

Sonderdruck aus
Heft 1/76

Verlag G. Braun
Karlsruhe

HiFi Stereo phonie

Musik – Musikwiedergabe

Klein + Hummel FM 2002



Der UKW-Empfänger FM 2002 ist das vorläufig erste Gerät einer neuentwickelten Reihe hochwertiger HiFi-Bausteine, dem nach dem Willen seiner emsigen schwäbischen Väter in etwa 1 Jahr zunächst ein passender Verstärker (Leistungsklasse etwa 2x70 W) nachfolgen soll. Der FM 2002, dessen erste Seriengeräte voraussichtlich etwa gleichzeitig mit dem Erscheinen dieses Testberichtes ausgeliefert werden, ist von Grund auf ohne jegliche kommerziellen Kompromisse ausschließlich auf bestmögliche Leistung hin konzipiert und gebaut. Dementsprechend ist das Gerät auch nicht gerade billig: der unverbindliche Ladenpreis dürfte bei etwa 3000 DM liegen.

Beschreibung

Äußerlich gibt es an dem ausgesprochen bieder wirkenden Gerät nicht viel zu be-

schreiben. Der Abstimmknopf ist durch seine Platzierung und Größe gegenüber den anderen Bedienungselementen deutlich exponiert, gleiches läßt sich vom Netzschalter leider nicht sagen. Links außen ist eine Kopfhörerbuchse mit zugehörigem Lautstärkesteller, etwa in der Gerätemitte ein dreistufiger Drehschalter für das Stereo-Filter, der neben den Stellungen Ein und Aus zusätzlich noch eine automatische Betriebsart ermöglicht, bei der das Stereo-Filter je nach Qualität des empfangenen Signals selbsttätig ein- und ausgeschaltet wird, der Schaltzustand wird durch eine links daneben befindliche Leuchtdiode angezeigt. Eine weitere, bislang noch nicht alltägliche Besonderheit ist die Umschaltmöglichkeit des Signalstärke-Instruments, dessen Anzeigebereich durch Drücken der Taste „Signal-Indicator“ bis zu extrem hohen Antennenspannungen erweitert werden kann.

Auf der Rückseite des Gerätes (Bild 1) finden wir neben den üblichen Anschlußbuchsen noch vier Einstellregler. Zwei davon ermöglichen eine kanalweise Einstellung der NF-Ausgangsspannung an den betreffenden Ausgangsbuchsen, die beiden anderen dienen zur Einstellung der Mono/Stereo-Umschaltswelle sowie der Schaltschwelle des Stereo-Filters bei Automatik-Betrieb; die jeweiligen Einstellbereiche sind in unseren Meßergebnissen angegeben. Neben den NF-Ausgängen mit einstellbarer und fester Signal-Amplitude sind noch drei weitere Ausgänge vorhanden, einer davon liefert das vollständige Multiplex-Signal, die beiden anderen ermöglichen den Anschluß eines XY-Oszilloskops zur optimalen Abstimmung bei Mehrwegempfang.

Eine weitere technische Besonderheiten erscheinen uns noch erwähnenswert: Der Problematik eines guten Großsignalverhaltens (vgl. hierzu Heft 12/75) ist man mit besonderer Sorgfalt zu Leibe gerückt, indem man bereits vor die erste HF-Verstärkerstufe einen geregelten Pi-Abschwächer aus PIN-Dioden vorgeschaltet hat. Bei sehr hohen Eingangssignalen wird dieser Abschwächer über einen Regelverstärker von der ersten ZF-Stufe aus so weit heruntergeregelt, daß die nachfolgende HF-Eingangsstufe nicht mehr übersteuert wird. Hierdurch erzielt man auch bei sehr hohen Antennenspannungen saubere Wiedergabe und hohe Selektion. Der Hersteller gibt in seinen Daten einen HF-seitigen Dynamikbereich von 140 dB an (1 µV bis 10 V an 240 Ω!), den wir jedoch leider nicht überprüfen konnten, da unsere Meßsender solche Ausgangsspannungen gar nicht mehr abzugeben in der Lage sind. Für hohe Selektion im linearen Bereich hat man im ZF-Verstärker insgesamt 22 Kreise (!) vorgesehen. Die Schaltschwellen der Stereo-Umschaltung sowie des Stereo-Filters sind, wie oben erwähnt, einstellbar, die Umschaltswelle der Stummabstimmung jedoch nicht; diese stellt sich automatisch in Abhängigkeit vom Rauschen, von sonstigen Störungen (Nachbarsender) und von der Verstärkung von der Trägermitte ein. Eine endgültige Bedienungsanleitung zum FM 2002 lag zum Testzeitpunkt leider noch nicht vor, der Hersteller gewährt 1 Jahr Vollgarantie auf Teile und Arbeitszeit.

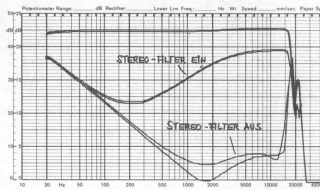
Kommentar zu den Ergebnissen unserer Messungen

Die Skalengenauigkeit unseres Testgerätes erwies sich als zufriedenstellend, sieht man einmal von dem einen Ausreißer (190 kHz bei 104 MHz) ab, der ohnehin außerhalb des normalen Empfangsbereiches liegt. Das Abstimminstrument ist sehr empfindlich, für einen Zeigerausschlag bis zum eingezeichneten Balkenende bedarf es nur einer Frequenzabweichung von plus oder minus 18 kHz. Sehr gut ist auch das Anzeigeverhalten des Signalstärke-Instruments, das einerseits schon für kleine Eingangsspannungen von 6 bzw. 20 µV deutlich anspricht, andererseits aber einen enorm großen und gut logarithmisch unterteilten Anzeigebereich bis 2 mV bzw. bis über 100 mV bietet. Die vom Hersteller angegebenen 2 V für Vollauschlag konnten wir nicht ganz erreichen, jedoch darf auch der von uns gemessene Wert

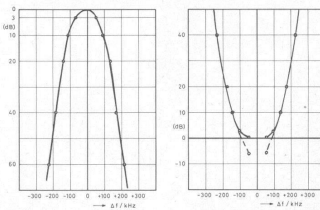
als überragend bezeichnet werden. Der NF-Ausgangspegel ist mit +3 dBV sehr hoch, er kann jedoch bei Bedarf an den variablen Ausgängen mittels der Stellschrauben beliebig weit herabgesetzt werden. Erfreulich ist der geringe Ausgangswiderstand sowohl am festen wie auch am variablen Ausgang, der die Verwendung beinahe beliebiger Anschlußkabel ermöglicht. Sämtliche Ausgangswerte sind an den DIN-Buchsen und an den Cinch-Buchsen jeweils identisch, da beide Buchsenarten parallelgeschaltet sind. Die Werte der Eingangsempfindlichkeit fallen gegenüber den Werten anderer Geräte der Spitzenklasse zahlenmäßig geringfügig ab, das ist der Preis, den man für das ausgezeichnete Großsignalverhalten zu zahlen hat. Der beschriebene PIN-Dioden-Abschwächer im HF-Eingang hat natürlich in voll aufgeregeltem Zustand eine geringe Durchgangsdämpfung (nach Herstellerangaben knapp 2 dB), was gerade etwa der Verminderung der Eingangsempfindlichkeit gegenüber anderen Spitzengeräten entspricht. Der Wert der Umschaltswelle der Stummabstimmung liegt sehr niedrig, er würde bei ungestörtem Signal und exakter Abstimmung gemessen, bei Verstimmung bzw. gestörtem Signal erhöht sich der Spannungswert der Umschaltswelle.

Die Werte aus dem Bereich der Wiedergabegüte sind durchweg Spitzenwerte, die in ihrer Gesamtheit von nur wenigen anderen Geräten erreicht werden. Die Pilotton-Unterdrückung ist vorbildlich, im NF-Ausgangssignal sind weder Oberschwingungsreste noch tief-frequente Intermodulationsprodukte, die in den Hörbereich fallen, zu erkennen. Die Übersprechdämpfung zwischen den Stereo-Kanälen ist im entscheidenden Frequenzbereich oberhalb von 1 kHz nahezu konstant, während man im Baßbereich, wo ja ohnehin nur eine beschränkte Ortung möglich ist, eine Verringerung der Übersprechdämpfung in Kauf genommen hat. Beim Vergleich von Bild 2 mit dem unter den Meßergebnissen angegebenen Wert von ≥ 43 dB sind die verschiedenen Meßbedingungen zu berücksichtigen: während der Zahlenwert bei einem Hub von ± 40 kHz gemessen wird, wird das Diagramm bei einem zumindest im unteren Frequenzbereich geringeren Hub geschrieben, um Übersteuerung des Senders im oberen Frequenzbereich (ab etwa 3 kHz) durch die Preemphasis zu vermeiden. Daneben gibt das Diagramm gleichzeitig auch noch Aufschluß über den Gesamt-Frequenzgang sowie über die Pilotverzerrungen (unruhiger Kurvenverlauf bei hohen Frequenzen ab etwa 9 kHz).

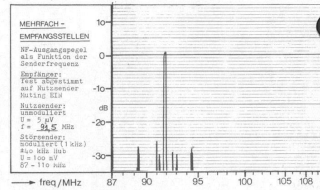
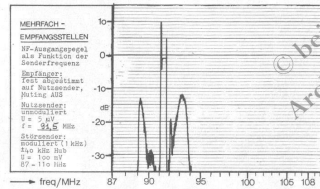
Letztlich bietet der FM 2002 auch im Bereich der Selektion Spitzenwerte, die in dieser Form nur selten erreicht werden. Das Gerät ist mit nur 125 kHz Bandbreite ziemlich schmalbandig, was jedoch, wie wir zuvor gesehen haben, keinen Einfluß auf die Wiedergabegüte hat. Die Flankensteilheit der Selektionskurven (Bilder 3a und 3b) ist hervorragend, wohl nie zuvor erreichten wir so hohe Werte für Sperrung und Kreuzmodulationsdämpfung wie beim FM 2002. Die Sperrung erreicht bereits bei einem Frequenzabstand von nur ± 200 kHz einen Wert von knapp über 50 dB, bei ± 300 kHz dürften es wohl über 80 dB sein, wie sich durch Extrapolation der Kurve abschätzen läßt. Die Großsignal Selektion ist ebenfalls hervorragend, weder mit



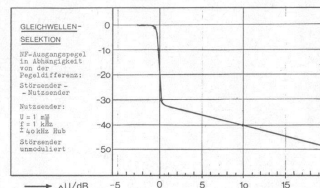
2 Frequenzgang und Übersprechdämpfung



3 Wirksame Selektion. a) Zweizeichentrennschärfe, gemessen bei $f_0 = 100$ MHz, $U_{\text{Nutz}} = 100$ µV, Nutzsender moduliert, $f_m = 1$ kHz, ± 40 kHz Hub, HF-Pegeldifferenzen für $\Delta U_A = -3$ dB am Ausgang - b) Kreuzmodulationsdämpfung, gemessen bei $f_0 = 100$ MHz, Nutzsender $U_{\text{Nutz}} = 100$ µV, unmoduliert, Störsender moduliert, $f_m = 1$ kHz, ± 40 kHz Hub, HF-Pegeldifferenzen für $S+N/N = 20$ dB am Ausgang



4 Großsignal Selektion. a) Muting aus, b) Muting ein



5 Gleichwellenselektion

Ergebnisse unserer Messungen

I Allgemeine Betriebseigenschaften

Frequenzbereich 87,4 bis 108,2 MHz

Skalengenauigkeit

Frequenzabweichung
bei 88 MHz -90 kHz
bei 92 MHz ± 0 kHz
bei 96 MHz $+60$ kHz
bei 100 MHz $+70$ kHz
bei 104 MHz $+190$ kHz
bei 108 MHz -20 kHz

Abstimminstrumente

a) Signalstärkeinstrument:
umschaltbar, Vollauschlag in
Stellung Aus 2 mV
Stellung Ein 100 mV

b) Ratiometrie-Instrument
Frequenzabweichung gegenüber
Rauschminimum ± 0 kHz
Empfindlichkeit ± 18 kHz/Stk.

Frequenzstabilität

Frequenzabweichung bei Änderung
der Netzspannung ± 0 kHz
von 190 V bis 250 V

Ausgangsspannung

bei ± 40 kHz Hub
Ausgang variable 0 bis 1,4 V
Ausgang fixed 1,4 V

Innenwiderstand

Ausgang variable ≤ 50 Ω
Ausgang fixed ≤ 20 Ω

Anmerkung: Die Ausgangswerte gelten sowohl für Cinch- als auch für DIN-Ausgänge, da Buchsen parallel geschaltet sind.

II Empfindlichkeit

Begrenzereinsatz (-3 dB) 0,8 µV

Eingangsempfindlichkeit
mono 26 dB S+N/N
stereo 46 dB S+N/N

Stummabstimmung (Muting)
Schaltschwelle 2,8 µV
hierbei S+N/N mono 41 dB

Stereo-Einsatz
einstellbar, Schaltschwelle 6,5 µV
hierbei S+N/N 31 dB
Werkseinstellung 15 µV
hierbei S+N/N 38 dB

Stereo-Filter

Umschaltswelle (Werkseinstellung) 100 µV
hierbei S+N/N mit Filter 59 dB
hierbei S+N/N ohne Filter 54 dB

III Wiedergabegüte

alle Werte gemessen bei einer Antennenspannung $U_a = 1$ mV an 240 Ω, bezogen auf ± 40 kHz Hub

Signal-Rauschspannungsabstand

Fremdspannungsabstand
mono 72 dB
stereo >66 dB
Geräuschspannungsabstand
mono 71 dB
stereo 65 dB

Pilotton-Fremdspannungsabstand

bezogen auf $\pm 67,5$ kHz Hub >68 dB
Pilotverzerrungen (9,5 kHz) 1,1%

Klirrfaktor

$f_m = 1$ kHz, ± 40 kHz Hub 0,1%
 $= 1$ kHz, ± 75 kHz Hub 0,2%
 $= 250$ Hz 0,1%
 $= 6,3$ kHz 0,2%

Übertragungsbereich (-3 dB)

für Preemphasis 50 µs 14 Hz bis 16,0 kHz

Übersprechdämpfung

1 kHz ≥ 43 dB
(vgl. hierzu auch Bild 2)

IV Trennschärfe

alle Werte gemessen bei einer Nutzsenderspannung von $U_s = 100$ µV an 240 Ω

HF-ZF-Bandbreite 125 kHz
(vgl. Bild 3)

Sperrung (± 300 -kHz-Selektion) >70 dB
(vgl. Bild 4)

Kreuzmodulationsdämpfung (± 300 kHz)
(vgl. Bild 3) >60 dB

Gleichwellenselektion ($U_a = 1$ mV) 1,0 dB

Spiegelfrequenzdämpfung 102 dB

ZF-Dämpfung 97 dB

Großsignalverhalten
Mehrfachempfangsstellen (100 mV) Bild 4

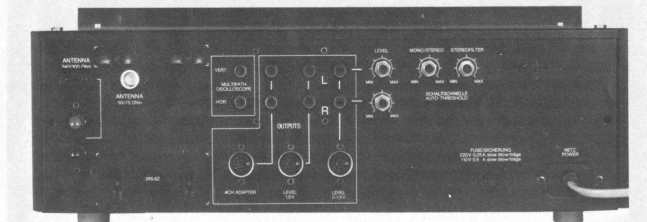
ein- noch mit ausgeschalteter Stummabstimmung konnten wir eine Mehrfachempfangsstelle feststellen; die bei 100 MHz aufgenommenen Diagramme zeigen das gleiche Bild, so daß wir auf einen nochmaligen Abdruck verzichtet haben.

Empfangs- und Betriebstest

Die wesentlichste Erkenntnis des Empfangstests war die, daß die meiste nachgewiesene geringere Empfindlichkeit sich im praktischen Betrieb so gut wie gar nicht gehörmäßig auswirkt. Schwach einfallende Sender sind nämlich, wie wir schon öfter erläutert haben, in den allermeisten Fällen weniger durch ihr Eigenrauschen aufgrund der geringen Feldstärke gestört als vielmehr durch Störeinflüsse von stärkeren Nachbarsendern und durchschlagenden Ortssendern. Dies gilt zumindest in normal bis gut versorgten Empfangsgebieten, in ganz schwach versorgten Landstrichen (max. 3 Stationen empfangswürdig) mag dies u.U. anders sein. Gerade in diesem Punkt aber kann der FM 2002 seine Vorzüge voll in die Waagschale werfen, so daß er einen Vergleich mit anderen Spitzengeräten durchaus nicht zu scheuen braucht. Beim Empfang normal bis stark einfallender Stereo-Programme fiel uns beim Vergleich mit unserem Referenzgerät das deutlich anders geartete Rauschen bei den Pianissimo-Stellen auf. Bei einigen Stationen schien es beim FM 2002 geringfügig leiser zu sein als beim Vergleichsgerät, einmal war das Vergleichsgerät deutlich leiser, in jedem Falle jedoch war die spektrale Zusammensetzung des Rauschens anders. Bei manchen Programmen schien uns auch das Klangbild des FM 2002 geringfügig luftiger und durchsichtiger zu sein als das unseres Vergleichsgerätes, aber auch hier handelte es sich um allerfeinste Nuancen, die nicht jedesmal eindeutig zu identifizieren waren. Fest steht jedoch auf jeden Fall, daß der FM 2002 klangleich zur Spitzengruppe der heutigen Empfänger zu zählen ist.

Zusammenfassung

Mit dem FM 2002 bietet Klein+Hummel einen UKW-Empfänger deutscher Konstruktion und Fertigung, der mit vergleichbaren „Exoten“ aus Übersee durchaus Schritt halten kann, ja diese sogar in manchen Punkten übertrifft. Ganz ausgezeichnet sind seine Selektionseigenschaften und sein Großsignalverhalten, Eigenschaften, die bei unserer täglichen Senderbelegung nicht hoch genug eingeschätzt werden können. mth



1 Rückseite des Empfängers FM 2002

Die Nf-Verstärker (Bild 4) bestehen je Kanal aus vier Stufen; davon sind drei Transistoren galvanisch gekoppelt. Der Ausgangspegel beträgt + 6 dB (1,55 V) bei 30 Ω Quellwiderstand, einem Abschluß von 300 Ω und einem Hub von ± 40 kHz. Die Übersteuerungsgrenze dieser Stufe ist + 22 dB (10 V). Bei einem Frequenzhub von ± 40 kHz und einem Ausgangspegel von + 6 dB bleibt der Gesamtklirrfaktor im Frequenzbereich von 30 Hz bis 15 kHz unter 0,6 %.

Der Nf-Ausgangspegel ist mit Pegelpotentiometern für den linken und rechten Kanal

einstellbar. Diese Einsteller liegen vor den Ausgangsverstärkern. Die Pegelmeßwerke sind auf + 6 dB geeicht.

Den beim Umschalten von Stereo auf Mono auftretenden Pegelsprung von rund 6 dB gleicht eine mit zwei Schalttransistoren und einem davor liegenden Spannungsteiler bestückte Schaltung automatisch aus. Diese Stufen werden indirekt durch den Pilotton gesteuert, der, über eine Trennstufe dem Stereodecoder entnommen, zu der Stereo-Monoautomatik des Hf-Teiles gelangt. Hier wird nach Gleichrichtung der 19 kHz ein

Schalttransistor angesteuert, in dessen Kollektorzweig das Mono-Stereo-Umschaltrelais liegt.

Das Hf-Chassis sowie die Nf-Ausgangsstufe mit ihren zusätzlichen Einheiten haben eigene Netzteile. Eine Besonderheit des Hf-Netzteils ist die elektronische Siebung mit einem Siebtransistor zwischen Lade- und Siebkondensator. Eine Z-Diode sorgt für ausreichende Konstanzhaltung der Betriebsspannung des Zf-Verstärkers, des Hf-Abstimmtells, des Stereodecoders und der Filterstufe.

ING. WILLI WARIAS

Ein Stereo-Kontrollempfänger in Studioteknik

Die Rundfunkanstalten benötigen zum Überwachen ihrer Stereosendungen besonders hochwertige Kontrollempfänger, um eventuell auftretende Qualitätsverluste auf der Senderseite sofort erkennen zu können. Der Verfasser beschreibt die Funktionsweise eines solchen Gerätes und erläutert einige interessante Schaltungsdetails.

einem ausschwenkbaren Chassis zusammengefaßt. Alle Baugruppen enthalten ein Einschubgehäuse nach DIN 41 490 (Bild 1 und 2).

Einsteller und Anzeigeelemente befinden sich im Bedienungsfeld der Frontplatte oberhalb der Frequenzskala. An einer 16poligen Messerkontaktleiste liegen Netzanschluß, Nf-Ausgänge sowie Stereo-Fernanzeigenschluß. Eine weitere Koaxialbuchsenleiste enthält den Antennenanschluß. Beide Buchsenleisten sind auf die Rückseite des Einschubs montiert.

Die wichtigsten Gerätebaugruppen sind in gedruckter Schaltungstechnik ausgeführt. Das Hf-Eingangsteil (Frontend) bildet eine in sich abgeschlossene stabile Einheit. Mehrere Stufen des Gerätes sind in Steckkarten-Baugruppen zusammengefaßt. Der Hf-Eingangsteil besitzt einen Vierfachdrehkondensator mit drei Gleichlaufgenauigkeit; konstante Empfindlichkeit über den gesamten Bereich von 87,5...108 MHz ist gewährleistet.

Die Bandfilterkopplung zwischen Hf-Vorstufe und Mischer sowie die sorgfältige Dimensionierung der Mischstufe und des Oszillators machen das Gerät weitgehend sicher gegen Kreuzmodulationen und ergeben im Zusammenwirken mit dem Zf-Verstärker eine gute Selektion. Im Nahfeld eines Senders ist kein Mehrfachempfang festzustellen. Den Fremdspannungsabstand von mindestens 68 dB, bezogen auf ± 40 kHz Hub und eine Eingangs-EMK von 200 µV, erhält man durch niedriges Empfängergerauschen und sehr kleine Brummanteile. Die Rauschzahl des Empfängers liegt in der Größenordnung von 2,5...3 kTo. Bild 3 zeigt die Abhängigkeit des Signal/Rausch-Ver-

hältnisses von der Hf-Eingangsspannung. Mit den Tasten Nah und Fern läßt sich die Antennenspannung für den Empfänger um etwa 14 dB reduzieren, was z. B. direkt unter einem Sendemast übersteuerungsfreien Empfang gewährleistet.

Da die Hf-Stereofonie an die Stufen eines UKW-Empfängers hohe Anforderungen stellt, enthält der fünfstufige Zf-Verstärker u. a. fußpunktgekoppelte Bandfilter, die Durchlaßkurvenform nicht verformende Begrenzendiode und spezielle Gleichstrom-Regelverstärker für die Regelspannung. Die Zf-Übertragungskurve verläuft amplituden- und phasenlinear. Zf-Durchlaßbreite und Flankensteilheit ergeben im Zusammenhang mit den erhöhten Forderungen zur Übertragung der Stereo-Modulationsfrequenzen bis 53 kHz einen guten Kompromiß zwischen Einhaltung geringster Gruppenlaufzeit und Trennschärfe.

Die Begrenzung setzt bei 1,5 µV ein und beträgt 50 dB bei einer Hf-Eingangsspannung von etwa 1 mV. Regelung und Begren-

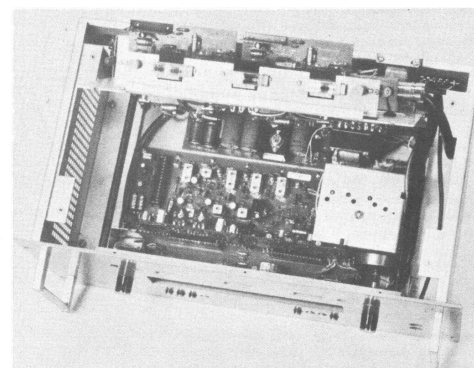


Bild 1. Blick in das Innere des Gerätes. Das Klappchassis ist hochgeschwenkt

Der Stereo-Kontrollempfänger SE 200 (Ausführung SWF) von Klein + Hummel dient vorwiegend als Kontrollempfänger zum Überwachen und zur Qualitätskontrolle von UKW-Mono- und Stereo-Rundfunksendungen. Ein solcher Kontrollempfänger muß gegenüber einem herkömmlichen UKW-Stereoempfänger zusätzliche technische Forderungen entsprechend den Bedingungen des Studiobetriebes erfüllen (Tabelle).

Dazu gehören ein 53-kHz-Tiefpaß zwischen FM-Demodulator und Stereodecoder zum Unterdrücken von Nachbarkanalstörungen bei Stereosendungen, eine Stereo-Mono-Pegelausgleichs-Automatik, die der Pilotton steuert, ein Mono-Nf-Verstärker mit einem 19-kHz-Tiefpaß, der ein unabhängiges Monosignal liefert, und für jeden Stereokanal ein mehrstufiger Nf-Verstärker mit symmetrischen Ausgängen für Rundfunknormalpegel (+ 2 dB), zwei geeichten Instrumenten mit Pegelmarken für die Pegelanzeige und von außen bedienbaren Pegel-einstellern.

Ein Anzeigeelement für den Diskriminator-Nulldurchgang gestattet eine genaue Senderabstimmung. Über zwei besondere, an die Frontplatte geführte Schaltkontaktbuchsen kann man beide Kanäle mit einem Kopfhörer überwachen (Monitorausgang). Ferner ist ein Schaltkontaktschluß, der über die Stereo-Mono-Automatik läuft, für eine Stereo-Fernanzeige vorhanden. Ein zusätzlicher Hochfrequenz-Übertrager am Empfängerangänge dient zum Anschließen eines 60-Ω-Koaxial-Antennenkabels.

Die Nf-Verstärker der Ausgangsstufe sowie die Stufen für die Pegelanzeige, das Anzeigeelementenfeld mit den dazugehörigen Pegeleinstellern und das Nf-Netzteil sind, über dem Hf-Teil liegend, auf

Tabelle der technischen Daten

Empfangsbereich:	87,5...108 MHz
Empfindlichkeit:	1,3 µV für 30 dB Störabstand und 40 kHz Hub
Begrenzereinsatz:	1,5 µV
Antenneneingang:	60 Ω, unsymmetrisch
Fremdspannungsabstand:	68 dB bezogen auf 40 kHz Hub und Antenneneingangs-EMK 200 µV
Zwischenfrequenz:	10,7 MHz
Maximalhub:	75 kHz
Diskriminator-Bandbreite (Abstand der Umkehrpunkte):	900 kHz
Deemphasis:	50 Mikrosekunden
Brummsignalverhältnis:	72 dB, unbewertet
	75 dB, bewertet
Stereokanaltrennung:	40 dB (1 kHz) über alles bei 40 kHz Hub
Pilottonunterdrückung:	- 52 dB für 19 kHz
	- 55 dB für 38 kHz
Nf-Übersprechdämpfung:	50 dB
Frequenzgang:	30 Hz bis 15 kHz ± 1 dB
Verzerrungen (k_{gen}):	0,6 % von 30 Hz bis 15 kHz bei 40 kHz Hub und einem Nf-Ausgangspegel von + 6 dB (1,55 V)
Nf-Ausgangspegel:	+ 6 dB (1,55 V) an 300 Ω bei 40 kHz Hub, Übersteuerungsgrenze + 22 dB (10 V)
Quellwiderstand Nf:	30 Ω, symmetrisch, erdfrei
Trennschärfe:	60 dB, gemessen mit zwei Hf-Spannungen 100 µV und 1 mV im Abstand von 300 kHz bei 40 kHz Hub und 96 MHz
AM-Unterdrückung:	50 dB bei 1 mV
Netzanschluß:	220 V / 50-60 Hz / 30 W

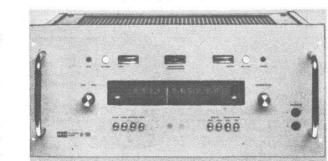


Bild 2. Vorderansicht des Gerätes. Das Einschubgehäuse entspricht DIN 41 490

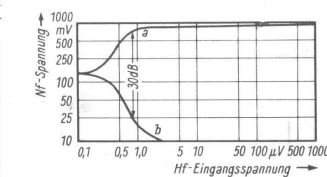
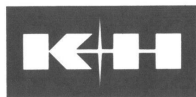


Bild 3. Abhängigkeit des Signal/Rauschverhältnisses von der Eingangsspannung: a = Signalspannung, b = Rauschspannung

Sonderdruck aus FUNKSCHAU Nr. 12/1967

überreicht durch

KLEIN + HUMMEL



7301 Kemnat · Postfach 2
 Telefon Stuttgart (0711) 253246
 Telegramme TELEWATT Stuttgart

zung verändern die Durchlaßkurven-Symmetrie nicht. Der Diskriminator hat eine Bandbreite von 900 kHz, und der gerade Teil der S-Kurve ist linear, was sich günstig auf Klirrfaktor und Frequenzgang für den geforderten Frequenzbereich von 30...53 kHz auswirkt. Die ZF-Verstärker- und Diskriminatordaten sowie die Eigenschaften des Decoders ergeben Werte für die Übersprechdämpfung von 43 dB bei 1 kHz, 23 dB bei 30 Hz und 22 dB bei 15 kHz.

Die Senderabstimmung zeigt das Instrument im rechten Skalenfeld an, dem ein 10,7-MHz-Resonanzverstärker vorgeschaltet ist. Die ZF-Spannung für den Resonanzverstärker wird von der letzten ZF-Stufe abgenommen (Bild 4); die dadurch wirksame volle Begrenzung macht die Abstimmungsanzeige weitgehend von der Stärke des einfallenden Senders unabhängig. Mit einem zweiten Instrument für den Diskriminator-Nulldurchgang läßt sich der empfangene Sender genau einstellen. Das Meßwerk ist über der Skala angeordnet, es wird von den Gleichstromanteilen des Diskriminators gesteuert. Die Antennenspannung zeigt ein weiteres Meßwerk an, das mit Feldstärke bezeichnet ist. Es liegt im linken Feld der Skala und erlaubt ein relatives Beurteilen der Höhe der Antennenspannung bis etwa 1 µV herab.

Die mit Tasten schaltbare Rauschperre sperrt über einen Schalttransistor die fünfte ZF-Verstärkerstufe, wobei man die Sperrspannung aus einem 10,7-MHz-Resonanzverstärker gewinnt. Diese Schaltung garantiert eine gleichbleibende Ansprechempfindlichkeit von etwa 1 µV.

Dem FM-Demodulator ist eine Trennstufe nachgeschaltet. Vom niederohmigen Ausgang dieser Trennstufe gelangt das Multiplexsignal bei Stereomodulation über einen 53-kHz-Tiefpaß zum Stereodecoder. Außerdem wird an dieser Stelle das Monosignal entnommen und über einen 15-kHz-Tiefpaß einem NF-Verstärker zugeführt, der den besonderen Monoausgang speist. Dieser Monoausgang dient zum Aussteuern einkanaler Abhöranlagen und zum Betrieb von Steuer- und Meßeinrichtungen.

Der linke Tastensatz (Bild 2) hat folgende Bezeichnungen und Aufgaben:

1. **Filter:** Die im linken und rechten Kanal liegenden 19- und 38-kHz-Filter lassen sich für Meß- und Kontrollzwecke überbrücken.
2. **Stereo:** Der Stereodecoder wird unter Umgehung der Umschaltautomatik direkt an die Multiplextrennstufe geleitet.
3. **Automatik:** Ein vom Pilotton gesteuertes Relais verbindet den Stereodecoder mit dem Multiplexausgang der Trennstufe und hebt die bei Monoempfang durchgeführte Parallelschaltung der NF-Kanäle bei einer Stereosendung auf.
4. **Mono:** Diese Taste setzt die Stereo-Mono-Umschaltautomatik außer Betrieb und schaltet für Monoempfang beide NF-Kanäle parallel. In dieser Stellung kann man Stereosendungen monaural abhören, wobei sich aus bekannten physikalischen Gründen der Störabstand um etwa 21 dB verbessert.

Der Stereodecoder arbeitet nach dem Schalterverfahren (Zeitmultiplexverfahren). Das vom FM-Demodulator über Trennstufe und Tiefpaßfilter kommende Stereo-Multiplexsignal wird dem Einsteller P 4 des Decoders zugeführt (Bild 5). Der 19-kHz-Pilotton gelangt, optimal angepaßt, an den Kreis $\bar{U} 1/C 15$, wird dort ausgesiebt und von dem Transistor T 4 verstärkt. Am Kollektor dieses Transistors sorgt ein Resonanzübertrager $\bar{U} 2$ für weitere Ausfilterung der 19-kHz-Frequenz und Speisung des nachfolgenden Gegentaktverdollers mit den Dioden D 9 und D 10 zum Gewinnen der

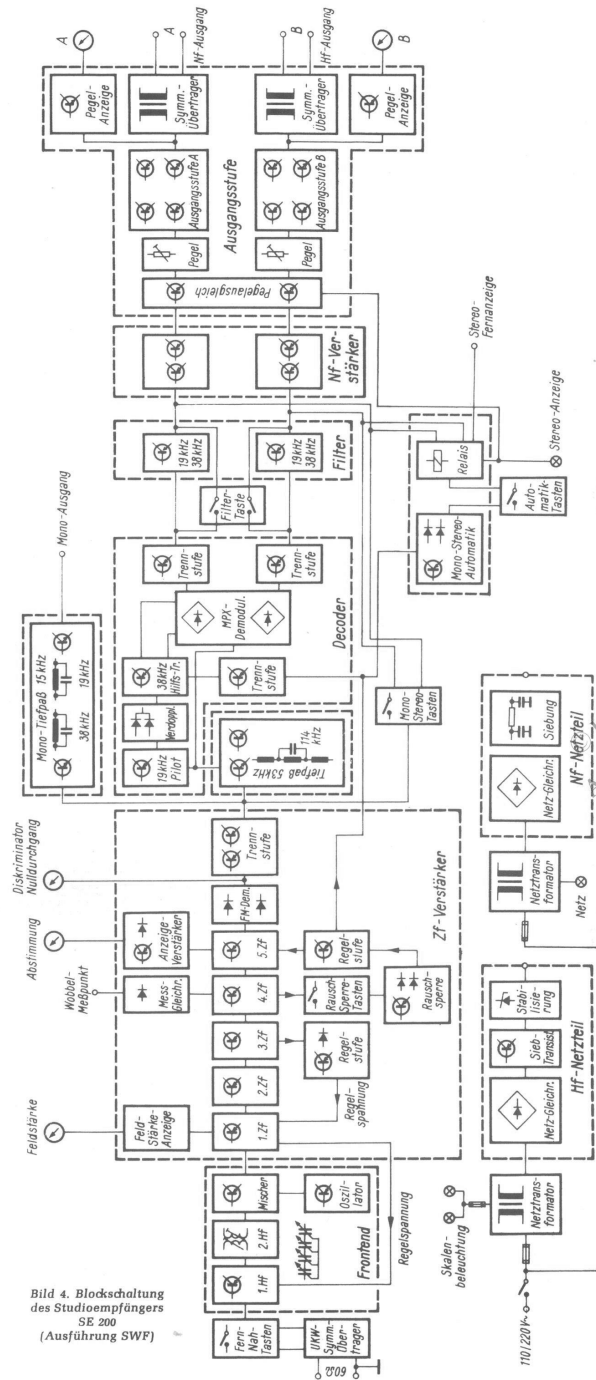
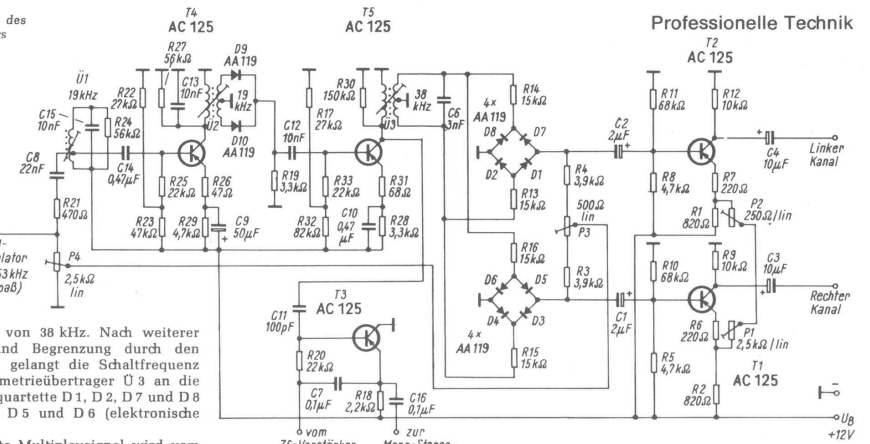


Bild 4. Blockschaltung des Studioempfängers SE 200 (Ausführung SWF)

Bild 5. Schaltung des Stereodecoders



Schaltfrequenz von 38 kHz. Nach weiterer Verstärkung und Begrenzung durch den Transistor T 5 gelangt die Schaltfrequenz über den Symmetrieübertrager $\bar{U} 3$ an die beiden Diodenquartette D 1, D 2, D 7 und D 8 bzw. D 3, D 4, D 5 und D 6 (elektronische Schalter).

Das komplette Multiplexsignal wird vom Potentiometer P 4, das auch gleichzeitig zum Einstellen des NF-Pegels dient (nach der Demodulation), abgenommen und gelangt über den Symmetrieeinsteller P 3 und R 4 an die beiden elektronischen Schalter. Die den beiden Diodenquartetten phasenrichtig zugeführte Schaltfrequenz von 38 kHz bewirkt nun abwechselnd (positive oder negative Halbwelle) ein Kurzschließen oder eine multiplikative Demodulation des Multiplexsignals. Dabei entsteht die Links- und die Rechtsinformation, die über die beiden Transistoren T 1 und T 2 je einem nachfolgenden Stereofilter zugeführt werden.

An dem jeweils durch das Diodenquartett kurzgeschlossenen Eingang der Transistoren T 1 oder T 2 verbleiben immer noch Reste des Multiplexsignals. Dieses sogenannte Übersprechen hängt, abgesehen von der nicht immer exakten Phasenlage der 38-kHz-Schaltfrequenz für das Multiplexsignal am elektronischen Schalter, u. a. auch von den Daten des ZF-Verstärkers sowie des FM-Demodulators ab (Durchlaßkurve, Phasengang, Bandbreite). Mit den Potentiometern P 1 und P 2 (Grob und Fein) wird durch eine jeweils gegenphasige Spannung des anderen Kanals dieses Übersprechen kompensiert. Streuungen der Diodenquartette und der Entkopplungswiderstände R 3 und R 4 sowie der Eingangswerte der Transistoren T 1 und P 2 gleicht der Symmetrieeinsteller P 3 aus. Mit diesen drei Potentiometern ist eine optimale Kanaltrennung einstellbar.

Die Stereoanzeige und die automatische Mono-Stereoumschaltung (mit Diodengleich-

richtung und Relais) wird über einen Impedanzwandler mit dem Transistor T 3 betrieben. Dieser Transistor ist über den Kondensator C 11 lose an den Übertrager $\bar{U} 3$ angeschlossen. Die Basis des Transistors T 3 steht über den Widerstand R 20 mit einer Diode im ZF-Verstärker in Verbindung. Der Transistor T 3 ist nur dann geöffnet, wenn am Geräteeingang ein ausreichend hohes HF-Signal zur Verfügung steht und wenn über die Diode im ZF-Verstärker die Basisspannung von +15 V auf +7,1 V abgesunken ist. Diese Schaltung verhindert ein Anschließen und Rauschanteile.

Das abschaltbare Stereofilter besteht je Kanal aus einer Transistorstufe und zwei Sperrkreisen für 19 kHz und 38 kHz. Mit Potentiometern gleicht man den geforderten Filterfrequenzgang bis 15 kHz mit Abweichungen von weniger als $\pm 0,5$ dB ab. Die wahlweise an den Stereodecoder oder an den FM-Demodulator anschaltbaren NF-Verstärker dienen als Trennverstärker. Sie enthalten auch die normgerechte Deemphasierung von 50 µs (Bild 6).

Der an den FM-Demodulator angeschlossene 15-kHz-Monotiefpaß besteht aus zwei Transistorstufen, einer Sperrkreisordnung zum Ausbieben von 19- und 38-kHz-Störfrequenzen (bei Stereosendungen) und einer normgerechten Deemphasierung. Der Ausgangspegel dieser Einheit ist +6 dB an einem Innenwiderstand von etwa 400 Ω. Der Aus-

gang ist unsymmetrisch gegen Erde, und die Auskoppelkapazität beträgt 50 nF (Bild 7). Unmittelbar vor dem Stereodecoder liegt der 53-kHz-Tiefpaß; er unterdrückt Nebarkanalstörungen bei Stereoempfang um rund 40 dB. Zwischen 10 kHz und 53 kHz ist seine größte Phasenverschiebung kleiner als drei Grad, und der Frequenzgang ist linear bis auf $\pm 0,15$ dB (Bild 8).

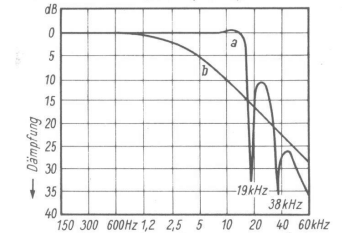


Bild 6. Wirkung des Sterofilters; f = a = Filter allein, b = Deemphasierlauf

Eine 16polige Steckverbindung verbindet die auf dem ausklappbaren Chassis befindliche Ausgangsstufe mit dem HF-Chassis. Drei Steckkarteneinheiten, davon zwei für den Ausgangsverstärker mit nachfolgenden Symmetrieübertragern und eine für die Pegelanzeige, sind auf diesem Chassis montiert. Es enthält ferner Stereo-Mono-Pegelausgleichsstufen sowie das für alle zusätzlichen Verstärker- und Anzeigeeinheiten benötigte Netzteil.

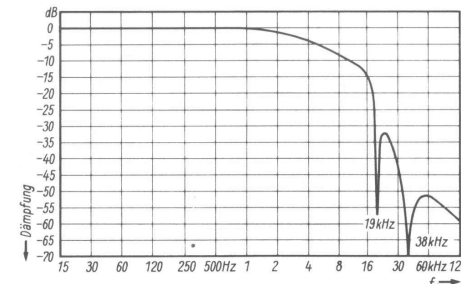


Bild 7. Frequenzgang des Mono-Tiefpasses mit Deemphasierung zum Ausbieben von 19- und 38-kHz-Störfrequenzen

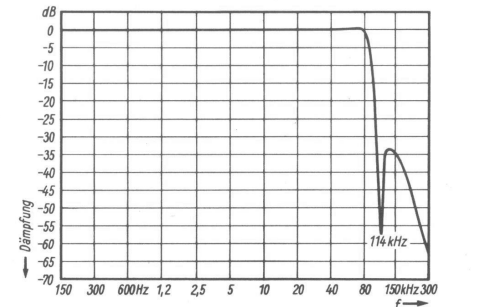


Bild 8. Frequenzgang des Tiefpasses (53 kHz) zum Unterdrücken von Störungen durch Nebarkanalender