

FM-Stereo-Tuner mit ungewöhnlicher Schaltung

Ausgehend von der Wichtigkeit der Kriterien, die für störungsfreien FM-Stereoempfang von Bedeutung sind, wurde bei der Entwicklung des FM-Stereo-Tuners A 76 besonderer Wert auf folgende Eigenschaften gelegt: hohe Nebenwellenunterdrückung, hohe Trennschärfe, geringe Modulationsverzerrungen, große Demodulator- und Begrenzerbandbreite, stabile und interferenzfreie Stereo-Decodierung, gute Störpulsunterdrückung, große Empfindlichkeit.

Hf-Eingangsteil und Zf-Teil

Das Antennensignal gelangt von den J- Ω - oder 240- Ω -Anschlüssen über einen Symmetrierübertrager (Balun) zur abgestimmten Hf-Vorstufe (Bild 1). Der Balun bewirkt eine gute Unterdrückung von asymmetrischen Störungen am 240- Ω -Eingang. Die Hf-Vorstufe und die Mischstufe sind mit Feldeffekttransistoren (Dual Insulated-Gate FET) versehen. Hf-Vorkreis, Hf-Bandfilter und Oszillator werden mit einem Vierfachdrehkondensator abgestimmt. Dadurch ergibt sich eine gute Hf-Selektion vor der Mischstufe. In Verbindung mit den Feldeffekttransistoren entsteht eine hohe Nebenwellenunterdrückung (gutes Großsignalverhalten) bei hoher Empfindlichkeit.

Die Hf-Vorstufe wird bei großen Eingangssignalen (> 10 mV) geregelt. Zur Regelspannungserzeugung dient die Diode D 104. Der Lokaloszillator besitzt als aktives Element einen Differential-

Die Autoren sind Mitarbeiter der Firma Willi Studer, Regensdorf/Schweiz.

Der hier beschriebene Tuner zeichnet sich durch einen beträchtlichen Aufwand aus, denn der Hersteller wollte ein Gerät schaffen, das alle qualitätsbestimmenden Schaltungsmöglichkeiten restlos ausnutzt.

verstärker mit den Transistoren T 103 und T 104. Auf eine automatische Frequenzkorrektur (AFC) wurde verzichtet, da sich die Instabilität einer solchen Korrektur (beim Empfang eines schwach einfallenden Senders neben einem starken Sender) nachteilig auswirkt. Die Frequenzdrift des Oszillators wird durch sorgfältige Stabilisierung klein gehalten.

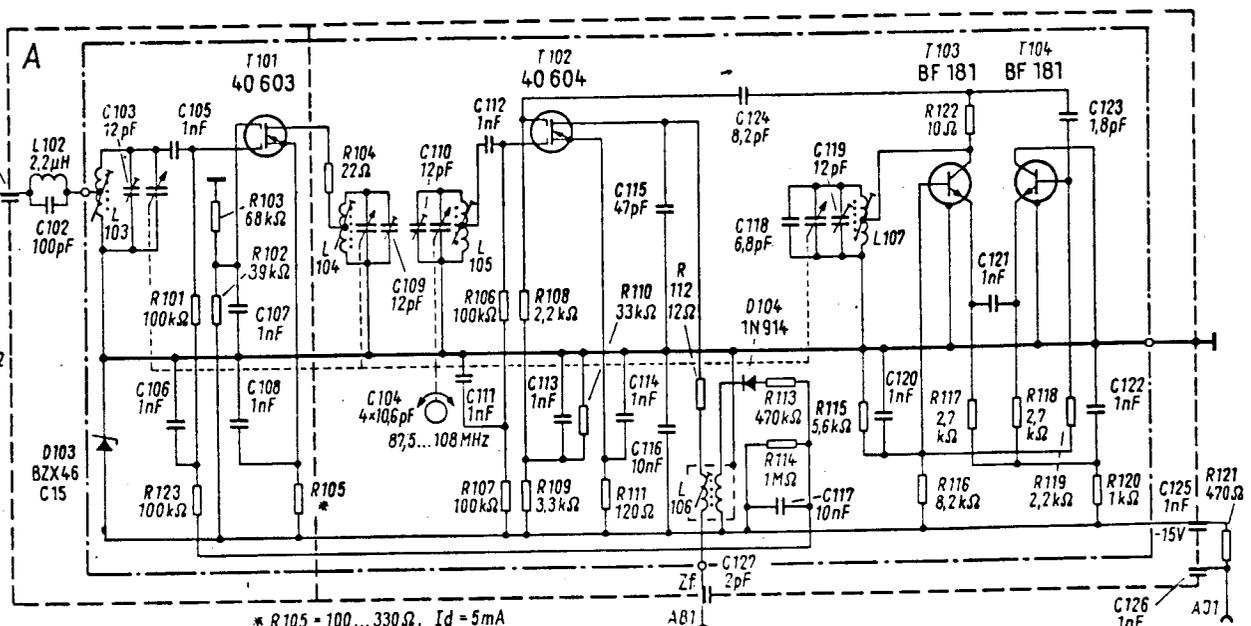
Der Mischtransistor T 102 (FET) bildet zusammen mit dem Treibertransistor T 201 in Basisschaltung eine Kaskodstufe (Bild 2). Die Kopplung erfolgt über den Primärkreis von L 106. Die Kaskodenschaltung sichert eine rückwirkungsarme Impedanzanpassung an das Zf-Fil-

ter. Im Interesse möglichst konstanter Übertragungseigenschaften sind Zf-Filter und Zf-Verstärker vollständig getrennt. Die gesamte Selektion (in einem passiven Filter vor dem Zf-Verstärker konzentriert) ist vollkommen unabhängig von der Signalstärke bzw. dem Begrenzungseinsatz. Das Filter besteht aus acht abgestimmten Kreisen und besitzt eine Amplitudencharakteristik die sich über ± 120 kHz an die Gausse Fehlerkurve annähert (Bild 3). In diesem Bereich bleibt die Gruppenlaufzeit konstant (Bild 4), so daß sich das Filter durch besonders niedrige Modulationsverzerrungen auszeichnet.

Technische Daten des Tuners A 76

- Empfangsbereich: 87,5 MHz bis 108 MHz
- Empfindlichkeit: $1 \mu\text{V}$, gemessen am 60- Ω -Eingang für einen Signal-Rauschabstand von 30 dB, bezogen auf 15 kHz Hub.
- Statische Selektion: 60 dB für 300 kHz Abstand
- Wirksame Selektion: 80 dB für zwei Signale $100 \mu\text{V}$ und 1 mV, 40 kHz Hub und 300 kHz Abstand
- Spiegelselektion: 70 dB
- Nebenwellenunterdrückung: 90 dB
- Zf-Unterdrückung: 90 dB
- Bandbreite, Zf-Filter: 130 kHz
- Zf-Verstärker und Demodulator: 5 MHz
- Übernahmeverhältnis (capture ratio): 1 dB, gemessen bei 1 mV Antennenspannung und 40 kHz Hub

- Störpulsunterdrückung: 40 dB. Nf-Spitzenstörabstand bezogen auf 75 kHz Hub, gemessen bei $100 \mu\text{V}$ Nutz- und 1 mV/100 kHz Störpuls-Antennenspannung
- Verzerrungen: 0,2 % bei 1 kHz und 40 kHz Hub (Mono oder Stereo L = R)
- Fremdspannungsabstand: 70 dB bei 75 kHz Hub
- Stereo-Übersprechdämpfung: 40 dB bei 1 kHz
- SCA-Unterdrückung: 80 dB bei 67 kHz
- Pilotton-Unterdrückung: 40 dB bei 19 kHz
- Hilfsträger-Unterdrückung: 50 dB bei 38 kHz
- Nf-Ausgangsspannung, regelbar, niederohmig: 1 V bei 75 kHz Hub
- Frequenzgang: 30 Hz bis 15 kHz -1 dB, gemessen von Antenne bis Nf-Ausgang (nach Hersteller-Angaben)



* R 105 = 100...330 Ω . $I_d = 5$ mA

Bild 1. Schaltung des Hf-Eingangsteiles des Revox-Tuners A 76

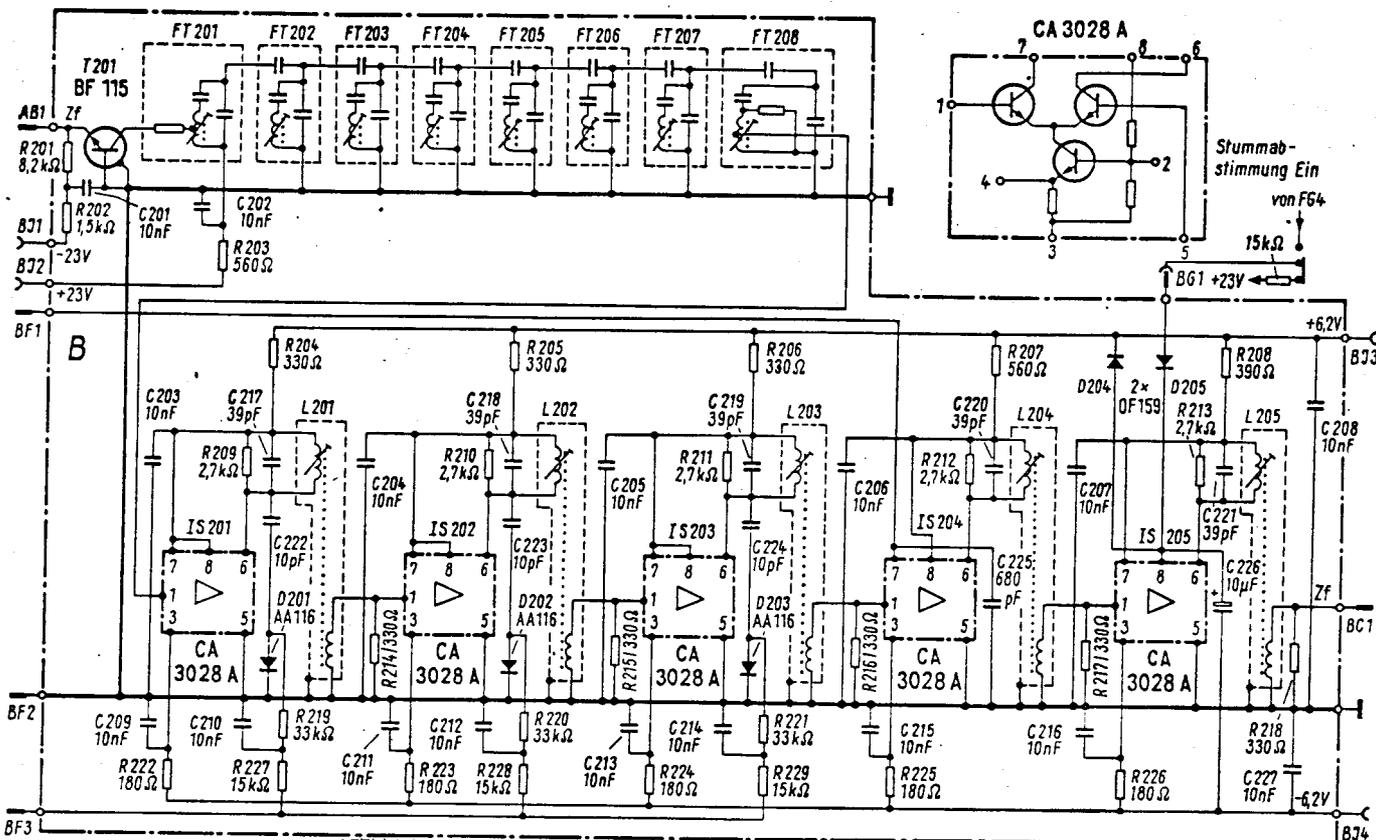


Bild 2. Schaltung des Zwischenfrequenzverstärkers

Der nachgeschaltete Zf-Verstärker enthält fünf integrierte Schaltungen (IS), die aus symmetrischen Differentialverstärkern bestehen. Die Hauptmerkmale dieser Konzeption sind große Bandbreite und gute Begrenzereigenschaften. Die Begrenzung der letzten Zf-Stufe ist bereits beim Eigenrauschen des Tuners voll wirksam (ohne Eingangssignal), so daß das Nf-Ausgangssignal (für gleichen Hub) schon ab kleinsten Antennenspannungen (1 µV) konstant bleibt (Bild 5). Durch die ungewöhnlich große Bandbreite von 5 MHz (inklusive Demodulator) und die gute Begrenzung wird das Übernahmeverhältnis niedrig gehalten.

Für die Signalstärkeanzeige werden nach der ersten, zweiten und dritten Zf-Stufe an den Dioden D 201, D 202 und D 203 pegelabhängige Gleichströme ausgekoppelt. Die Addition dieser Ströme bewirkt eine pseudologarithmische Anzeige, die eine Beurteilung der Signalstärke von wenigen µV bis etwa 10 mV zuläßt.

Für die Abstimm-Mittelanzeige zweigt in der vierten Zf-Stufe ein Signal zu einem separaten Schmalbanddetektor (Anzeigeteil) ab. Die letzte Zf-Stufe kann für die Rauschunterdrückung und die Stummabstimmung vom variablen Trigger (Anzeigeteil) in Abhängigkeit der Signalstärke gesperrt werden.

Die FM-Demodulation erfolgt in einem Leitungsdemodulator (Bild 6). Dieser be-

steht aus einer Treiberstufe mit dem Differentialverstärker T 301 bis T 303, zwei koaxialen Verzögerungskabeln (mit einer elektrischen Länge von 1/8 der Zwischenfrequenz) als Lastwiderstand und einer Gleichrichterschaltung D 301/D 302. In der Anordnung wandelt die frequenzabhängige Impedanz der Leitungstücke, von denen das eine am

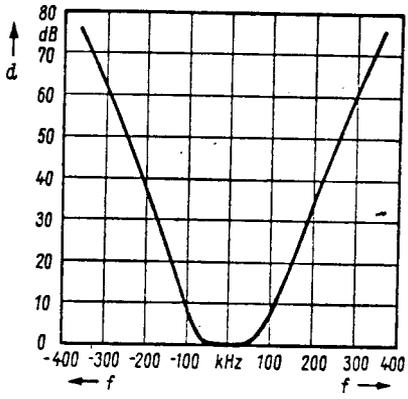
Ende kurzgeschlossen (C 308) und das andere offen ist, die FM in eine AM um.

Der Leitungsdemodulator besitzt die große Bandbreite von 5 MHz bei guter Linearität. Im Zusammenwirken mit dem breitbandigen Zf-Verstärker entsteht ein Übernahmeverhältnis (capture ratio) von 1 dB, was eine ausgezeichnete Gleichwellenselektion ergibt. Die Arbeitsweise des Leitungsdemodulators ist völlig unkritisch, da Hf-Abgleich-elemente fehlen. Für die AM-Unterdrückung ist nur die Begrenzung im Zf-Verstärker maßgebend.

Das Multiplexsignal wird am Trimpotentiometer P 301 ausgekoppelt und durch ein RC-Netzwerk von der Zwischenfrequenz befreit. Die Ausgangsspannung des Demodulators beträgt etwa 15 mV (bei 75 kHz Hub), sie wird im Multiplexverstärker T 304 bis T 306 auf etwa 1 V verstärkt.

Hilfsträgerregeneration

Die Hilfsträgerregeneration ist durch einen ungewöhnlich hohen Aufwand ge-



Oben: Bild 3. Amplitudencharakteristik des passiven Gauß-ZF-Filters

Rechts: Bild 5. Nf-Signal-Rauschabstand Mono-Stereo

Unten links: Bild 4. Gruppenlaufzeit des passiven Gauß-ZF-Filters

