

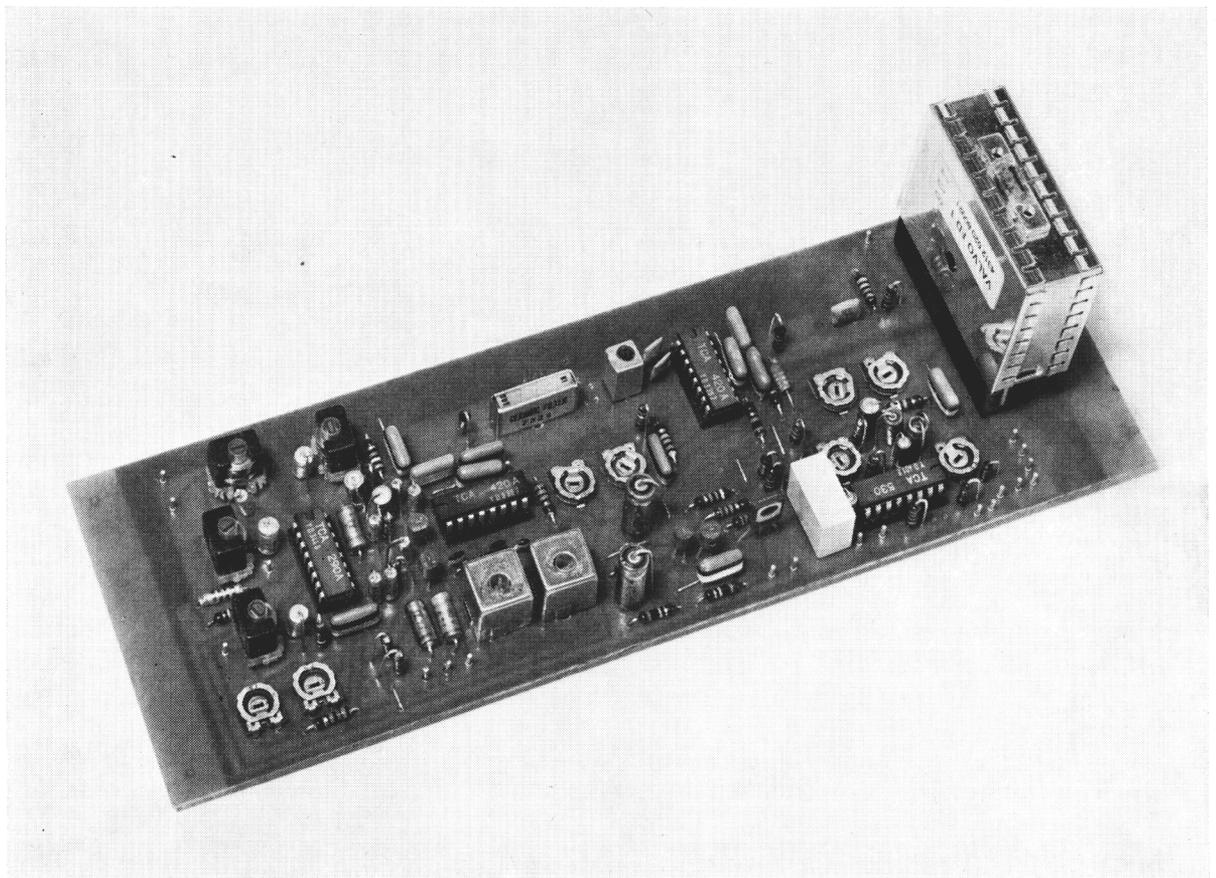
VALVO brief

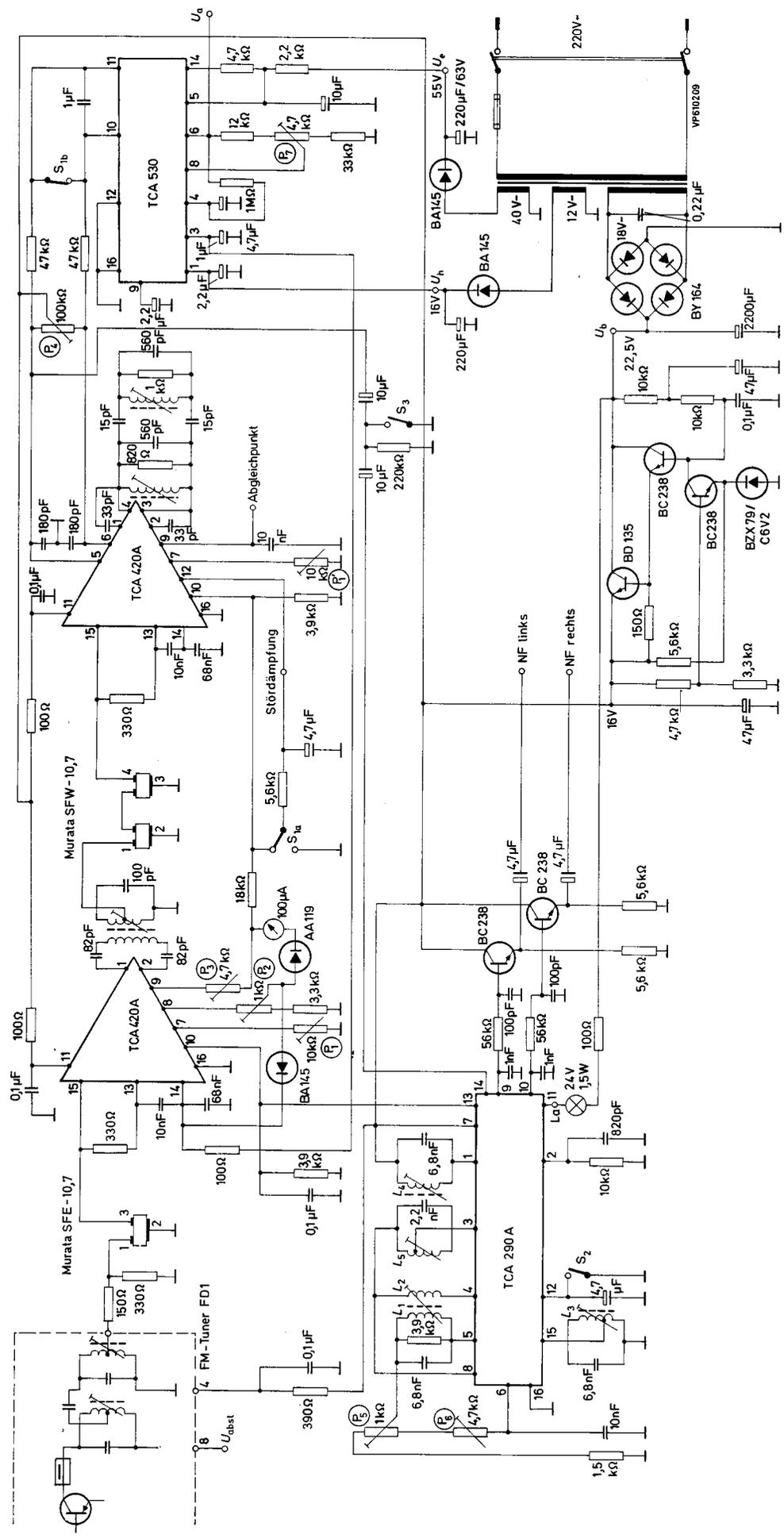
BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

16. APRIL 1974

Hi-Fi-Stereo-Empfänger mit integrierten Schaltungen und keramischen ZF-Filtern

Empfänger-Konzept 4





ZF-Kreis:
 14 Wdgn. HF-Litze 5 x 0,04 auf VALVO - 7 x 7 - Bausatz
 Anzapfung bei 3 Wdgn.
 Koppelwicklung 6 Wdgn.

Demodulator-Spulen:
 6 Wdgn. 0,5 CuL auf VALVO-Lilitup-Bausatz

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.

Bild 1. Empfänger-Konzept 4: Hi-Fi-Stereoc-Empfänger

Das Empfänger-Konzept 4 mit zwei ZF-Verstärker-Schaltungen TCA 420 A (Bild 1) ist eine Variante des Empfänger-Konzepts 3 für einen Hi-Fi-Stereo-Empfänger der Spitzenklasse aus dem VALVO-Brief 30. August 1973. In der ZF-Selektion wurden die mit 7 x 7- Filterspulen aufgebauten Kompaktfiler des Konzepts 3 durch zwei Keramikfilter ersetzt. Zwischen dem FM-Tuner FD 1, der inzwischen aus der Serienfertigung zur Verfügung steht (Bild 2), und dem ersten ZF-Verstärker TCA 420 A liegt ein keramisches Filter Murata SFE-10,7. Zwischen dem ersten und zweiten ZF-Verstärker liegt ein Filter Murata SFW-10,7. Das zweite Filter wird über einen angezapften ZF-Kreis an den Ausgang der TCA 420 A angepaßt.

Der Demodulator ist mit zwei abgestimmten Kreisen ausgestattet. Diese Anordnung ergibt eine Linearisierung der Demodulorkennlinie. Die Kreise sind gegeneinander abgeschirmt und nur kapazitiv miteinander gekoppelt. P_4 dient zur Symmetrierung der AFC-Regelspannung.

Die abschaltbare Stördämpfungsschaltung im zweiten ZF-Verstärker 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 unabhängig von der Einschaltchwelle des Stereo-Dekoders, die vom ersten ZF-Verstärker bestimmt wird. Mit P_1' läßt sich der gewünschte Grad der Stördämpfung einstellen.

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.

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 Abstimmpotentiometern zugeführt wird. Die Abstimmspannung sollte am Tuner mit 2,2 μ F gesiebt werden, um störende Brummeinstreuungen zu verhindern.

Der erste ZF-Verstärker TCA 420 A wird mit dem Stummschalter der TCA 530 (Anschluß 3) nach dem Einschalten des Empfängers solange gesperrt, bis die Abstimmspannung mit der erforderlichen Genauigkeit vorhanden ist. Dabei würde, durch die Art der Sperrung bedingt, ohne weitere Maßnahmen ein kurzzeitiger Ausschlag des Abstimmindikators auftreten, der bei diesem Empfänger durch zusätzlichen Aufwand von zwei Dioden vermieden wird.

Zur Abstimmanzeige wird nur die interne Schaltung des ersten ZF-Verstärkers TCA 420 A herangezogen. Um die Ansprechempfindlichkeit bei schwachen Eingangssignalen zu erhöhen, führt eine Verbindung vom Abstimmindikator über einen 18 k Ω - Widerstand zum Anschluß 10 (Steuerspannung für Stördämpfung) des zweiten ZF-Verstärkers TCA 420 A. Das Justieren des Indikators erfolgt mit P_2 (elektrischer Nullpunkt) und P_3 (Vollausschlag).

Die NF-Ausgangsspannung des Demodulators wird dem nach dem Matrix-Verfahren arbeitenden Stereo-Dekoder TCA 290 A zugeführt, der sie um etwa 10 dB verstärkt. Der Schalter S_3 im Signalweg ist der während des Umschaltens schließende Stummschalter eines mechanischen Tastenaggregats für die Sender wähl. Wird er, zum Beispiel bei Senderwahl mit einer Sensor-

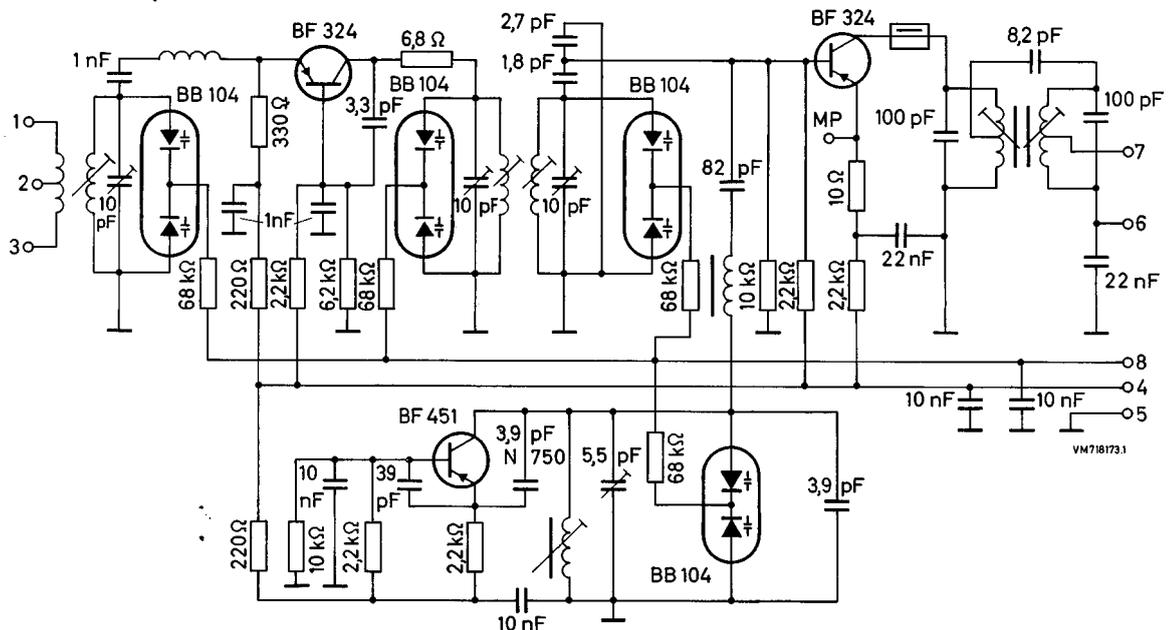


Bild 2. FM-Tuner FD 1 mit Vierkreis-Diodenabstimmung

TCA 420 A) verbunden werden. Die Schaltspannung des Stereo-Dekoders wird dem ersten ZF-Verstärker TCA 420 A entnommen. Die Stereo-Einschaltswelle des Dekoders wird mit P_1 ein-Elektronik, nicht benötigt, so kann der Demodulator-Ausgang mit dem Stereo-Dekoder über einen $4,7 \mu\text{F}$ - Kondensator (Plus-Anschluß an gestellt. P_5 und P_6 dienen zum Einstellen der Übersprechdämpfung. Falls dies gewünscht wird, kann mit dem Schalter S_2 unabhängig von der Art des empfangenen Signals auf Mono-Wieder-

gabe umgeschaltet werden. Die Ausgangssignale des Stereo-Dekoders sind zum Ausfiltern eventuell noch vorhandener Störanteile über Tiefpässe mit einer Grenzfrequenz von 15 kHz an die Emitterfolger-Ausgangsstufen geführt.

Die Betriebsspannung wird einem stabilisierten Netzteil entnommen. Der Aufwand erscheint bei einem Hi-Fi-Konzept gerechtfertigt, wenngleich sicher auch eine einfachere Stabilisierung möglich sein wird.

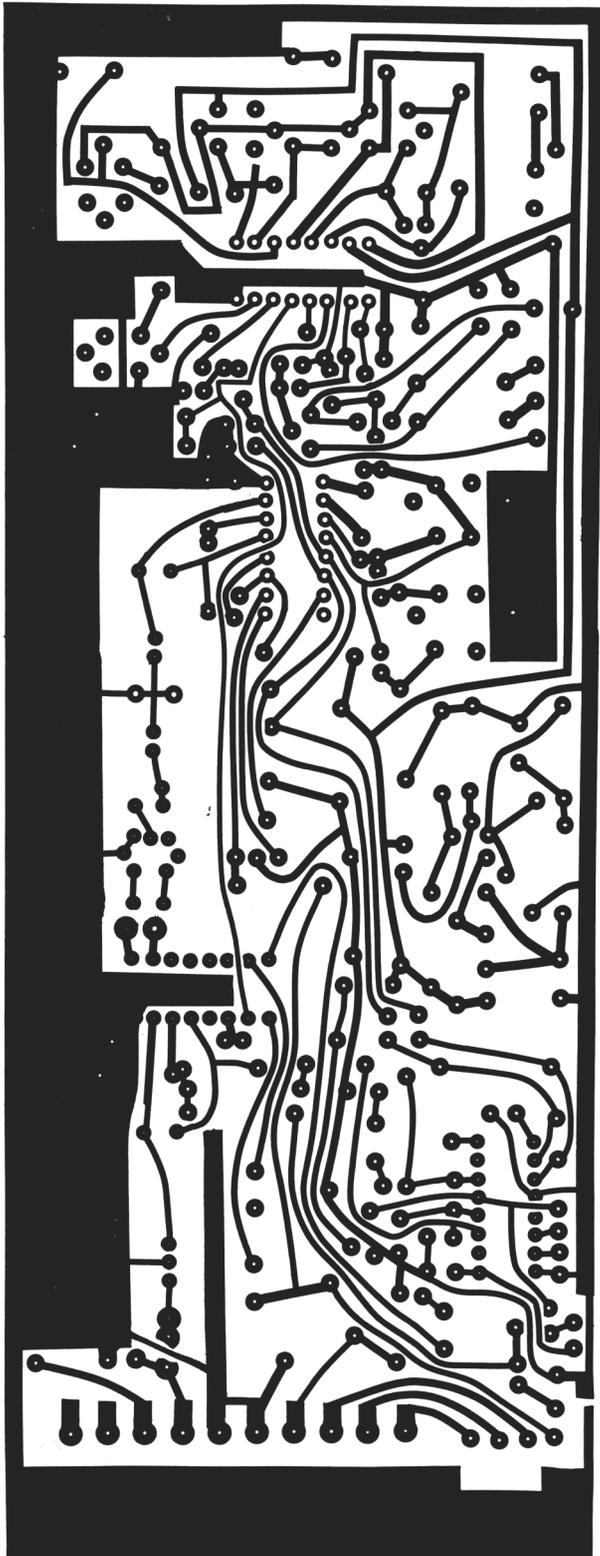


Bild 3. Leiterplatte für den Hi-Fi-Stereo-Empfänger nach Bild 1 (Lötseite)
Für den Anschluß des FM-Tuners ist eine Steckleiste vorgesehen.
Bei festem Einbau des Tuners ist ein Schlitz $50 \text{ mm} \times 1,6 \text{ mm}$ so in die Leiterplatte einzuarbeiten, daß die Kontaktstreifen des Tuners mit den Anschlußflächen der Leiterplatte verlötet werden können.

Abgleich des Empfängers

Die vorabgegleichenen FM-Tuner machen einen HF-Abgleich überflüssig. Bei der Inbetriebnahme des Empfängers ist lediglich die Abstimmspannung mit P_7 auf ihren Sollwert einzustellen. Damit beschränkt sich die Abgleicharbeit auf die ZF- und Demodulatorkreise sowie den Stereo-Dekoder.

Die Bezeichnung der Potentiometer-Abgleichpositionen ist:

- P_1 Stereo-Einschaltswelle
- 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 des ZF-Kreises erfolgt zweckmäßig mit einem an den Mischtransistor des Tuners gelegten, der Mittenfrequenz der keramischen Filter entsprechenden ZF-Signal. Zum Abbilden der Durchlaßkurve kann ein Wobbel-Oszillograf an den Anschluß 9 der zweiten ZF-Verstärkerschaltung TCA 420 A (Abgleichpunkt) gelegt werden.

Nachdem der ZF-Kreis auf optimale Durchlaßkurvenform abgeglichen ist, erfolgt der Abgleich des Demodulators: Der an den Demodulator gekoppelte erste Kreis wird auf Klirrfaktorminimum der NF-Ausgangsspannung abgeglichen; dazu muß der zur Linearisierung der Kennlinie dienende zweite Demodulatorkreis verstimmt werden. Das ZF-Eingangssignal sollte dabei so gewählt werden, daß sich der ZF-Verstärker im Bereich der Begrenzung befindet.

Danach wird der zweite Demodulatorkreis so abgeglichen, daß sich gegenüber dem Abgleich des ersten Kreises ein deutlich niedrigeres Klirrfaktorminimum ergibt.

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 (L_3 und L_4) 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 (L_5) 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 (L_1/L_2) 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 L_4 oder L_5 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 P_5 und P_6 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 des Empfänger-Konzepts 4 zusammengestellt. Alle Spannungsangaben sind Effektivwerte.

Begrenzungseinsatz

Beim Hi-Fi-Konzept 4 liegt der Begrenzungseinsatz unterhalb der für einen Signal/Rausch-Abstand von 26 dB bei Mono erforderlichen Eingangsspannung, womit günstige Störunterdrückungseigenschaften schon bei schwachen Signalen sichergestellt sind.

Erforderliche Eingangsspannung an 60Ω für Begrenzungseinsatz $U_i = 0,64 \mu V$

Bandbreite

Die HF/ZF-Bandbreite ist aus der Selektionskurve des Empfängers (Bild 5) ersichtlich.

3 dB - Bandbreite 160 kHz

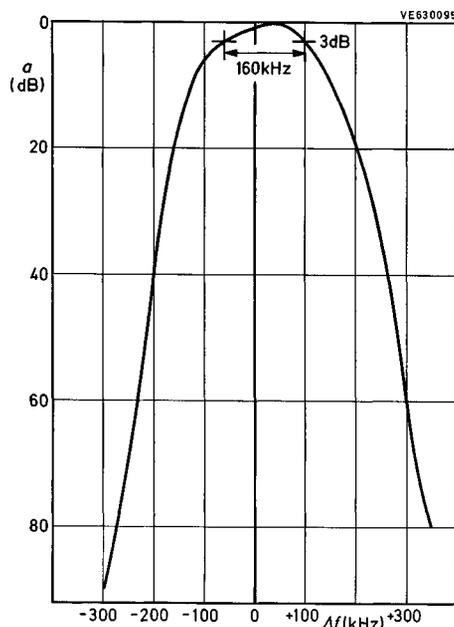


Bild 5. Selektionskurve des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 1 gemessen bei $f_0 = 100$ MHz unterhalb der Begrenzung
3 dB - Bandbreite: 160 kHz
300 kHz-Selektion: 60 dB (rechte Flanke)

Selektion

Die Selektion ist mit der Bandbreite eng verknüpft. Das Konzept 4 hat mit 60 dB (Bild 5) eine gute 300 kHz - Selektion aufzuweisen, wodurch die Fernempfangseigenschaften günstig beeinflusst werden.

AM-Unterdrückung

Die AM-Unterdrückung des Empfänger-Konzepts 4 ist aus Bild 6 ersichtlich. Hervorragende Werte ergeben sich schon bei kleinen Eingangssignalen.

Generator gleichzeitig AM- und FM-moduliert
 $\Delta f = \pm 15 \text{ kHz}$, $f_m = 70 \text{ Hz}$
 $m = 30\%$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

Erforderliche Eingangsspannung an 60 Ω für
 AM-Unterdrückung $\alpha' \geq 40 \text{ dB}$ $U_i = 2,8 \mu\text{V}$
 $\alpha' \geq 45 \text{ dB}$ $U_i = 4,8 \mu\text{V}$

Signal/Rausch-Abstand

Bild 7 zeigt den mit dem Empfänger-Konzept 4 erreichbaren Signal/Rausch-Abstand. 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.

Meßfrequenz $f_o = 100 \text{ MHz}$
 Frequenzhub $\Delta f = \pm 15 \text{ kHz}$
 Bandbreite 120 Hz bis 16 kHz
 Deemphasis 50 μs

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

Mono
 $S + N/N \geq 70 \text{ dB}$ $U_i = 27 \mu\text{V}$
 $S + N/N = 26 \text{ dB}$ $U_i \approx 1,1 \mu\text{V}$

Stereo
 $S + N/N \geq 60 \text{ dB}$ $U_i = 80 \mu\text{V}$
 $S + N/N = 46 \text{ dB}$ $U_i = 30 \mu\text{V}$

Bild 6.
 AM-Unterdrückung α' des Hi-Fi-Stereo-Empfängers
 nach Bild 1

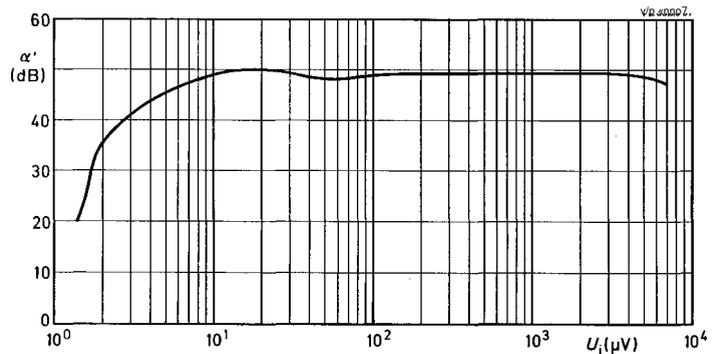
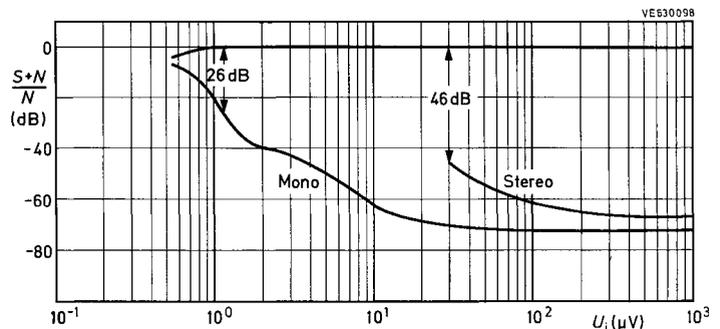


Bild 7.
 Signal/Rausch-Abstand des Hi-Fi-Stereo-Empfängers
 nach Bild 1



Übersprechdämpfungsmaß

Das Übersprechdämpfungsmaß des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 1 ist aus Bild 8 ersichtlich. Die erreichten Werte überschreiten die in DIN 45 500 gesetzte Grenze wesentlich und führen zu einer eindrucksvollen und hörbar guten Kanal-trennung.

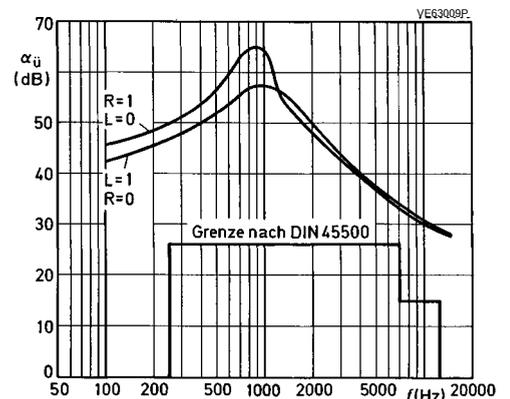


Bild 8. Übersprechdämpfungsmaß α_u des Hi-Fi-Stereo-Empfängers
 nach Bild 1

Übersprechdämpfungsmaß α_{ii} bei verschiedenen Frequenzen

	$f = 100 \text{ Hz}$	$f = 1 \text{ kHz}$	$f = 10 \text{ kHz}$	$f = 15 \text{ kHz}$
L = 1, α_{ii} (dB)	42,5	57,5	31	28
R = 1, α_{ii} (dB)	45,5	64	30	27,5

Abstimmanzeigespannung

Die Abhängigkeit der Abstimmanzeigespannung U_{ind} von der Eingangsspannung U_i zeigt Bild 9. Der Verlauf der Abstimmanzeigespannung ist über vier Dekaden der Eingangsspannung annähernd logarithmisch.

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.

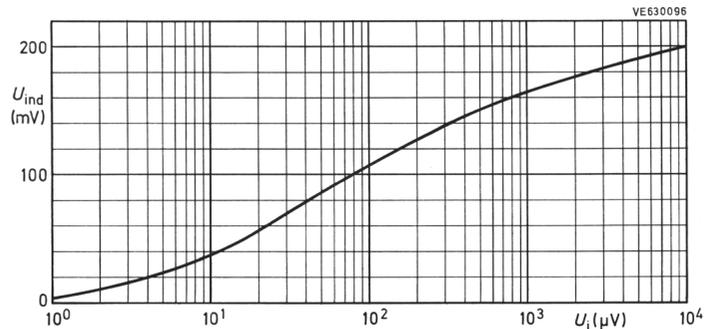


Bild 9. Abstimmanzeigespannung des Hi-Fi-Stereo-Empfängers nach Bild 1 gemessen mit 100 μA - Abstimmindikator ($R_i = 2 \text{ k}\Omega$)

Stereo-Einschaltsschwelle

Der Einstellbereich der Stereo-Einschaltsschwelle 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.

NF-Ausgangsspannung

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

Frequenzhub $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$

NF-Ausgangsspannung 620 mV

Übertragungsbereich

Die Grenzfrequenzen (-3 dB) des Übertragungsbereichs sind $< 40 \text{ Hz}$ und 15 kHz . Die Begrenzung des Übertragungsbereichs durch die dem Stereo-Dekoder nachgeschalteten Tiefpässe erfolgte bewußt, da die Sender keine höheren Modulationsfrequenzen übertragen.

Klirrfaktor

Das Empfänger-Konzept 4 weist Verzerrungseigenschaften auf, die sowohl bei Mono als auch bei Stereo die 1 % - Grenze eindeutig unterschreiten.

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

	R = L (Mono)	R = -L	R = 0, L = 1
$\Delta f = \pm 15 \text{ kHz}$	0,20 %	0,25 %	0,22 %
$\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$	0,25 %	0,33 %	0,34 %
$\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$	0,30 %	0,30 %	0,42 %

VALVO BRIEF
16. APRIL 1974
SEITE 8

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

Ratschläge in den VALVO BRIEFEN sind unverbindliche und keine Haftung begründende Empfehlungen.

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nicht gestattet.

Herausgeber:
VALVO GmbH
2000 Hamburg 1, Burchardstraße 19