

VALVO

brief

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

30. AUGUST 1973

UKW-FM-Empfänger mit integrierten Schaltungen

Durch die Entwicklung der einander angepaßten integrierten Schaltungen TCA 420 A, TCA 290 A und TCA 530 sowie des FM-Tuners FD 1 wurde es möglich, UKW-FM-Empfänger aufzubauen, die mit Ausnahme des Tuners durchgehend mit integrierten Schaltungen bestückt sind. Im folgenden werden drei Konzepte für Empfänger unterschiedlicher Preisklassen vorgestellt. Die Probleme, die beim Aufbau derartiger Empfänger durch die konzentrierte Selektion und Verstärkung im ZF-Teil sowie an den Nahtstellen zwischen den einzelnen Baugruppen auftreten, wurden durch Anordnung aller Bauelemente — vom Antenneneingang bis zum NF-Ausgang —

auf einer gemeinsamen Leiterplatte mit einer hinsichtlich der Stabilität optimierten Leitungsführung gelöst. Bei Verwendung der angegebenen Leiterplatten gibt es keine Schwierigkeiten beim Nachbau der Schaltungen; Instabilitäten werden mit Sicherheit vermieden.

Für die ZF-Selektion wurden 7 x 7 - Filterspulen verwendet, die je nach Konzept zu mehr oder weniger aufwendigen Kompaktfiltern zusammengefaßt wurden. Es ist selbstverständlich möglich, die diskreten Filteraufbauten durch andere Selektionsmittel, zum Beispiel hochwertige Quarz- oder Keramikfilter, zu ersetzen oder zu

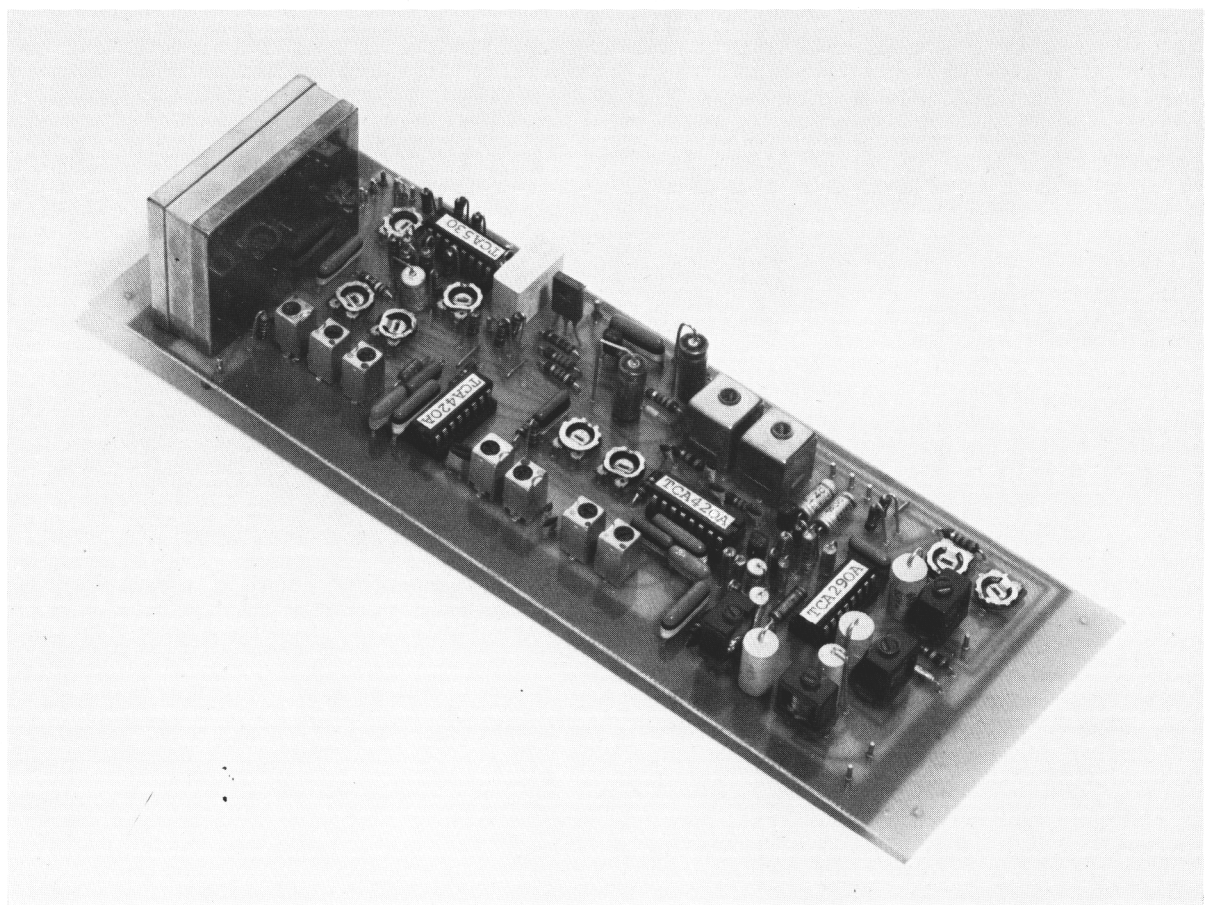


Bild 1. Hi-Fi-Stereo-Empfänger der Spitzenklasse mit zwei integrierten ZF-Verstärker-Schaltungen TCA 420 A (Konzept 3)

ergänzen. Dabei sollte die Filterimpedanz am Eingang der ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A einen Wert von 300 bis 400 Ω nach Möglichkeit nicht überschreiten. Bei größeren Filterimpedanzen können die Änderungen des Eingangsleit-

werts im dynamischen Betrieb zur Verstimmung und Bedämpfung des vorgeschalteten Filters führen. Die dabei auftretende Phasenmodulation führt zu einer Verschlechterung der AM-Unterdrückung.

FM-Tuner FD 1

Die zunehmende Verwendung von integrierten Schaltungen ermöglicht eine wesentliche Vereinfachung und Verkleinerung des Aufbaus von Rundfunkempfängern. Dieser Entwicklung folgend, wurde der FM-Tuner FD 1 mit Vierkreis-Diodenabstimmung für den Empfangsbereich 87,5 bis 108 MHz in das VALVO-Lieferprogramm aufgenommen. Sein Modul-Gehäuse ist nur 53 mm lang, 18 mm breit und 42 mm hoch. Alle Anschlüsse sind über 10 Kontaktstreifen im 0,2"-Abstand an einer Längsseite des Gehäuses herausgeführt. Die mit 10 mm relativ langen Kontaktstreifen bieten den Vorteil, daß sich der Tuner leicht auf verschiedene Weise mit der übrigen Schaltung verbinden läßt. Der Anschluß kann zum Beispiel über eine Steckleiste, etwa VALVO F 045, erfolgen. Diese Anschlußart ist besonders für die Prüfung und den Abgleich zu empfehlen. Für den festen Einbau des Tuners in eine Leiterplatte braucht diese nur einen 50 mm langen und 1,6 mm breiten Schlitz zu enthalten, an den die entsprechenden Leitungen herangeführt sind. Die durch den Schlitz gesteckten Kontaktstreifen werden mit den Anschlüssen der Leiterplatte verlötet und übernehmen zugleich die Halterung des Tuners. Soll der Tuner in konventioneller Art eingebaut werden, kann man ihn mittels zweier M3-Gewindelöcher auf der Gehäuseoberseite befestigen und die Anschlußdrähte direkt an die Kontaktstreifen löten.

Der Einsatz des Planar-Epitaxial-Transistors BF 324 in der Vorstufe und in der Mischstufe verleiht dem FM-Tuner FD 1 gute Großsignal-eigenschaften. Der Oszillator ist mit dem Planar-Epitaxial-Transistor BF 451 bestückt. Abgestimmt wird der Tuner mit vier Zweifach-Abstimmioden BB 104. Im Oszillatorkreis ermöglicht eine galvanisch massefrei angeordnete Abstimmioden BB 110 eine direkte Nachstimmung

aus der integrierten ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A. Vorstufe, Mischstufe und Oszillator sind durch Trennwände gegeneinander abgeschirmt. Dadurch werden nicht nur die Stufen gut entkoppelt, sondern es wird auch die Oszillator-Störspannung an den Antennenanschlüssen ausreichend klein gehalten. Nicht zuletzt dienen die Trennwände als zusätzliche Masseverbindungen, wodurch die Verwendung einer preiswerten einseitigen Leiterplatte möglich wurde.

Der FM-Tuner FD 1 zeigt, wie weit sich eine gegebene Schaltung in der praktischen Ausführung ohne Verwendung von Spezialteilen oder teuren Technologien, wie zum Beispiel Hybridintegration, verkleinern läßt. Die wichtigsten Daten des Tuners sind:

Empfangsbereich	87,5 ... 108 MHz
Eingangsscheinwiderstand	60 und 240 Ω
Optimaler Lastwiderstand am Ausgang	470 Ω
Betriebsspannung	12 V
Stromaufnahme	9 mA
Abstimmspannung	3,8 ... 28 V
Betriebs-Spannungsverstärkung	30 dB
Rauschmaß	3,5 kT_0
Gesamtbandbreite	300 kHz
Maximal zulässige Eingangsspannung für 20 kHz	
Frequenzverwerfung	1 V
Mehrfachempfangsdämpfung	88 dB
Fremdempfangsdämpfung	65 ... 81 dB
Dämpfung von Mischprodukten im ZF-Abstand	70 dB
Spiegelfrequenzdämpfung	68 dB
Maximale Oszillatorspannung am 60 Ω -Antenneneingang	0,3 mV

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1973
SEITE 2

ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A

Die ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A enthält einen vierstufigen, symmetrisch aufgebauten Begrenzerverstärker. Um eine von der Größe des Eingangssignals abhängige Abstimmspannung zu gewinnen, ist jede der vier ZF-Stufen mit einer Gleichrichterschaltung ausgestattet. Die so gewonnenen Gleichströme werden in einem Widerstandsnetzwerk addiert und der Indikator-Treiberstufe sowie einem extern einstellbaren Differenzverstärker zur Erzeugung der Stereo-Dekoder-Schaltspannung zugeführt. Die Abstimmspannung verläuft logarithmisch über nahezu vier Dekaden. Der Schwellwert des Differenzverstärkers wird üblicherweise so eingestellt, daß der Stereo-Dekoder bei Vorhandensein eines nahezu rauschfreien Signals die erforderliche Schaltspannung für „Stereo“ erhält.

Zur Demodulation des ZF-Signals dient ein sogenannter Quadraturdemodulator. Die hervorragende AM-Unterdrückung, die günstigen Verzerrungseigenschaften und der hohe Signal/Rausch-Abstand der TCA 420 A machen die Verwendung aufwendiger Ratio-Detektorschaltungen überflüssig. Am Ausgang des Demodulators steht neben dem NF-Signal eine AFC-Regelspannung zur Verfügung.

Mit Hilfe einer abschaltbaren Stördämpfungsschaltung kann durch ein auf die* Demodulatorschaltung wirkendes Stellglied sowohl das zwischen den Sendern auftretende Rauschen als auch das bei Abstimmung auf die Flanke der Selektionskurve auftretende Störgeräusch gedämpft werden.

Stereo-Dekoder-Schaltung TCA 290 A

Die Stereo-Dekoder-Schaltung TCA 290 A arbeitet nach dem Frequenz-Multiplex- oder Matrix-Verfahren, das heißt, das Seitensignal (L - R amplitudenmoduliert auf 38 kHz mit unterdrücktem Träger) wird durch einen Schwingkreis vor der Demodulation mit der nötigen Deemphasis versehen. Dadurch werden Störfrequenzen außerhalb des Bandes 23 bis 53 kHz vom Demodulator ferngehalten und können keine Mischprodukte bilden, die in den NF-Bereich fallen.

Der Dekoder enthält außer dem pilottonabhängigen noch einen zusätzlichen Mono/Stereo-Umschalter, der extern, zum Beispiel feldstärkeabhängig, gesteuert werden kann. Die Schalter sind so ausgeführt, daß das Umschalten weitgehend knackfrei erfolgt. Zur Anzeige des Schaltzustands kann eine Stereo-Anzeigelampe angeschlossen werden.

Durch die Signalführung im Dekoder ist dafür gesorgt, daß der Betriebsspannung überlagerte Brummspannungen kompensiert werden; eine zusätzliche Siebung ist nicht erforderlich.

Um während der Aufheizphase, also nach dem Einschalten des Empfängers, störende Geräusche (Rauschen, Durchlauf von Sendern) zu unterbinden, enthält die Stabilisierungsschaltung einen Stummschalter, mit dem sich zum Beispiel der ZF-Verstärker sperren läßt. Die Schließzeit des Stummschalters ergibt sich aus einer UND-Verknüpfung zwischen einem externen und einem internen Verzögerungssignal. Die externe Verzögerung wird mit dem an die Ausgangsspannung anzuschließenden äußeren Zeitglied erzeugt, während die interne Verzögerung die Wärmekapazität des Silizium-Kristalls und des

Stabilisierungsschaltung für Abstimmioden TCA 530

Unter der Typenbezeichnung TCA 530 steht eine regelbare 30 V - Stabilisierungsschaltung für Abstimmioden zur Verfügung, deren Blockschaltung Bild 2 zeigt. Die vorstabilisierte Eingangsspannung wird einem Längsregler zugeführt, der in üblicher Weise von einem Regelverstärker gesteuert wird. Um die hohen Anforderungen an die Konstanz der Tuner-Abstimmungsspannung zu erfüllen, wurde die Stabilisierungsschaltung in monolithisch integrierter Technik realisiert, wobei der Silizium-Kristall, der die temperaturempfindlichen Bauelemente enthält, mit Hilfe eines thermisch-elektrischen Regelkreises auf nahezu konstanter Temperatur gehalten wird.

Die Regelung der Kristalltemperatur arbeitet mit zwei Temperaturfühlern, die temperaturabhängige Spannungen mit positivem und negativem Temperaturkoeffizienten abgeben. Die Differenz der beiden temperaturabhängigen Spannungen wird verstärkt und damit ein Leistungs-

transistor angesteuert, der den Silizium-Kristall aufheizt. Der Arbeitspunkt der Regelung stellt sich auf Spannungsgleichheit der Temperaturfühler ein. Der Regelkreis wird durch die thermische Rückführung innerhalb des Silizium-Kristalls geschlossen. In der Aufheizphase wird der Heizstrom begrenzt.

transistor angesteuert, der den Silizium-Kristall aufheizt. Der Arbeitspunkt der Regelung stellt sich auf Spannungsgleichheit der Temperaturfühler ein. Der Regelkreis wird durch die thermische Rückführung innerhalb des Silizium-Kristalls geschlossen. In der Aufheizphase wird der Heizstrom begrenzt.

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1973
SEITE 3

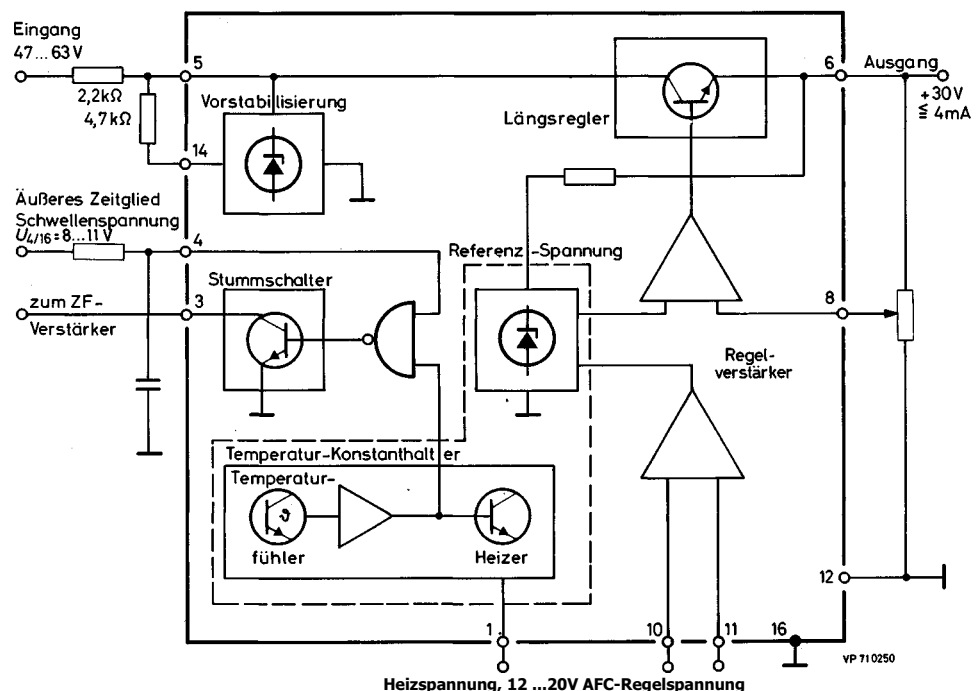


Bild 2. Blockschaltung der integrierten Stabilisierungsschaltung für Abstimmioden TCA 530

Gehäuses ausnutzt. Die interne Verzögerung ist dann beendet, wenn die Kristalltemperatur nahezu ihren stationären Endwert erreicht hat. Als Schaltkriterium wird das Ende der Heizstrombegrenzung beim Übergang von der Aufheizphase in den Regelbereich herangezogen. Der Stummschalter öffnet, wenn am Ausgang der Stabilisierungsschaltung die Abstimmspannung mit der erforderlichen Genauigkeit vorhanden ist. Der Sollwert der Abstimmspannung, die den Abstimpotentiometern als Oberspannung zugeführt wird, läßt sich mit einem externen Spannungsteiler einstellen.

Die Stabilisierungsschaltung TCA 530 besitzt einen symmetrischen Eingang für die von der ZF-

Verstärker-Schaltung TCA 420 A gelieferte AFC-Regelspannung. Mit diesen beiden Schaltungen ist also ein geschlossener AFC-Regelkreis realisierbar. Der Regelhub der Ausgangsspannung beträgt $\pm 0,5$ bis ± 1 V. Eine solche Regelung der Abstimmspannung erfaßt alle Schwingkreise im Tuner. AFC-Schaltungen mit Nachstimmioden wirken dagegen üblicherweise nur auf den Oszillatorkreis.

Die Eingangsspannung und die Heizspannung können in Einweg-Gleichrichterschaltungen erzeugt werden, da die Welligkeitsunterdrückung der Stabilisierungsschaltung sehr hoch ist.

Empfänger-Konzept 1 : Mono-Empfänger

Bild 4 zeigt die Schaltung eines Mono-Empfängers. Für dieses Konzept wurde ein Timer verwendet, wie er in dieser Geräteklasse üblich ist (Bild 3). Das Schwergewicht wird hier auf eine möglichst hohe Verstärkung bei geringem Aufwand gelegt. Die ZF-Selektion besteht aus einem Vierkreis-Filter. Der Demodulator der ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A arbeitet mit einem Einzelkreis, der so dimensioniert ist, daß beim maximalen Frequenzhub von ± 75 kHz ein Klirrfaktor von $k < 1\%$ erreicht wird.

Die NF-Ausgangsspannung des Demodulators bei einem Frequenzhub von ± 15 kHz beträgt 115 mV. Damit könnten NF-Verstärker hoher Empfindlichkeit voll angesteuert werden. Hier ist

dem Demodulator jedoch noch eine Verstärkerstufe mit dreifacher Spannungsverstärkung nachgeschaltet. Durch die Art der Schaltung wird eine zusätzliche Brummunterdrückung erreicht. Für den Anschluß von Tonbandgeräten steht am NF-Ausgang ein ausreichend großes Signal zur Verfügung.

Die TCA 420 A ermöglicht den Anschluß eines Abstimmindikators (100 μ A Vollausschlag, Innenwiderstand etwa 2 k Ω). Mit P_2 wird der elektrische Nullpunkt und mit P_3 der Vollausschlag des Indikators eingestellt. P_4 dient zur Symmetrierung der AFC-Regelspannung. Die Einstellung sollte zweckmäßigerweise bei einem HF-Eingangssignal oberhalb des Begrenzungseinsatzes

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1 973
SEITE 4

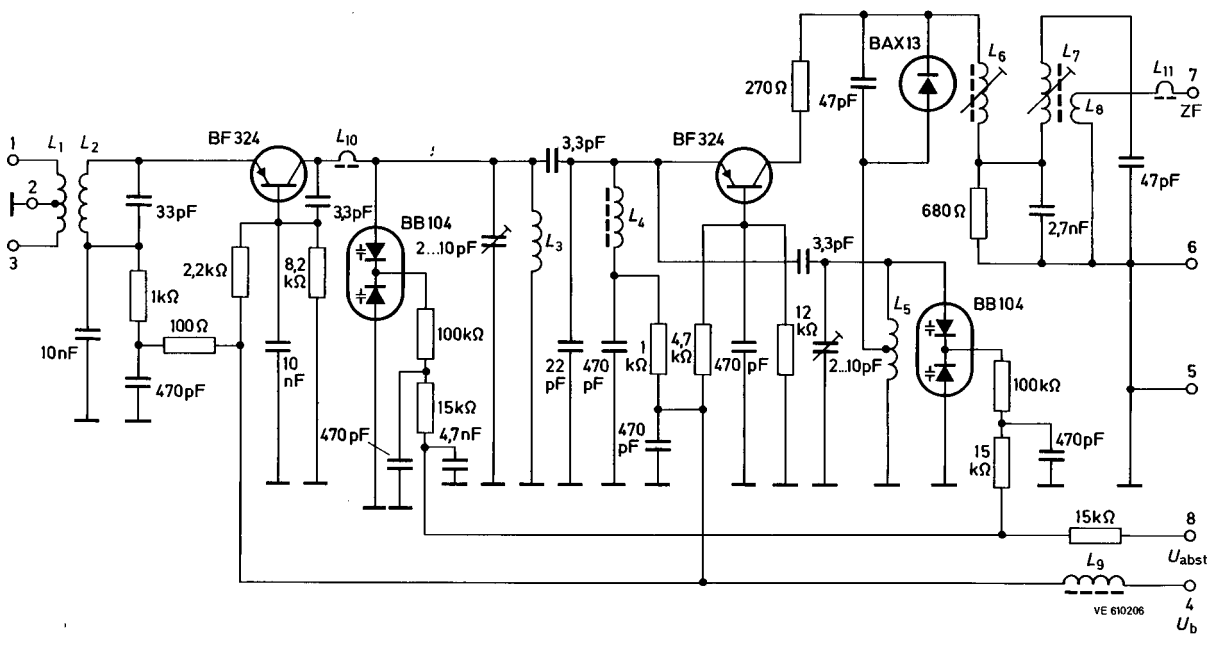


Bild 3. FM-Tuner für den Mono-Empfänger nach Bild 4

- L_1 3+3 Wdgn. 0,2 CuL
- L_2 4 Wdgn. 0,6 Cu
- L_3 5 Wdgn. 0,6 Cu, 6 mm \emptyset
- L_4 6 Wdgn. 0,2 CuL auf Koppelstift für VALVO-Liliput-Bausatz
- L_5 2+2 Wdgn. 0,6 Cu, 6 mm \emptyset
- L_6 20 Wdgn. 0,1 CuL auf VALVO - 7 x 7 - Bausatz

- L_7 20 Wdgn. 0,1 CuL auf VALVO - 7 x 7 - Bausatz
- L_8 3 Wdgn. 0,1 CuL auf L_7 gewickelt
- L_9 5 μ H-Drossel
- L_{10} Draht durch FERROXCUBE-Dämpfungsperle, 3 mm lang
- L_{11} Draht durch FERROXCUBE-Dämpfungsperle, 7,5 mm lang

und nach Abgleich des Demodulatorkreises auf Klirrfaktorminimum erfolgen. Bei geringeren Ansprüchen an die Symmetrie kann P_4 auch entfallen. Die Abstimmspannung wird mit der Stabilisierungsschaltung TCA 530 erzeugt. Ihr Sollwert wird mit P_7 eingestellt. Die AFC-Regelung wirkt auf die Ausgangsspannung der TCA 530, die als Oberspannung den Abstimpotentio- metern zugeführt wird.

Bild 5 zeigt eine erprobte Leiterplatte für den Aufbau des Mono-Empfängers nach Bild 4, Bild 6 zeigt den zugehörigen Bestückungsplan. Um den Entwicklungsaufwand zu beschränken, wurde das Netzteil für alle drei Konzepte einheitlich aufgebaut. Bei diesem einfachen Mono-Empfänger wird man üblicherweise eine gemeinsame Versorgung von HF- und NF-Teil vorsehen; eine Stabilisierung ist dabei nicht erforderlich.

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1973
SEITE 5

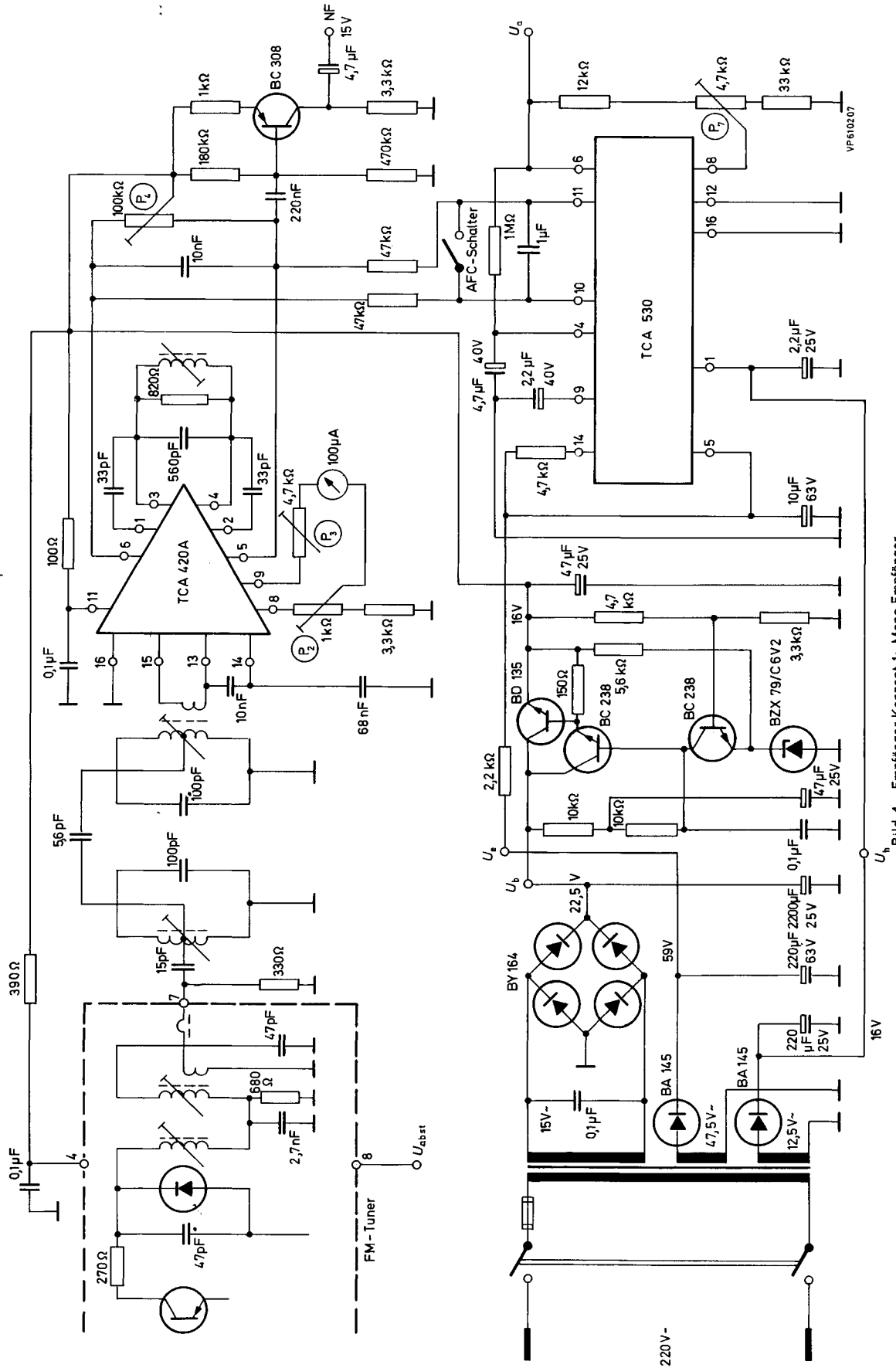


Bild 4. Empfänger-Konzept 1: Mono-Empfänger
ZF-Filter-Spulen: 7+7 Wdgn. HF-Litze 5 x 0,04 auf VALVO-7 x 7-Bausatz
Demodulator-Spule: 6 Wdgn. 0,5 CuL auf VALVO-Liliput-Bausatz

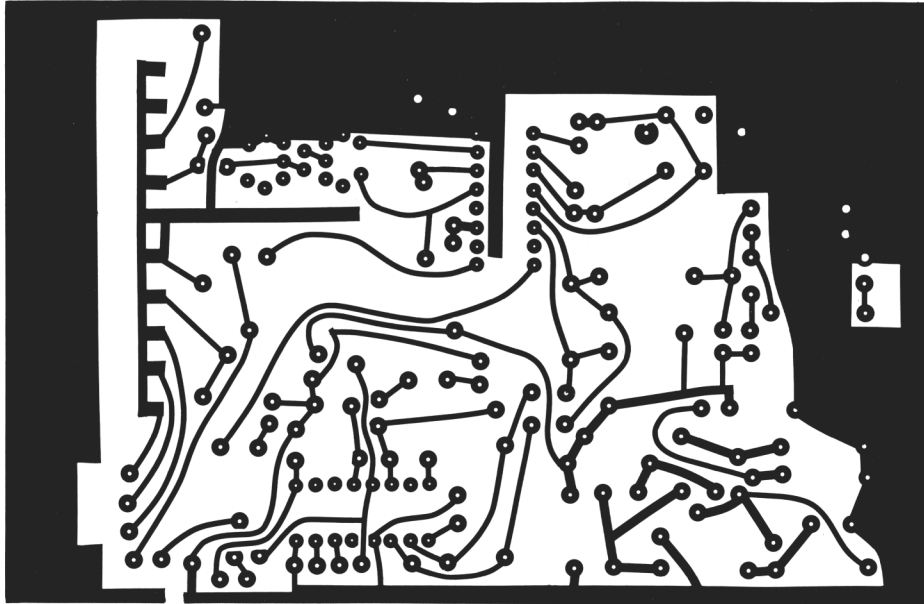


Bild 5. Leiterplatte für den Mono-Empfänger nach Bild 4 (Lötseite). Für den Anschluß des FM-Tuners ist ein Schlitz 50 mm x 1,6 mm so in die Leiterplatte einzuarbeiten, daß die Kontaktstreifen des Tuners mit den Anschlußflächen der Leiterplatte verlötet werden können.

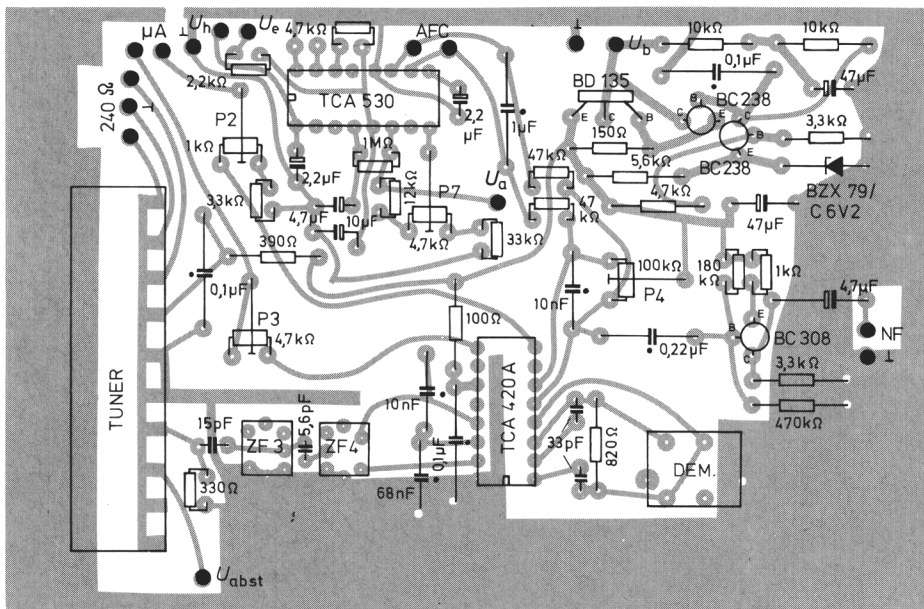


Bild 6. Bestückungsplan für die Leiterplatte nach Bild 5 (Bauteileseite)

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1973
SEITE 6

Empfänger-Konzept 2: Hi-Fi-Stereo-Empfänger

Ein einfaches Empfänger-Konzept, das den Anforderungen der Hi-Fi-Norm DIN 45500 genügt, zeigt Bild 7. Als Tuner wird der FM-Tuner FD 1 mit Vierkreis-Diodenabstimmung (Bild 8) verwendet. Auf den Tunerausgang folgt eine mit einem Transistor BF 334 bestückte ZF-Verstärkerstufe. Zur Selektion wird ein Vierkreis-Kompaktfilter mit einem kapazitiven T-Glied zur Verbesserung der Weitabselektion verwendet; die Schaltung besitzt also insgesamt sechs ZF-Kreise. Die Transistor-ZF-Stufe ist neutralisiert.

Dieser zusätzliche Aufwand ist nicht unbedingt erforderlich, ergibt jedoch einen einfacheren Abgleich und eine bessere Symmetrie der Durchlaufkurve (gleichmäßige Dämpfungen bei definierter Verstimmung), was auch der dynamischen Selektion zugute kommt. Als ZF-Begrenzer-Verstärker und Demodulator arbeitet die integrierte Schaltung TCA 420 A.

Bei einem Empfänger-Konzept der hier vorgeschlagenen Art kommt der Abstimmanzeige eine ganz besondere Bedeutung zu. Zum einen soll sie

eine Indikation über die Empfangsfeldstärke bieten, zum anderen aber auch die optimale Abstimmung kenntlich machen, damit das Nulldurchgangsinstrument entfallen kann. Um über einen großen Bereich des Eingangssignals ein Maß für die Feldstärke zu bekommen, wurde die erste ZF-Stufe in die Anzeigeschaltung einbezogen. Der dazu erforderliche Aufwand hält sich in erträglichen Grenzen (1 Diode, 2 Widerstände, 4 Kondensatoren). Wie im Konzept 1, dienen die Einsteller P_2 (elektrischer Nullpunkt) und P_3 (Vollausschlag) zur Justierung des Indikators.

Der Demodulator ist mit zwei abgestimmten Kreisen ausgestattet. Diese Anordnung ergibt eine Linearisierung der Demodulatorkennlinie.

Die NF-Ausbeute sinkt dabei um etwa 1 dB. Die Kreise sind gegeneinander abgeschirmt und nur kapazitiv miteinander gekoppelt. Die Anforderungen der Hi-Fi-Norm DIN 45 500 hinsichtlich des Klirrfaktors ließen sich jedoch auch mit nur einem Demodulatorkreis erfüllen. P_4 dient zur Symmetrierung der AFC-Regelspannung.

Eine abschaltbare Stördämpfungsschaltung in der TCA 420 A dämpft die beim Abstimmen auf die Flanke der Selektionskurve auftretenden Störgeräusche sowie das zwischen den Sendern auftretende Grundrauschen. Der Einsatzpunkt der Stördämpfungsschaltung ist mit der Einschaltswelle des Stereo-Dekoders verknüpft, das heißt, daß Sender, die unterhalb der Stereo-Einschaltswelle liegen (also größtenteils emp-

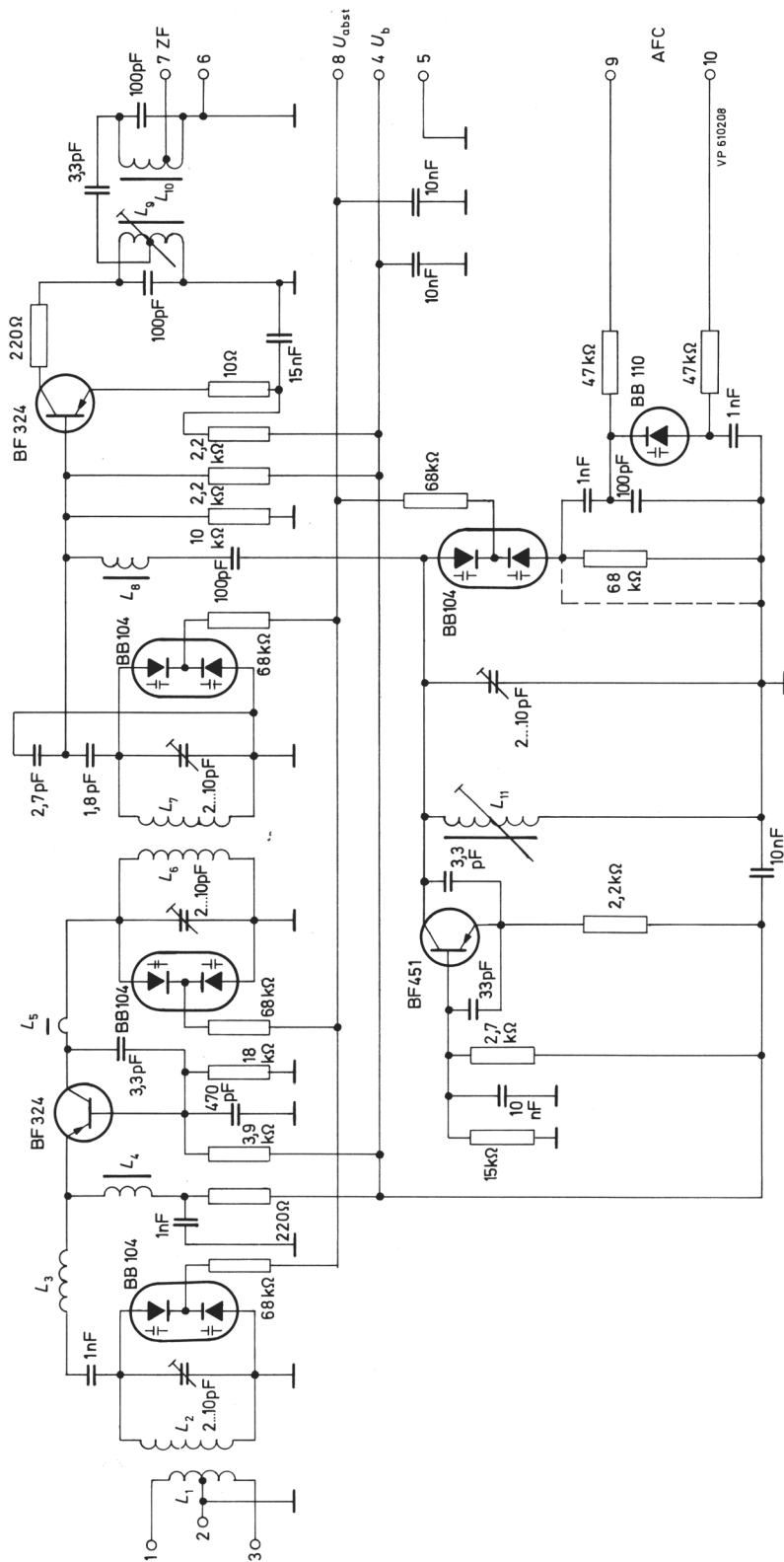


Bild 8. FM-Tuner FD 1 mit Vierkreis-Diodenabstimmung (Dimensionierung der Entwicklungsmuster)

Bei den in den Empfänger-Konzepten 2 und 3 eingesetzten Mustern sind die nicht benötigte Nachstimmidiode BB 110 und die zugehörigen Bauelemente durch die gestrichelte Verbindung ersetzt.

fangsunwürdig sind), auch mehr oder weniger bedämpft werden. Im Konzept nach Bild 7 ist der Dämpfungsgrad festgelegt. Soll er variabel sein oder wird ein anderer Wert gewünscht, so kann der vom Anschluß 10 der TCA 420 A gegen Masse liegende Widerstand ($3,9\text{ k}\Omega$) als Potentiometer oder Spannungsteiler ausgeführt werden. Der „Ein/Aus“-Schalter der Stördämpfung (S_{1a}) ist hier mit dem AFC-Schalter (S_{1b}) kombiniert. Beim Aufsuchen von Sendern wird AFC aus- und die Stördämpfung eingeschaltet. Ist ein Sender gefunden, so wird AFC eingeschaltet und die Stördämpfung ausgeschaltet. Auf diese Weise können auch unterhalb der Stereo-Einschalt-schwelle liegende Sender in der ursprünglichen Lautstärke empfangen werden.

Die Abstimmspannung wird mit der Stabilisierungsschaltung TCA 530 erzeugt. Ihr Sollwert wird mit P_7 eingestellt. Die AFC-Regelung wirkt

auf die Ausgangsspannung der TCA 530, die als Oberspannung den Abstimpotentiometern zugeführt wird. Die Abstimmspannung sollte am Tuner mit $2,2\text{ }\mu\text{V}$ gesiebt werden, um störende Brummeinstreuungen zu verhindern. Mit dem Stummschalter der TCA 530 (Anschluß 3) wird nach dem Einschalten des Empfängers der ZF-Verstärker TCA 420 A solange gesperrt, bis die Abstimmspannung mit der erforderlichen Genauigkeit vorhanden ist. Die Art der Sperrung ruft einen kurzzeitigen Ausschlag des Abstimm-indikators hervor.

Die NF-Ausgangsspannung des Demodulators wird dem Stereo-Dekoder TCA 290 A zugeführt, der sie um etwa 10 dB verstärkt. Wird zur Senderwahl ein mechanisches Tastenaggregat mit einem während des Umschaltens schließenden Stummschalter verwendet, so kann dieser in der in Bild 11 gezeigten Weise (S_3) in den Signalweg

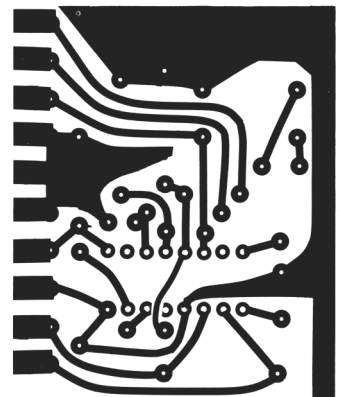
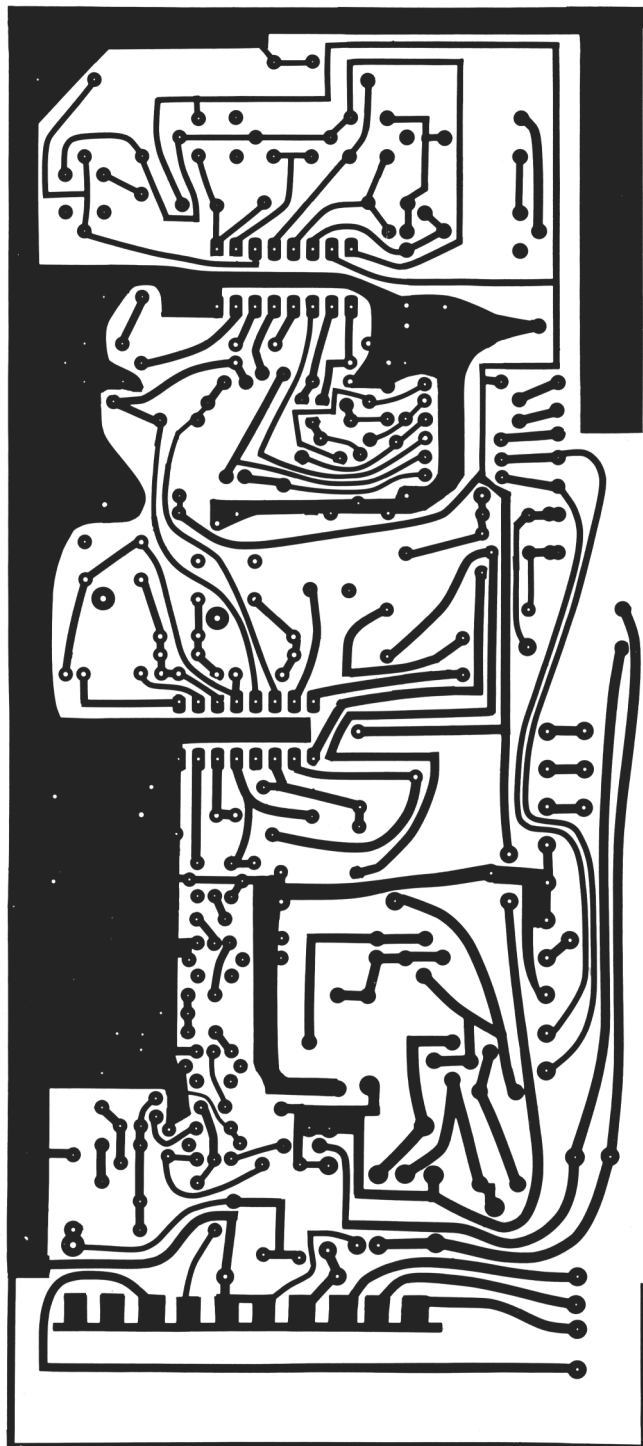
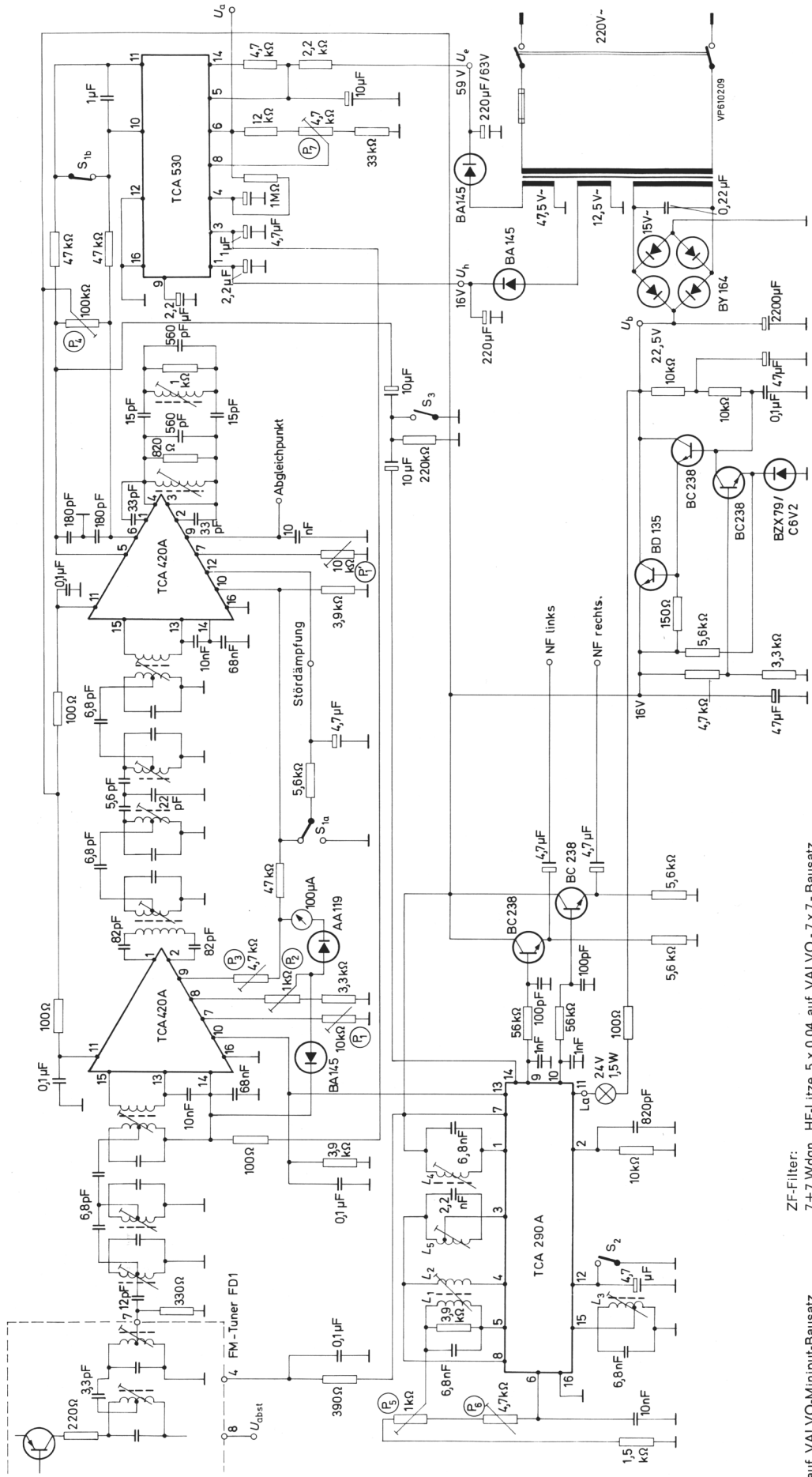


Bild 9. Leiterplatten für den Hi-Fi-Stereo-Empfänger nach Bild 7 (Lötseite)
Für den Anschluß des FM-Tuners ist ein Schlitz $50\text{ mm} \times 1,6\text{ mm}$
so in die Leiterplatte einzuarbeiten, daß die Kontaktstreifen des Tuners
mit den Anschlußflächen der Leiterplatte verlötet werden können.



- Stereo-Dekoder-Spulen:
 L₁ 315 Wdgn. 0,1 CuL. auf VALVO-Miniput-Bausatz
 L₂ 315 Wdgn. 0,1 CuL. auf L₁ gewickelt
 L₃ 620 Wdgn. 0,1 CuL. auf VALVO-Miniput-Bausatz
 Anzapfung bei 192 Wdgn.
 L₄ 620 Wdgn. 0,1 CuL. auf VALVO-Miniput-Bausatz
 L₅ 620 Wdgn. 0,1 CuL. auf VALVO-Miniput-Bausatz
 Anzapfung bei 76 Wdgn.
 Die Anzapfungen sind vom kalten Ende aus gezählt.
- ZF-Filter:
 7+7 Wdgn. HF-Litze 5 x 0,04 auf VALVO - 7 x 7 - Bausatz
 100 pF
- Demodulator-Spulen:
 6 Wdgn. 0,5 CuL. auf VALVO-Liliput-Bausatz

Bild 11. Empfänger-Konzept 3: Hi-Fi-Stereo-Empfänger

Empfänger-Konzept 3: Hi-Fi-Stereo-Empfänger

Bild 11 zeigt ein weiteres, aufwendiger auf gebautes Konzept eines Hi-Fi-Stereo-Empfängers. Als Tuner wird auch hier der FM-Tuner FD 1 mit Vierkreis-Diodenabstimmung verwendet. Zwischen dem Tuner und der ersten ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A, deren Demodulatorteil ungenutzt bleibt, liegt ein Fünfkreis-Kompaktfilter, gebildet aus den beiden ZF-Kreisen des Tuners und drei weiteren kapazitiv gekoppelten ZF-Kreisen. Der Ausgang der TCA 420 A wird mit einem Vierkreis-Kompaktfilter, das zur Verbesserung der Weitabselektion ein kapazitives T-Glied enthält, symmetrisch belastet.

Durch die symmetrische Belastung des Ausgangs ergibt sich eine gute Stabilität des Verstärkers. Mit den insgesamt neun ZF-Kreisen wird eine ausgezeichnete Selektion erreicht. Der Demodulator der zweiten ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A ist zur Kennlinien-Linearisierung mit zwei abgestimmten Kreisen ausgestattet, die gegeneinander abgeschirmt und nur kapazitiv miteinander gekoppelt sind. P_4 dient zur Symmetrierung der AFC-Regelspannung.

Der „Ein/Aus“-Schalter der Stördämpfung (S_{1a}) ist hier ebenfalls mit dem AFC-Schalter (S_{1b})

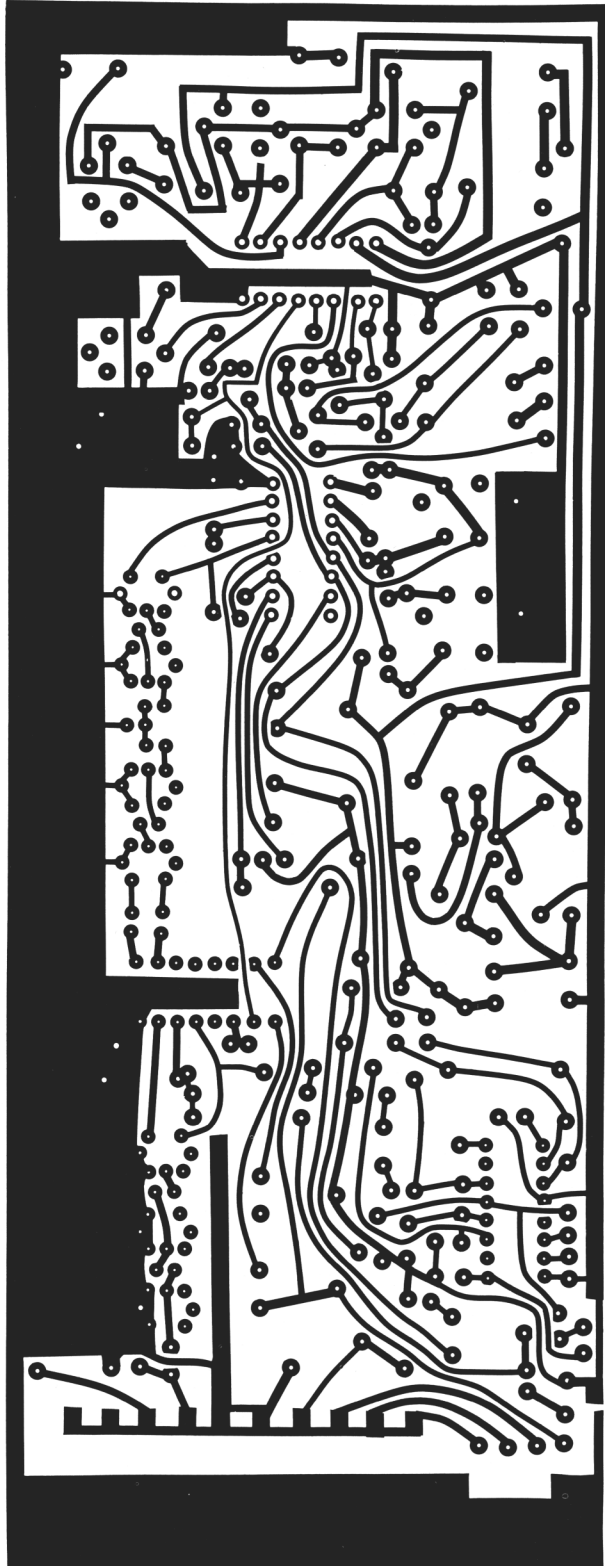


Bild 12. Leiterplatte für den Hi-Fi-Stereo-Empfänger nach Bild 11 (Lötseite)

Für den Anschluß des FM-Tuners ist ein Schlitz 50 mm x 1,6 mm so in die Leiterplatte einzuarbeiten, daß die Kontaktstreifen des Tuners mit den Anschlußflächen der Leiterplatte verlötet werden können.

einen 47 kΩ - Widerstand zum Anschluß 10 (Steuerspannung für Stördämpfung) des zweiten ZF-Verstärkers TCA 420 A. Das Justieren des Indikators erfolgt wie bei den Konzepten 1 und 2 mit P₂ (elektrischer Nullpunkt) und P₃ (Vollausschlag).

Die NF-Ausgangsspannung des Demodulators wird dem Stereo-Dekoder TCA 290 A zugeführt, der sie um etwa 10 dB verstärkt. Der Schalter S₃ im Signalweg ist der während des Umschaltens schließende Stummschalter eines mechanischen Tastenaggregats für die Senderwahl. Wird er, zum Beispiel bei Senderwahl mit einer Sensor-Elektronik, nicht benötigt, so kann der Demodulator-Ausgang mit dem Stereo-Dekoder in der in Bild 7 gezeigten Weise über einen 4,7 µF - Kondensator verbunden werden. Die Schaltspannung

des Stereo-Dekoders wird dem ersten ZF-Verstärker TCA 420 A entnommen. Die Stereo-Einschaltsschwelle des Dekoders wird mit P₁ eingestellt. P₅ und P₆ dienen zum Einstellen der Übersprechdämpfung. Falls dies gewünscht wird, kann mit dem Schalter S₂ unabhängig von der Art des empfangenen Signals auf Mono-Wiedergabe umgeschaltet werden. Die Ausgangssignale des Stereo-Dekoders sind zum Ausfiltern eventuell noch vorhandener Störanteile über Tiefpässe mit einer Grenzfrequenz von 15 kHz an die Emittierfolger-Ausgangsstufen geführt.

Die Betriebsspannung wird dem auch für die Konzepte 1 und 2 verwendeten stabilisierten Netzteil entnommen. Bild 12 zeigt die Leiterplatte für den Aufbau des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 11, Bild 13 zeigt den zugehörigen Bestückungsplan.

Abgleich der Empfänger

Die vorabgeglichenen FM-Tuner machen einen HF-Abgleich überflüssig. Bei der Inbetriebnahme der Empfänger ist lediglich die Abstimmspannung mit P₇ auf ihren Sollwert einzustellen. Damit beschränkt sich die Abgleicharbeit auf die ZF- und Demodulatorkreise sowie den Stereo-Dekoder.

Die Bezeichnung der Potentiometer-Abgleichpositionen ist für alle drei Empfänger-Konzepte gleich:

P ₁	Stereo-Einschaltsschwelle
P ₁ '	Dämpfungsgrad der Stördämpfung
P ₂	Elektrischer Nullpunkt des Abstimmindikators
P ₃	Vollausschlag des Abstimmindikators
P ₄	Symmetrie der AFC-Regelspannung
P ₅	} Übersprechdämpfung im Stereo-Dekoder
P ₆	
P ₇	Sollwert der Abstimmspannung

ZF-Abgleich

Der Abgleich der ZF-Selektion erfolgt zweckmäßig mit einem an den Mischtransistor des Tuners gelegten 10,7 MHz - ZF - Signal. Zum Abbilden der Durchlaßkurve kann ein Wobbel-Oszillograf an den Anschluß 8 oder 9 der ZF-Verstärker-Schaltung TCA 420 A gelegt werden. Zum Ausbiegen von Rauschspannungen sollte dieser Anschluß während des Abgleichs mit einem Kondensator von 10 nF bis 0,1 µF abgeblockt werden.

Nachdem die ZF-Filter auf optimale Durchlaßkurvenform abgeglichen sind, erfolgt der Abgleich des Demodulators. Bei Verwendung nur eines Demodulatorkreises wird dieser auf Klirr-

faktorminimum der NF-Ausgangsspannung abgeglichen. Das ZF-Eingangssignal sollte dabei so gewählt werden, daß sich der ZF-Verstärker im Bereich der Begrenzung befindet.

Wird ein zweiter Demodulatorkreis zur Linearisierung der Kennlinie verwendet, so ist dieser Korrekturkreis vor dem Abgleich zu verstimmen. Der Abgleich des an den Demodulator gekoppelten ersten Kreises erfolgt, wie bereits beschrieben. Danach wird der zweite Demodulatorkreis so abgeglichen, daß sich gegenüber dem Abgleich des ersten Kreises ein deutlich niedrigeres Klirrfaktorminimum ergibt.

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1 973
SEITE 14

Stereo-Dekoder-Abgleich

Der Abgleich des Stereo-Dekoders wird mit Hilfe eines stereomodulierten HF-Signals vorgenommen. Der Empfänger sollte optimal abgestimmt sein und mit eingeschalteter AFC betrieben werden, um während des Abgleichs Verstimmungen durch Temperatureinflüsse klein zu halten. Der Abgleich des Stereo-Dekoders wird in fünf Schritten vorgenommen:

- 1) 19, kHz - Kreise (L₃ und L₄) auf Maximum am Hochpunkt des zweiten Kreises (Anschluß 1 der TCA 290 A) abgleichen.
Modulation des Senders:
 $\Delta f = \pm 7,5$ kHz, $f_m = 19$ kHz.
- 2) Hilfsträgerkreis (L₅) auf Maximum bei 38 kHz abgleichen (Anschluß 3 der TCA 290 A).
Modulation des Senders:
 $\Delta f = \pm 7,5$ kHz, $f_m = 19$ kHz.

- 3) Seitensignalkreis (L₁/L₂) auf Maximum und scharfe Nulldurchgänge abgleichen (Anschluß 4 der TCA 290 A).
Modulation des Senders:
 $\Delta f = \pm 40$ kHz, nur Seitensignal ($R = -L$),
 $f_m = 1$ kHz.
- 4) NF-Signal am Ausgang (Anschluß 9 der TCA 290 A) durch geringe Korrektur an L₄ oder L₅ auf Maximum abgleichen.
Modulation des Senders:
 $\Delta f = \pm 47,5$ kHz, Multiplexsignal mit $R = 0$, $L = 1$ ($f_m = 1$ kHz) und Pilotton.
- 5) Durch wechselweisen Abgleich von P₅ und P₆ auf maximale Übersprechdämpfung (Kanal-trennung) abgleichen.
Modulation des Senders:
 $\Delta f = \pm 47,5$ kHz, Multiplexsignal mit $R = 0$, $L = 1$ ($f_m = 1$ kHz) und Pilotton.

Meßergebnisse

Im folgenden sind die Meßergebnisse der drei Empfänger-Konzepte zusammengestellt. Alle Spannungsangaben sind Effektivwerte.

Begrenzungseinsatz

Im Begrenzungseinsatz sind Werte erreicht worden, die dem jeweiligen Empfängerkonzept angepaßt sind und den Anforderungen voll genügen. Bei den Hi-Fi-Konzepten 2 und 3 liegt der Begrenzungseinsatz unterhalb der für einen Signal/Rausch-Abstand von 26 dB erforderlichen Eingangsspannung, womit günstige Störunterdrückungseigenschaften schon bei schwachen Signalen sichergestellt sind.

Erforderliche Eingangsspannung U_i an 60Ω für Begrenzungseinsatz

Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
$U_i = 1,5 \mu V$	$U_i = 0,6 \mu V$	$U_i = 0,48 \mu V$

Bandbreite

Die HF/ZF-Bandbreite ist aus den Selektionskurven der Empfänger (Bilder 14, 15 und 16) ersichtlich; sie verringert sich mit zunehmendem Filteraufwand.

3 dB - Bandbreite

Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
165 kHz	140 kHz	120 kHz

Selektion

Die Selektion ist mit der Bandbreite eng verknüpft. Während beim Mono-Konzept eine 300 kHz - Selektion von etwa 30 dB (Bild 14) akzeptabel ist, müssen an Hi-Fi-Konzepte strengere Maßstäbe angelegt werden. Mit dem relativ geringen Filteraufwand im Konzept 2 wird immerhin eine 300 kHz - Selektion von 55 dB (Bild 15) erreicht; sie entspricht den Anforderungen an diese Geräteklasse.

Das Konzept 3 hat mit 71 dB (Bild 16) eine extrem gute Selektion aufzuweisen, wodurch die Fernempfangseigenschaften besonders günstig beeinflusst werden.

300 kHz - Selektion

Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
29,5 dB	55 dB	71 dB

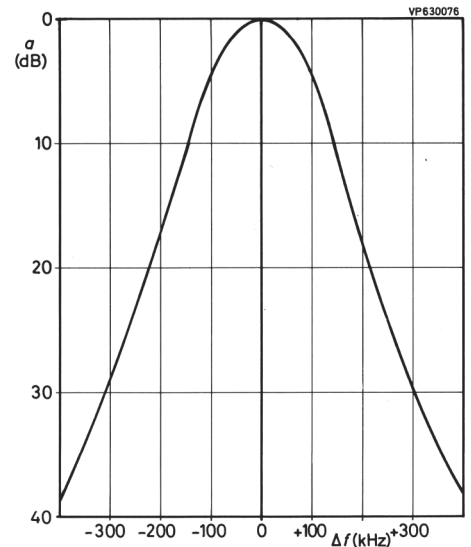


Bild 14. Selektionskurve des Mono-Empfängers nach Bild 4 (Konzept 1)
gemessen bei $f_0 = 100$ MHz unterhalb der Begrenzung
3dB-Bandbreite: 165 kHz
300 kHz-Selektion: 29,5 dB

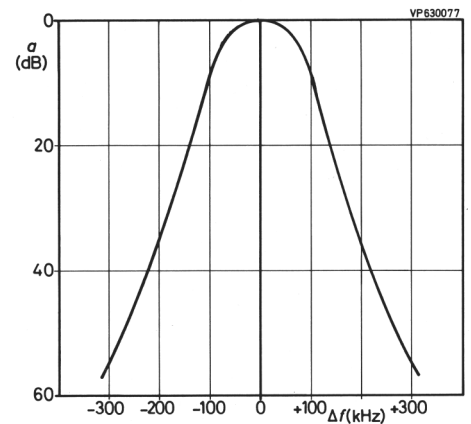


Bild 15. Selektionskurve des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 7 (Konzept 2)
gemessen bei $f_0 = 100$ MHz unterhalb der Begrenzung
3 dB - Bandbreite: 140 kHz
300 kHz - Selektion: 55 dB

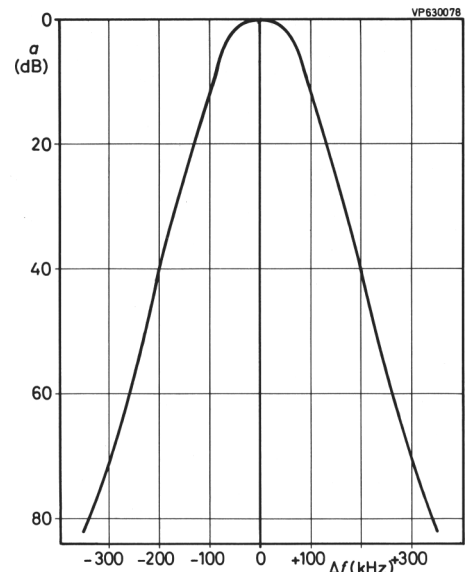


Bild 16. Selektionskurve des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 11 (Konzept 3)
gemessen bei $f_0 = 100$ MHz unterhalb der Begrenzung
3 dB-Bandbreite: 120 kHz
300 kHz-Selektion: 71 dB

Dynamische Selektion

Die Kurven der dynamischen Selektion der Hi-Fi-Stereo-Empfänger (Bilder 17 und 18) ergeben ein anschauliches Bild der zu erwartenden Empfangseigenschaften bei großer Senderdichte. Den Kurven liegt ein Nutz/Stör-Abstand von 40 dB zugrunde. Das Nutzsignal ist $U_i = 100 \mu\text{V}$ an $Z_i = 60 \Omega$, unmoduliert. Auf der Ordinate kann abgelesen werden, wie groß das zulässige Stör-signal $U_{\text{stör}}$ mit einem Frequenzhub von $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$ beim Frequenzabstand Δf sein darf.

Bei einem Abstand des Störsenders von weniger als 200 kHz ergeben sich für Mono- und Stereo-Empfang unterschiedliche zulässige Werte für den Störsender. Bei beiden Konzepten ist für Stereo-Empfang bei einem Frequenzabstand von 150 kHz ein Störsignal von $200 \mu\text{V}$ zulässig, ein beachtliches Störsignal, wenn man berücksichtigt, daß das Nutzsignal nur $100 \mu\text{V}$ beträgt.

Diese Werte der dynamischen Selektion sind allerdings nur bei Einsatz eines Stereo-Dekoders erreichbar, der nach dem Matrixverfahren arbeitet.

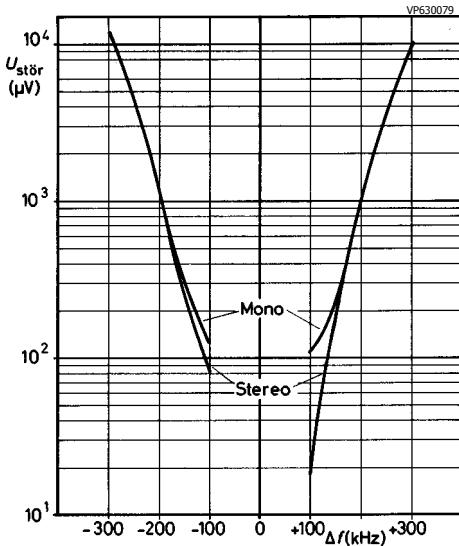


Bild 17. Dynamische Selektion des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 7 (Konzept 2)
gemessen bei $f_0 = 100 \text{ MHz}$
Nutzsignal: $100 \mu\text{V}$ an 60Ω , unmoduliert
Störsignal: $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

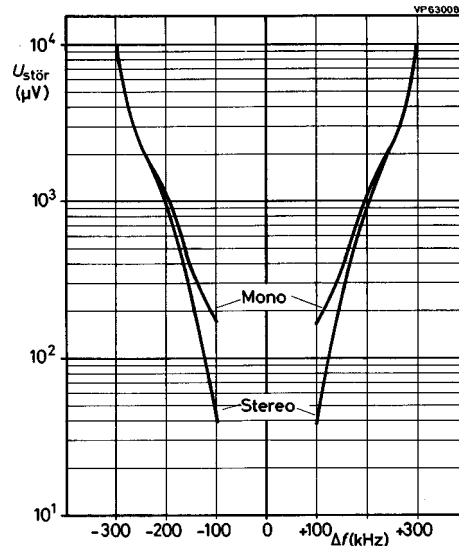


Bild 18. Dynamische Selektion des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 11 (Konzept 3)
gemessen bei $f_0 = 100 \text{ MHz}$
Nutzsignal: $100 \mu\text{V}$ an 60Ω , unmoduliert
Störsignal: $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

VALVO BRIEF
30. AUGUST 1973
SEITE 16

Gleichkanal-Unterdrückung

Die Gleichkanal-Unterdrückung (capture ratio) wird durch den Begrenzer- und Demodulatormechanismus bestimmt. Die erreichten Werte entsprechen den Anforderungen.

Nutzsignal: $U_i = 1 \text{ mV}$ an 60Ω , unmoduliert
Störsignal: Frequenzhub $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

Störabstand: 30 dB

Gleichkanal-Unterdrückung

Konzept 2	Konzept 3
1,5 dB	1,5 dB

AM-Unterdrückung

Die AM-Unterdrückung der drei Empfänger-Konzepte ist aus den Bildern 19, 20 und 21 ersichtlich. Bei allen Konzepten ergeben sich hervorragende Werte schon bei kleinen Eingangssignalen. Die Verschlechterung bei größeren Eingangssignalen ist, namentlich beim Konzept 1, auf Phasenmodulation im Tuner zurückzuführen.

ren. Diese Erscheinung tritt jedoch bei allen vergleichbaren Tunern auf.

Generator gleichzeitig AM- und FM-moduliert

$\Delta f = \pm 15 \text{ kHz}$, $f_m = 70 \text{ Hz}$
 $m = 30 \%$, $f_m = 1 \text{ kHz}$, Meßbandbreite
700 Hz ... 5 kHz

Erforderliche Eingangsspannung U_i an 60Ω für AM-Unterdrückung α'

	Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
$\alpha' \geq 40 \text{ dB}$	$U_i = 5 \mu\text{V}$	$U_i = 5 \mu\text{V}$	$U_i = 2,5 \mu\text{V}$
$\alpha' \geq 45 \text{ dB}$	$U_i = 6 \mu\text{V}$	$U_i = 12 \mu\text{V}$	$U_i = 5 \mu\text{V}$

Bild 19.
AM-Unterdrückung α' des Mono-Empfängers
nach Bild 4 (Konzept 1)

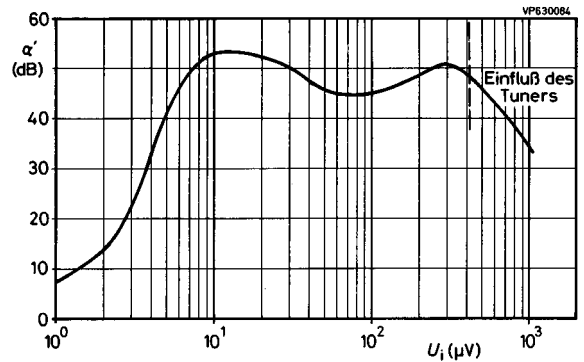


Bild 20.
AM-Unterdrückung α' des Hi-Fi-Stereo-Empfängers
nach Bild 7 (Konzept 2)

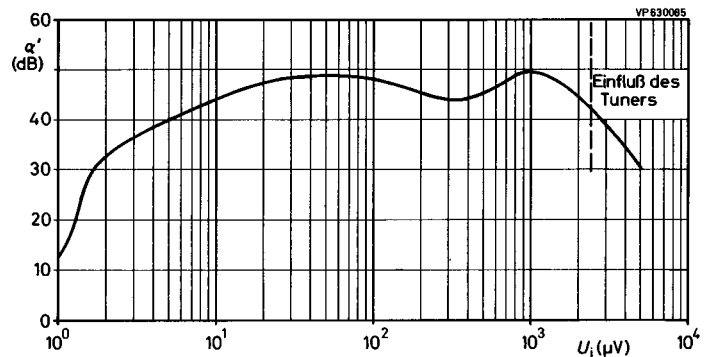
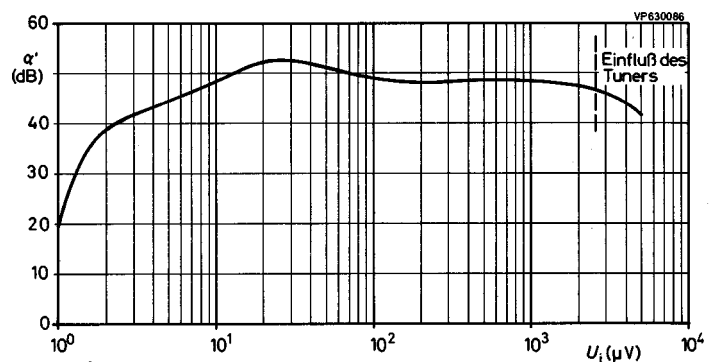


Bild 21.
AM-Unterdrückung α' des Hi-Fi-Stereo-Empfängers
nach Bild 11 (Konzept 3)



Signal/Rausch-Abstand

Die Bilder 22, 23 und 24 zeigen die mit den drei Empfänger-Konzepten erreichbaren Signal/Rausch-Abstände. Die für 26 dB bei Mono und 46 dB bei Stereo erforderlichen Eingangsspannungen sind gute Durchschnittswerte. Mit den Maximalwerten für den Signal/Rausch-Abstand

von über 70 dB bei Mono und über 65 dB bei Stereo ist die Grenze des technisch Möglichen erreicht.

Frequenzhub: $\Delta f = \pm 40$ kHz

Bandbreite: 180 Hz bis 16 kHz

Erforderliche Eingangsspannung U_i an 60 Ω für Signal/Rausch-Abstand $S + N/N$
Mono

	Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
$S + N/N \geq 70$ dB	$U_i = 40 \mu V$	$U_i = 45 \mu V$	$U_i = 60 \mu V$
$S + N/N = 26$ dB	$U_i = 1,1 \mu V$	$U_i = 0,9 \mu V$	$U_i \approx 0,9 \mu V$

Erforderliche Eingangsspannung U_i an 60 Ω für Signal/Rausch-Abstand $S + N/N$
Stereo

	Konzept 2	Konzept 3
$S + N/N \geq 60$ dB	$U_i = 100 \mu V$	$U_i = 100 \mu V$
$S + N/N = 46$ dB	$U_i = 27 \mu V$	$U_i = 27 \mu V$

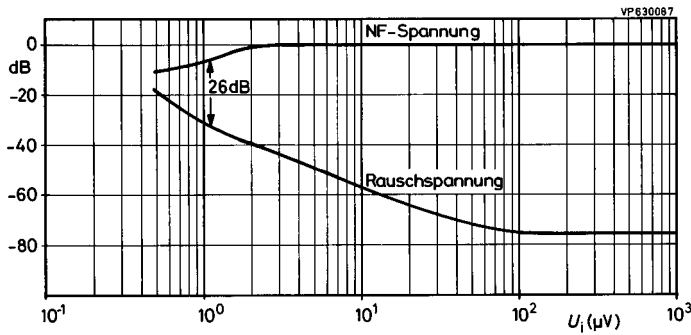


Bild 22. Signal/Rausch-Abstand des Mono-Empfängers nach Bild 4 (Konzept1)

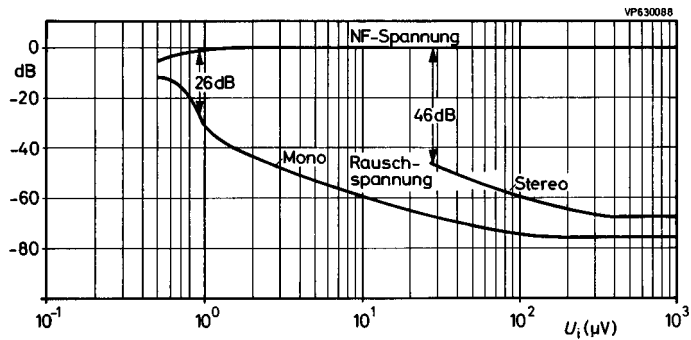


Bild 23. Signal/Rausch-Abstand des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 7 (Konzept 2)

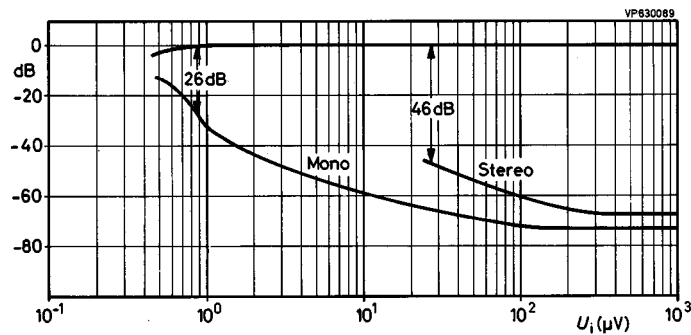


Bild 24. Signal/Rausch-Abstand des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 11 (Konzept 3)

Übersprechdämpfungsmaß

Das Übersprechdämpfungsmaß der Hi-Fi-Stereo-Empfänger ist aus den Bildern 25 und 26 ersichtlich. Die erreichten Werte überschreiten die in DIN 45 500 gesetzte Grenze wesentlich und füh-

ren zu einer eindrucksvollen und hörbar guten Kanaltrennung.

$$U_i = 1 \text{ mV an } 60 \Omega$$

Übersprechdämpfungsmaß $\alpha_{\ddot{u}}$ bei verschiedenen Frequenzen

	f = 100 Hz		f = 1 kHz		f = 10 kHz		f = 15 kHz	
	Konz. 2	Konz. 3	Konz. 2	Konz. 3	Konz. 2	Konz. 3	Konz. 2	Konz. 3
L = 1, $\alpha_{\ddot{u}}$ (dB)	44	52	51	72	35	31	28	25
R = 1, $\alpha_{\ddot{u}}$ (dB)	46	55	59	58	36,5	31	29	25

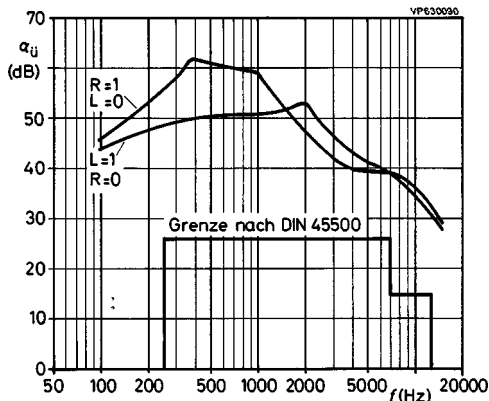


Bild 25. Übersprechdämpfungsmaß α_u des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 7 (Konzept 2)

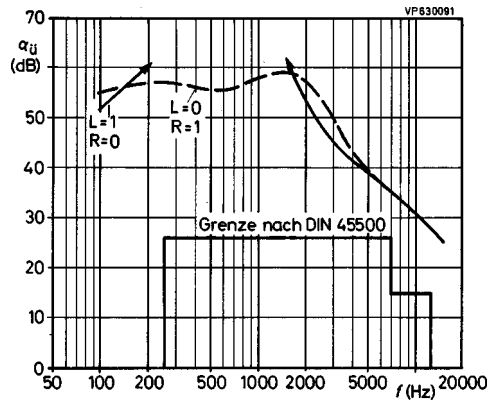


Bild 26. Übersprechdämpfungsmaß α_u des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 11 (Konzept 3)

Pilotton-Hilfsträger-Fremdspannungsabstand

Die in DIN 45 500 geforderten Dämpfungswerte für 19 kHz und 38 kHz werden überschritten.

$U_i = 1 \text{ mV}$ an 60Ω
Frequenzhub $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

Pilotton-Hilfsträger-Fremdspannungsabstand

	Konzept 2		Konzept 3	
	19 kHz	38 kHz	19 kHz	38 kHz
rechter Kanal	41 dB	44 dB	45 dB	56 dB
linker Kanal	42,5 dB	41,5 dB	38 dB	> 56 dB

Abstimmanzeigespannung

Die Abhängigkeit der Abstimmanzeigespannung U_{ind} von der Eingangsspannung U_i der drei Empfänger zeigen die Bilder 27, 28 und 29. Der Verlauf der Abstimmspannung ist bei den Konzepten 1 und 3 über drei bzw. vier Dekaden annähernd logarithmisch. Abweichend davon ist der Verlauf der Anzeigespannung beim Konzept 2 nicht so ideal. Dies hängt mit der Einbeziehung der Transistor-ZF-Verstärkerstufe in die Anzeigeschaltung zusammen. Wegen des relativ einfachen Konzepts wurde dieser Nachteil jedoch bewußt in Kauf genommen. Mit einem höheren Bauelementeaufwand wäre der Verlauf der Abstimmspannung sicher zu verbessern.

Die üblichen, zur Abstimmanzeige verwendeten Indikatoren weisen aufgrund ihrer einfachen Konstruktion nicht immer die Linearität auf, die für einen annähernd logarithmischen Verlauf der Feldstärkeanzeige wünschenswert ist.

Bild 27. Abstimmanzeigespannung des Mono-Empfängers nach Bild 4 (Konzept 1) gemessen mit $100 \mu\text{A}$ -Abstimmindikator

Stereo-Einschaltschwelle

Der Einstellbereich der Stereo-Einschaltschwelle umfaßt mehr als zwei Dekaden des Eingangssignals. Damit sind dem Anwender für die Wahl des günstigsten Arbeitspunktes der automatischen Mono/Stereo-Umschaltung praktisch keine Grenzen gesetzt.

Stereo-Einschaltschwelle, U_i an 60Ω

Konzept 2	Konzept 3
$U_i = 2 \mu\text{V} \dots 1 \text{ mV}$	$U_i = 10 \mu\text{V} \dots 5 \text{ mV}$

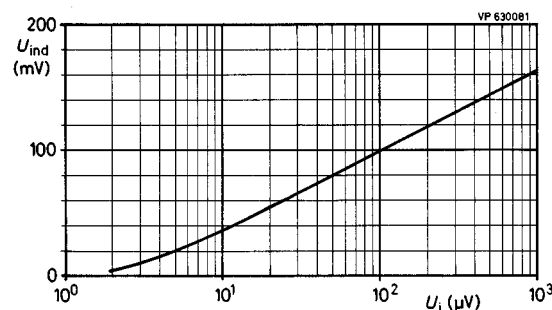
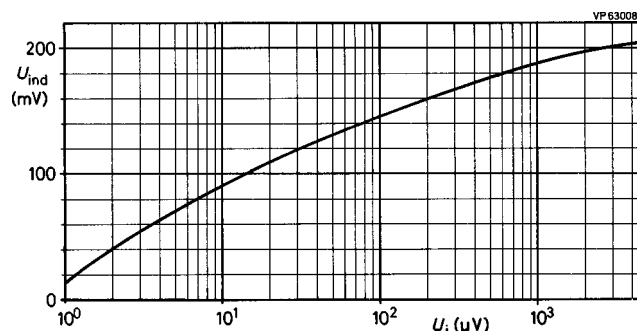


Bild 28. Abstimmanzeigespannung des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 7 (Konzept 2) gemessen mit $100 \mu\text{A}$ -Abstimmindikator



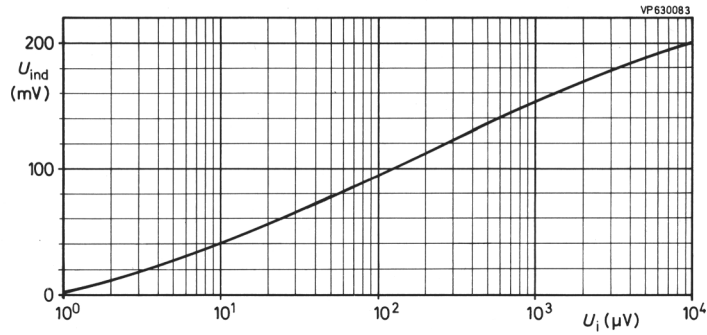


Bild 29. Abstimmanzeigenspannung des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 11 (Konzept 3) gemessen mit 100 µA - Abstimmindikator

NF-Ausgangsspannung

Die am Empfängeranfang zur Verfügung stehende NF-Spannung ermöglicht eine normgerechte Aussteuerung von NF-Verstärkern und Tonbandgeräten.

$U_i = 1 \text{ mV}$ an 60Ω
 Frequenzhub $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

NF-Ausgangsspannung

Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
770 mV	530 mV	630 mV

Übertragungsbereich

Die Grenzfrequenzen (-3 dB) des Übertragungsbereichs sind bei allen drei Empfänger-Konzepten $< 40 \text{ Hz}$ und 15 kHz . Die Begrenzung des Übertragungsbereichs durch die dem Stereo-De-

koder nachgeschalteten Tiefpässe erfolgte bewußt, da die Sender keine höheren Modulationsfrequenzen übertragen.

Klirrfaktor

Die Verzerrungseigenschaften des Empfänger-Konzepts 1 (Mono-Empfänger) entsprechen Hi-Fi-Anforderungen und dürften in der Praxis die Eigenschaften des Gesamtgeräts kaum beeinträchtigen, da bei einem derartigen Konzept der nachgeschaltete NF-Verstärker mitsamt dem Lautsprecher die Wiedergabequalität bestimmen wird.

Die Empfänger-Konzepte 2 und 3 weisen Verzerrungseigenschaften auf, die sowohl bei Mono als auch bei Stereo die 1% - Grenze eindeutig unterschreiten. Bei dem einfacheren Konzept 2 könnte unter Umständen der zweite Demodulatorkreis entfallen.

$U_i = 1 \text{ mV}$ an 60Ω
 $f_m = 1 \text{ kHz}$

Klirrfaktor k Mono

	Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3
$\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$	$k = 0,30 \%$	$k = 0,20 \%$	$k = 0,20 \%$
$\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$	$k = 0,72 \%$	$k = 0,35 \%$	$k = 0,35 \%$

Klirrfaktor k Stereo

	Konzept 2		Konzept 3	
	$\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$	$\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$	$\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$	$\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$
R = L, S = 0	$k = 0,15 \%$	—	$k = 0,22 \%$	$k = 0,30 \%$
R = -L, M = 0	$k = 0,36 \%$	—	$k = 0,20 \%$	$k = 0,23 \%$
R = 0, L = 1	$k = 0,38 \%$	—	$k = 0,28 \%$	$k = 0,35 \%$

Die vorliegenden Meßergebnisse beweisen, daß es auch bei geringer HF/ZF-Bandbreite, wie sie für eine gute Selektion erforderlich ist, möglich ist, hervorragende Ergebnisse in den Verzerrungseigenschaften, im Übertragungsbereich und

im Übersprechdämpfungsmaß (Kanaltrennung) zu erreichen. Die hier angewendeten Filterdimensionierungen stellen also einen günstigen Kompromiß zwischen Aufwand und erreichbaren Empfängereigenschaften dar.

Es wird keine Gewähr übernommen, daß die in dieser Schrift angegebenen Schaltungen, Geräte, Maschinen, Anlagen, Bauelemente, Baugruppen oder Verfahren frei von Schutzrechten sind.

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nicht gestattet.

Herausgeber:
VALVO GmbH

Ratschläge in den VALVO BRIEFEN sind unverbindliche und keine Haftung begründende Empfehlungen. 2000 Hamburg 1, Burchardstraße 19