergibt.

### Eingebauter Stereo-Decoder

Am Ausgang des Ratiodektors erscheint das Stereo-Gesamt signal, das nun im Decoder wieder in die beiden ursprünglichen NF-Signale L und R zurückverwandelt werden muß. Dem im RT 50 eingebauten Decoder fallen folgende Aufgaben zu:

1. Trennen der drei Signale des Gesamt signals in Summe, Seitenbänder und Pilotträger.
2. Gewinnung des zur Demodulation erforderlichen Hilfsträgers aus dem Pilotträger.

3. Zusatz des Hilfsträgers in der richtigen Phasenlage zu den Seitenbändern.
4. Einfügen einer Deemphasis im hilfsträgerfrequenten Differenzkanal und Demodulation von Hilfsträger und Seitenbändern.
5. Einfügen einer Deemphasis im Summenkanal.
6. Umwandlung der Summen- und Differenzsignale in die ursprünglichen NF-Signale L und R.
7. Erzeugung einer Steuerspannung für die automatische Mono-Stereo-Umschaltung.

Die grundsätzliche Arbeits- und Schaltungsweise von Stereo-Decodern sowie die Stereo-Norm wurden bereits im Heft August 1963 von „GRUNDIG Technische Informationen“ (Seiten 567 bis 577) erklärt. Hier soll deshalb nur auf die Schaltungsbesonderheiten eingegangen werden.

Um eine einwandfreie Demodulation zu ermöglichen, muß, wie bereits angedeutet, den Seitenbändern der Träger wieder zugesetzt werden. Es ist erforderlich, daß der zugesetzte Träger mindestens die gleiche Amplitude wie die beiden Seitenbänder zusammen und außerdem die richtige Phasenlage hat. Beide Bedingungen müssen erfüllt sein, da sonst erhebliche Verzerrungen auftreten. Wie aus der Stereo-Norm hervorgeht, (siehe auch Bild 2 auf Seite 568 des Heftes August 1963), können die Seitenbänder eine Amplitude von 90% der Basis signalamplitude erreichen. Da der Pilotträger nur 8...10% der Basissignalamplitude hat, ist eine Anhebung des Hilfsträgerpegels um 20 dB nötig. In einzelnen werden diese Forderungen wie folgt erfüllt:

Das am Stereo-Decoder (Kontakt 10a) eingespeiste Basissignal wird über den Trennkondensator C 151 einem Spannungsteiler R 151, R 153 zugeführt. Dieser Spannungsteiler setzt den Eingangspegel des Decoders um ca. 25% herab und soll den Lautstärke sprung, der bei der Umschaltung des Gerätes von Mono auf Stereo-Empfang durch die zusätzliche Stereoinformation entsteht, ausgleichen. Das im Pegel reduzierte Basissignal wird über einen weiteren Trennkondensator C 152 dem Gitter des ersten Triodensystems der ECC 81 I zugeführt. Die Widerstände R 154, R 155 dienen zur Einstellung des Arbeitspunktes. In der Anodenleitung des Triodensystems befindet sich ein Kreis BV 9223—102 und C 154, der auf die Pilotträgerfrequenz, also auf 19 kHz, abgestimmt ist. An diesem Kreis erscheint, bereits verstärkt, der Pilottonträger. Die an der Gegentaktkoppelwicklung, welche, um Güteverluste zu vermeiden, durch den Kondensator C 155 mit in die Abstimmung des Kreises einbezogen wird, stehende Spannung mit der Frequenz 19 kHz wird in einer Gegentakt-Gleichrichteranordnung mit zwei Dioden OA 81 frequenzverdoppelt und über den Kondensator C 157 dem Gitter des zweiten Triodensystems der ECC 81 I zugeführt. Die jetzt entstandene Frequenz von 38 kHz dient, nach genügender Verstärkung, zur Träger-Wiedereinführung.

Die am Gleichrichterarbeitswiderstand R 158 stehende negative Gleichspannung wird über den Widerstand R 159 der Schaltung für die Mono-Stereo-Umschaltautomatik zugeführt. Die negative Polarität der Spannung ist durch eine entsprechende Polung der Dioden gegeben.<sup>2)</sup> In Serie zu dem 19-kHz-Anodenkreis des ersten Triodensystems liegt ein weiterer gedämpfter Kreis BV 9235—104 und C 1 mit einer Mittenfrequenz von 38 kHz. An diesem Kreis stehen die Seitenbandsignale, die mit die Differenz-NF beinhalten. Sie werden über eine Koppelwicklung dem Demodulator zugeführt. Der Kreis hat eine Bandbreite von 6,4 kHz, wodurch eine Absenkung der Seitenbänder entsprechend einer Deemphasis von 50 µs erreicht wird. Das hochfrequente Analogon eines einfachen RC-Tiefpaßgliedes, durch welches die Deemphasis normalerweise dargestellt wird, ist ein Einzelkreis. Es besteht die Forderung, daß dieser Kreis einen symmetrischen Kurvenverlauf zu beiden Seiten der Resonanzfrequenz haben muß, was jedoch von einem Kreis mit relativ großer Bandbreite nicht erfüllt wird, weil die tiefere Flanke immer steiler ist als die höhere. Deshalb wurde zur Frequenzgangkorrektur in der Kathode der Röhre die Kombination BV 9235—101 / C 1 / C 156 angeordnet. Der Kathodenwiderstand R 156 ist sehr groß, so daß die Röhre stark gegengekoppelt ist. Die eine Teilinduktivität der Spule BV 9235—101 bildet zusammen mit dem Kondensator C 156 einen Serienresonanzkreis, der auf 19 kHz abgestimmt ist. Dieser Serienresonanzkreis hebt die Gegenkopplung der Röhre teilweise auf, wodurch nicht nur eine hohe Verstärkung für die Pilottonfrequenz, sondern auch eine Anhebung der unteren Flanke der Durchlaßkurve im Anodenkreis erreicht wird. Zusätzlich bildet die Spule BV 9235—101 zusammen mit dem Kondensator C 1 einen Parallelresonanzkreis, der auf 63 kHz abgestimmt ist, wodurch die Gegenkopplung bei dieser Frequenz besonders kräftig wird, und somit eine Versteilerung der oberen Flanke bewirkt.

Außerdem wird hierdurch die in den USA benutzte Modulation des 63-kHz-Zusatzverstärkers unterdrückt.

Das zweite Triodensystem der ECC 81 I dient ausschließlich zur Verstärkung des regenerierten Hilfsträgers. In der Anodenleitung befindet sich ein Kreis BV 9235—103 / C 1, der auf 38 kHz abgestimmt ist. Die auf diesem Kreis angebrachte Gegentaktkoppelwicklung ist bereits ein Teil einer „Ringmodulator“ ähnlichen Diodenschaltung. Im Gegensatz zum Graetz-Gleichrichter sind hier alle vier Dioden in gleicher Polrichtung hintereinandergeschaltet (**Bild 24**).

(Fortsetzung auf Seite 695)

<sup>2)</sup> Bei den einzeln gelieferten GRUNDIG Stereo-Decodern IV und V sind die Frequenzverdoppler-Dioden entgegengesetzt gepolt, da hier für das „Stereo-Auge“ ein positiver Richtstrom erforderlich ist. Die durch eine entgegengesetzte Gleichrichterpolung sich ergebende Polaritäts-Umkehrung des HF-Differenzsignals wird durch eine gleichzeitige Umpolung der Spulenanschlüsse des Ausgangskreises wieder aufgehoben. Somit ergeben sich sowohl bei den Einzel-Stereo-Decodern IV und V als auch bei dem im RT 50 organisch eingebauten Stereo-Decoder die gleichen Übersprechdämpfungs-Abgleichpunkte bzw. die gleichen Anschlußpunkte für die L- und R-NF-Ausgangssignale.





# Die NF-Ausgangsstufen des GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Rundfunktoners RT 50

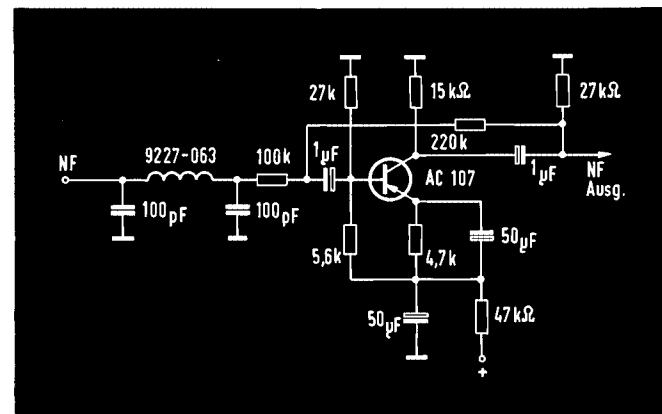
(Fortsetzung der Gesamt-Schaltungsbeschreibung)

Bei der Entwicklung des RT 50 wurde großer Wert darauf gelegt, daß abgeschlossene NF-Verstärker keinen Einfluß auf den Frequenzgang oder die Ausgangsspannung ausüben können. Zu diesem Zweck arbeitet im Ausgang ein Transistorimpedanzwandler mit einem Ausgangswiderstand von 2 k $\Omega$ . Die Prinzipschaltung einer dieser Verstärkerstufen zeigt **Bild 27**.

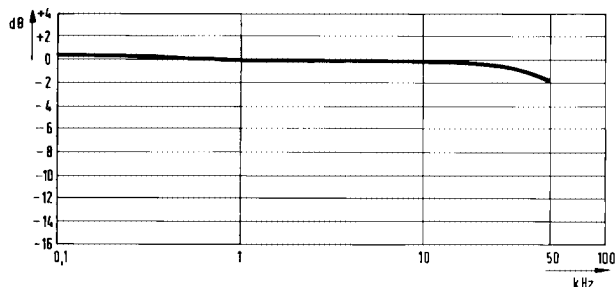
Über einen Tiefpaß mit einer Grenzfrequenz von 15 kHz gelangt das NF-Signal in Stromeinspeisung an die Basis des Transistors AC 107. R 255 bzw. R 256 dient gleichzeitig als Abschluß des Tiefpaßfilters. Nach der Verstärkung im AC 107 wird ein Teil der Ausgangsspannung zur Basis zurückgeführt und setzt die nichtlinearen Verzerrungen sehr stark herab. Gleichzeitig erniedrigt sich dadurch der Ausgangswiderstand erheblich.

Der Transistor AC 107 wurde gewählt, weil er eine hohe obere Grenzfrequenz und ein sehr geringes Rauschen vor allem bei tiefen Frequenzen hat. Das Tiefpaßfilter verhindert, daß Frequenzen oberhalb des Hörbereichs in den NF-Verstärker gelangen und dort unkontrollierbare Übersteuerungen oder Mischungen hervorrufen. Die Stufen sind über große Emitterwiderstände gegen

Streuungen der Transistorexemplare und thermische Einflüsse stabilisiert. Der zulässige Temperaturbereich geht bis +60°C. Die Durchgangsverstärkung des gesamten NF-Bausteins ist etwa 1. Die Übersprechdämpfung zwischen den Kanälen ist größer als 70 dB. Es wird also das Übersprechen nur vom Decoder und vom Gerät bestimmt. Wegen des kleinen Ausgangswiderstandes können bedenkenlos sehr große Kabellängen am Ausgang verwendet werden. Erst bei einer Kabellänge von ca. 50 m tritt eine Schwächung der Frequenzen um 15 kHz von -3 dB auf. Der RT 50 kann ohne weiteres dazu verwendet werden, mehrere Verstärker zu speisen, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht. **Bild 28** zeigt den Frequenzgang des Gerätes bis zum Ausgang des Kathodenverstärkers. Die NF-Ausgänge des RT 50 sind auf eine fünfpolige Stereo-Normbuchse geführt. Der linke Kanal liegt auf Kontakt 3, der rechte Kanal auf Kontakt 5. Diese Zuordnung ist mit derjenigen von Stereo-Plattenspielern und Stereo-Tonbandgeräten identisch und entspricht auch der Radio-Eingangsbuchse des GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Vollverstärkers SV 50.



**Bild 27**  
Prinzipschaltung der NF-Ausgangsstufen des RT 50. Die Schaltung der Ausgangs-Normbuchse ist dem Gesamtschaltbild auf den Seiten 659/660 dieses Heftes zu entnehmen



**Bild 28**  
Frequenzgang des Gerätes RT 50 bis zum Decoder-Eingang

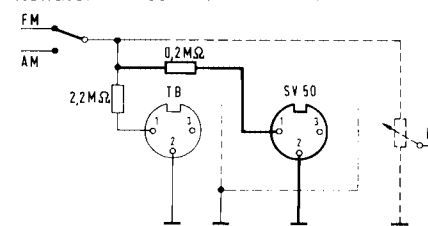
Im nächsten Heft folgt die Schaltungsbeschreibung des UKW-Mischteils (mit den Bildern 6 bis 11), des AM-Teils (mit den Bildern 29 bis 31) und des Netzteils

Der GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuner RT 50 besitzt nicht nur für neu zu errichtende Hi-Fi-Anlagen große Bedeutung, sondern bietet auch für ältere, mit einem hochwertigen Stereo-NF-Teil ausgestattete Konzertschränke oder mit Teilen der Bausteinserie erstellte Hi-Fi-Anlagen die ideale Ergänzungsmöglichkeit. Er kann an Hi-Fi-Verstärker und andere hochwertige Stereogeräte aller Fabrikate angeschlossen werden. Eine besonders elegante Kombination, die allerhöchste Hi-Fi-Ansprüche erfüllt, stellt natürlich die Verbindung des RT 50 mit dem GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Vollverstärker SV 50 dar, der im Heft Oktober/November 1963 der „Technischen Informationen“ ausführlich besprochen wurde.

# Anschlußhinweise für den GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Voll- verstärker SV 50

(Fortsetzung von Seite 663)

nach **Bild 5** eingebaut werden. Ein für eine Normbuchse fertig gelochter Winkel (Zeichnungs-Nr. 615—008 Ausf. 1) steht bei unserem Zentral-Kundendienst zur Verfügung. Auf möglichst kurze und brummfreie Leitungsführung ist bei allen Rundfunk-Anschlüssen zu achten!



**Bild 5**  
Schaltung einer zusätzlichen RT-50-Anschlußbuchse bei einem Mono-Rundfunkgerät

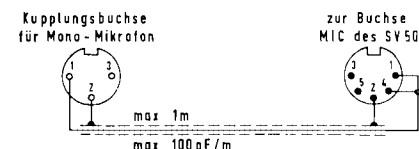
In gleicher Weise kann auch der Anschluß bei Stereo-Rundfunkgeräten vorgenommen werden. Man baut hierbei eine fünfpolige Buchse ein und verbindet Kontakt 3 über einen 0,2-M $\Omega$ -Widerstand mit dem Bezugspunkt des linken Kanals, Kontakt 5 mit dem des rechten Kanals.

Bei größeren GRUNDIG Stereogeräten mit getrennten TA- und TB-Buchsen (z. B. 3397 Stereo oder 5490 Stereo) kann auch die TA-Buchse für den SV-50-Anschluß umgeschaltet werden. Beispiele dafür bringen die rechts nebenstehend gezeigten Schaltungsausschnitte (**Bilder 6 und 7**) dieser Geräte. Die Änderung für den SV-50-Anschluß ist jeweils farbig eingezeichnet. **Bild 8** zeigt das erforderliche Anschlußkabel.

Eine weitere Anschlußmöglichkeit, die jedoch als Behelfslösung gelten muß, sich aber schnell durchführen läßt, ergibt sich durch Verbindung der Dioden-Buchse des Rundfunkempfängers mit der Mikrofonbuchse des SV 50. Allerdings muß bei neueren Rundfunkgeräten (ab ca. 1958) ein 50-k $\Omega$ -Widerstand nach Masse gelegt bzw. im Stecker des Kabels angeschlossen werden. Außerdem ist es bei Anschluß von Mono-Rundfunkgeräten erforderlich, im Stecker die Kontakte 1 und 4 miteinander zu verbinden.

## Buchse MIC

Mikrofonanschluß für Mono- und Stereoübertragung und -Aufnahme, z. B. bei Tanzveranstaltungen, Vorträgen usw. Wir empfehlen die hochwertigen GRUNDIG Hi-Fi-Mikrofone GDM 121 oder GBM 125 (mit Richtcharakteristik). Um bei Mono-Mikrofon-Übertragungen die volle Verstärkerleistung und bestmögliche Rauschfreiheit zu erhalten, ist das Mikrofon über ein Zwischenkabel nach **Bild 9**



**Bild 9** Zwischenkabel zum Anschluß von Mono-Mikrofonen (z. B. GRUNDIG GDM 121 oder GBM 125) an den Verstärker SV 50

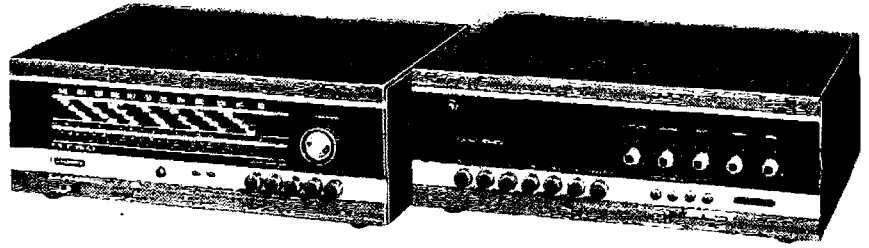
anzuschließen. Am SV 50 ist die Mono-Stereo-Taste nicht zu drücken (bzw. auszulösen); der Verstärker arbeitet dann im Stereobetrieb. Die Kanalzusammenschaltung erfolgt am Stecker des Zwi-



# GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuner RT 50

## 2. Teil der ausführlichen Schaltungsbeschreibung

Der erste Teil des Beitrages über den RT 50 erschien zusammen mit dem Gesamtschaltbild auf den Seiten 653/660 und 695/696 des Heftes Januar 1964 der „GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN“.



### FM-UKW-Mischteil

Von der UKW-Antennenbuchse gelangt die Empfangsspannung über ein Eingangsbandfilter an die Kathode der Vorstufe, die in neutralisierter Gitterbasisschaltung arbeitet. Die Neutralisation erfolgt über die Anschlußleitungen des Kondensators C 303, der im übrigen nur zur Gleichstromtrennung dient. Bild 6 zeigt die Wirkungsweise der Neutralisation. Mit Hilfe einer Stern-Dreieckstransformation läßt sich das Prinzipschaltbild umrechnen auf das folgende Bild 7. Die Induktivität  $L'$ , die nicht identisch ist mit  $L$ , bildet mit C 3 einen Reihenresonanzkreis, der das Gitter erdet. Damit wird die Rückwirkung von Anode auf Kathode ein Minimum.  $L'$  wird dabei durch die Zuleitungen von C 303 gebildet.

Bei der Vorstufenschaltung handelt es sich genau genommen nicht um eine reine Gitterbasisschaltung. Man muß die Prinzipschaltung durch die Kathodeneingangskapazität ergänzen. Es ergibt sich damit Bild 8. Die Schaltung läßt sich grundsätzlich auch nach Bild 9 ausführen. Die kapazitive Teilung ist dabei durch eine Anzapfung ersetzt worden. Damit sieht man ganz deutlich, daß es sich im Prinzip um eine Zwischenbasisschaltung handelt, deren Anzapfungsverhältnis aber zur Gitterbasisschaltung tendiert ( $C_K < C_4$ ). Das Anzapfungsverhältnis in der ausgeführten Schaltung ist dabei durch  $C_K$  und  $C_4$  gegeben.

Die Anodenspannung für die Vorstufe wird über die Drossel 9218—016 zugeführt. Bei der Kombination der Drossel 9239—004 und dem Widerstand R 304 handelt es sich um eine Maßnahme zur Verhinderung von Dezimeterschwingungen. Über C 307 gelangt die Hochfrequenz zur Abstimmung an den Zwischenkreis 9226—177. Über C 309 ist das Mischröhrengitter angeschlossen. Mit der Spule 9226—253 wird die Schaltung zu einer Brücke ergänzt, wie Bild 10 zeigt.

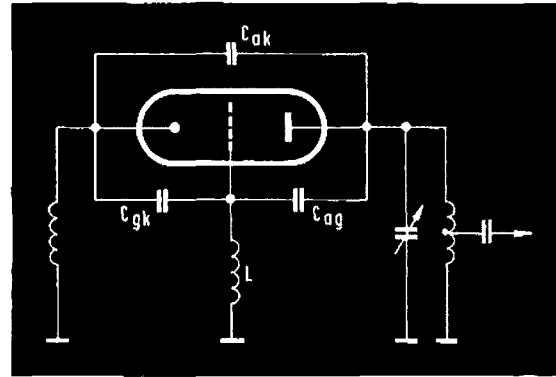


Bild 6 Neutralisation der Vorstufe des RT-50-UKW-Mischteils

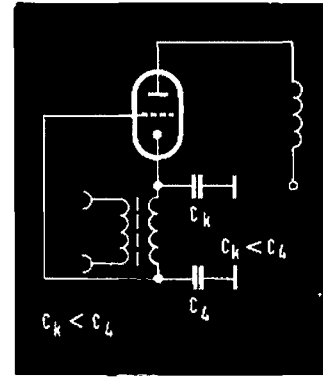


Bild 8 Antenneneinkopplung - Prinzipschema

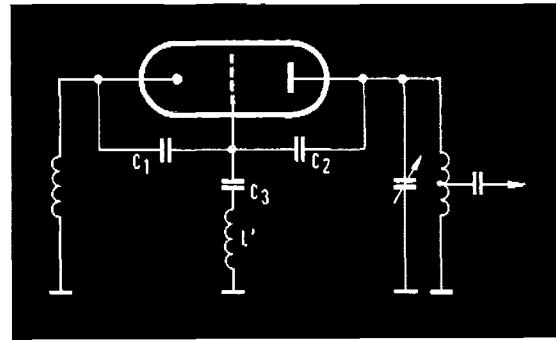


Bild 7

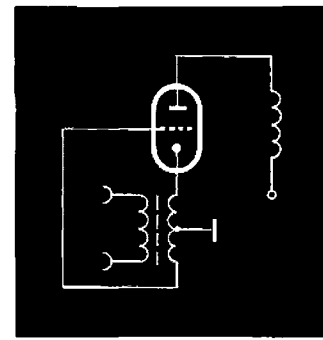


Bild 9 Andere Darstellung der Wirkungsweise von Bild 8

Bild 11 zeigt das genauere Ersatzschaltbild. Mit Hilfe dieser Brückenschaltung wird die Ausstrahlung der Grundwelle in den gewünschten Grenzen gehalten. Die Oberwellenausstrahlung ist durch konstruktive Maßnahmen sehr niedrig und liegt weit unter den zulässigen Grenzen. Mit Hilfe von C 317 wird die unerwünschte Kathodeninduktivität kompensiert und der Mischstufeneingang hochohmiger gemacht. Eine geringere Bedämpfung des Zwischenkreises ist die Folge. Über C 316 wird ein Teil der ZF-Ausgangsspannung dem Gitter zugeführt und sorgt für einen größeren Innenwiderstand der Mischtriode von der Anodenseite her gesehen.

(Fortsetzung umfasst)

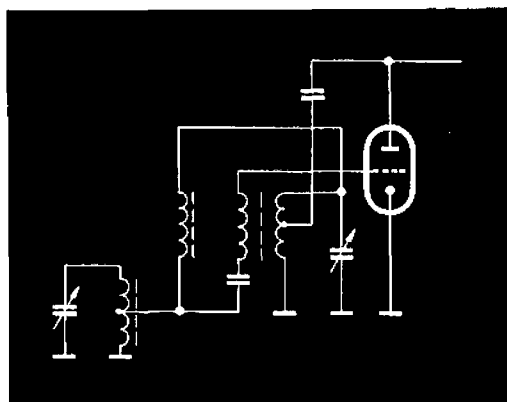
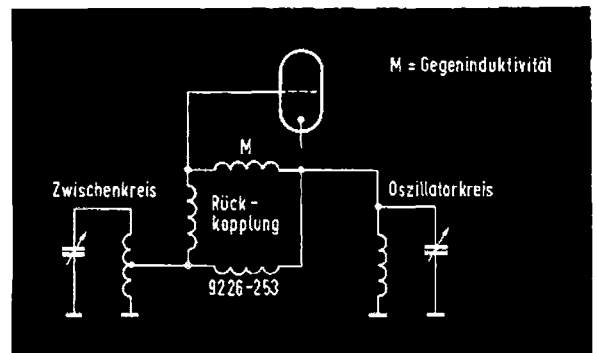


Bild 10 Zwischenkreis und Mischröhre

Bild 11 Ersatzschaltbild der Brückenschaltung zur Entkopplung von HF-Zwischenkreis und Oszillatorkreis



## AM-Teil

Über einen Antennenverkürzungskondensator ist die AM-Antenne an die Antennenspule angeschlossen. Parallel zur Antennenspule liegt der ZF-Saugkreis.

Der Widerstand R 205 dient zur Unterstützung des Saugkreises. Der Gitterkreis liefert über C 105 die Spannung an das Gitter der Mischröhre. Der Oszillator-schwingkreis ist im ersten ZF-Filter mit untergebracht. Die Mischung erfolgt in üblicher Art. Die Zwischenfrequenz speist die Anodenspule des ersten Filters. Auf der Gitterseite wird mit Hilfe einer Koppelpule die Bandbreite umgeschaltet.

Für eine saubere Funktion der Bandbreitenschaltung muß eine von Exemplarstreuungen weitgehend unabhängige Neutralisation der EAF 801 vorliegen.

Mit C 118 wurde deshalb eine Stabilisierung der Kapazität  $C_{g2g1}$  vorgenommen. Die Demodulation erfolgt durch die Diode der EAF 801. Gleichzeitig wird damit die Regelspannung erzeugt. Die Funktion der Diode BA 100 und des Widerstandes R 121 wird bei der Beschreibung des FM-Teils erläutert. Die Niederfrequenz gelangt über den Umschalter 10 d, e, f zu der Röhre ECC 83. Diese ist bei AM als Kathodenverstärker geschaltet.

## AM-Regelung

Wie schon erwähnt, wird die Regelspannung mit der Diode der EAF 801 erzeugt. Über R 118 ist das Magische Auge angeschlossen. R 116 leitet die Regelspannung den Röhren EAF 801 und ECH 81 zu. Dabei bildet C 116 mit dem Widerstand R 116 die Regelzeitkonstante. R 111 dient zur zusätzlichen Entkopplung. Bei der ECH 81 wird die Spannung über R 101 dem Gitter zugeführt. Um eine steilere Regelung zu erreichen, ist die Schirmgitterspannung leicht festgehalten über R 102. Zur Vermeidung einer Brumm-Modulation liegt am Gitter zusätzlich ein Elko C 106. Bild 29 zeigt den Verlauf der NF-Ausgangsspannung und der Regelspannung in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung.

## Bandbreitenschaltung

Um bei Ortssenderempfang eine bessere Höhenwiedergabe zu erreichen, wurde der AM-Teil mit einer Bandbreitenschaltung versehen, die auf zwei Filter wirkt.

In Stellung „schmal“ ist jeweils die Koppelpwicklung außer Betrieb, während in Stellung „breit“ die Kopplung über die kleinen Zusatzwicklungen wesentlich erhöht wird. Bild 30 und 31 zeigt jeweils die dazugehörige Durchlaßkurve. Man sieht, daß auch in Stellung „breit“ einwandfreie Abstimmung des Gerätes auf Maximum möglich ist. Der Empfindlichkeitsunterschied in den beiden Schaltungsstellungen ist etwa 1:0,7. Die Bandbreite beträgt 4,5 bzw. 8,8 kHz.

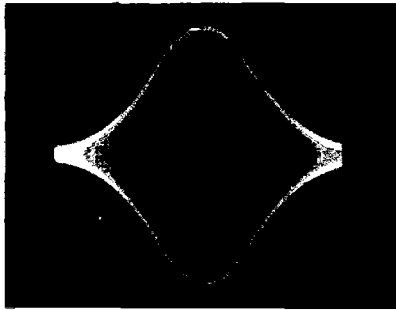


Bild 30 AM-Durchlaßkurve in Stellung „schmal“ des Bandbreite-Umschalters

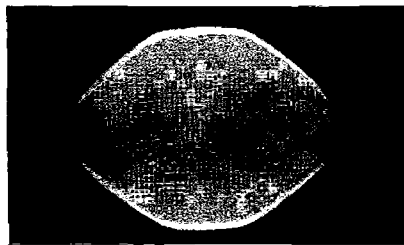


Bild 31 AM-Durchlaßkurve in Stellung „breit“ des Bandbreite-Umschalters

## Stromversorgung

Um einen möglichst hohen Störabstand zu erreichen, mußte der Siebung und Heizstromversorgung große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Für die Röhre ECC 83 wurde eine symmetrische Heizung vorgesehen. Die übrigen Röhren sind unsymmetrisch geheizt. Im Gerät wurde die Verdrahtung so ausgelegt, daß niemals Niederfrequenz und Heizströme gemeinsame Wege nehmen können.

Die Anodenspannung wird mit  $2 \times 100 \mu\text{F}$  am Gleichrichter Ausgang gesiebt. Für die Röhre ECC 83 ist noch eine gesonderte Siebkette vorgesehen. Der Decoder hat ebenfalls eine separate Siebung. Für den transistorisierten NF-Baustein läßt sich eine gute Siebung wegen der niedrigen Spannung leicht verwirklichen. Mit  $47 \text{ k}\Omega$  und  $50 \mu\text{F}$  ist die Siebung reichlich bemessen. Auf AM ist das Schirmgitter wegen der Gefahr einer Brumm-Modulation gesondert mit  $2 \mu\text{F}$  abgeblockt.

U. Claassen

**Das Gesamtschaltbild des GRUNDIG Hi-Fi-Stereo-Rundfunkners RT 50** brachten wir auf den Seiten 659/660 des Heftes Januar 1964.

## Fachbuchbesprechung

**Frequenzmodulation. Theorie und Technik**, von E. G. Woschni. 2. Auflage 1962, 224 Seiten, 102 Abbildungen, gebunden DM 31.—, Verlag Technik Berlin.

Jeder, der sich näher mit der Empfangstechnik frequenzmodulierter Schwingungen beschäftigt, wird in Veröffentlichungen — besonders in bezug auf die HF-Stereophonie — immer wieder auf Ausdrücke wie Phasenlaufzeit, Gruppenlaufzeit, Mehrwegeempfang, Modulationsverzerrungen usw. stoßen, die in vielen Fachbüchern oft nur am Rande und sehr allgemein behandelt werden. Hier schließt das Buch „Frequenzmodulation“ von E. Woschni eine empfindliche Lücke.

Nach einer ausgezeichneten Einführung in das Wesen der Frequenz- und Phasenmodulation befaßt sich der Autor im Hauptteil neben der Schaltungs- und Meßtechnik von FM-Sendern und -Empfängern mit den für die Praxis sehr wichtigen Stör- und Verzerrungsproblemen und deren Zusammenhang mit der Bandbreite und Selektion des FM-Empfängers. Besonders wohlthuend für den Techniker ist die enge Verbindung zwischen Theorie und praktischer Anwendung. Im Interesse einer exakten Darstellung konnte der Autor naturgemäß nicht auf den Gebrauch der höheren Mathematik verzichten, doch werden beim Lesen lediglich die Grundkenntnisse der Differential- und Integralrechnung sowie der Reihenentwicklung vorausgesetzt. Zudem gibt eine große Anzahl von Diagrammen, Zeichnungen und physikalischen Beschreibungen auch dem mathematisch weniger geschulten Leser eine gute anschauliche Deutung. Von großem Nutzen ist im Anhang des Buches das sehr umfangreiche Literaturverzeichnis, das fast 1000 Publikationen des In- und Auslandes auf dem Gebiet der Frequenzmodulation bis zum Jahre 1961 aufweist.

Ein ausgezeichnetes Buch, das dem Studierenden, dem interessierten Techniker und dem Entwickler in der Industrie sehr empfohlen werden kann. —ke.

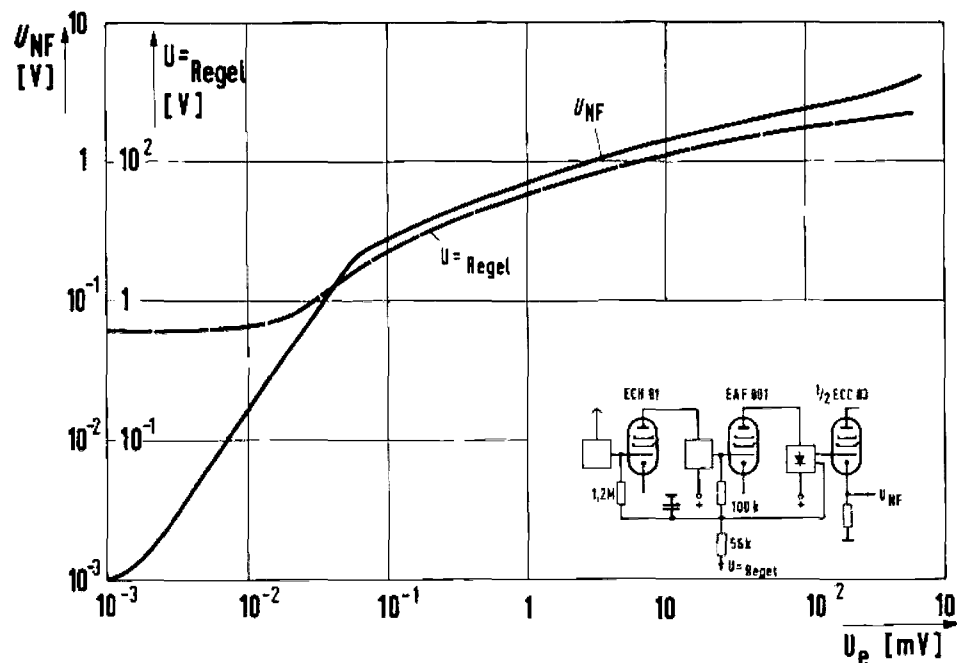


Bild 29 Regelgleichspannung und NF-Ausgangsspannung des AM-Teils vom RT 50