

Sonderdruck aus

# **Funkschau**

**Radio, Fernsehen, Elektroakustik, Elektronik**

Heft 10 vom 20. Mai 1969

teller  
nael Otto  
Classic.de



KLEIN + HUMMEL · 7301 Kemnat · Postfach 2 · Tel. Stuttgart 253246

## Der Stereo-Tuner ET 20

Es ist verständlich, wenn sich die in den Firmen-Druckschriften veröffentlichten Werte für Empfindlichkeit, Störabstand und Klirrgrad fast regelmäßig nur auf den günstigen Betriebsfall *Mono* beziehen. Beim Entwurf des Tuners ET 20 legte man daher den Schwerpunkt der Auslegung auf die für einen bestmöglichen Stereoempfang maßgebenden Daten, und man entschloß sich dazu, die erzielten Werte nicht für *Mono*- sondern auch für den Stereobetrieb zu veröffentlichen. Modernste MOS-Feldeffekttransistoren, neueste integrierte Schaltungen (IS) und Varactor-Dioden, welche aus dem Versuchsstadium heraus sind und sich bereits als zuverlässige Bauelemente bewährt haben (Computer, Nachrichtentechnik, Raumfahrt), ermöglichten unter Berücksichtigung der mit den Vorläfertypen FM 120, FM 200 und FM 2000 gemachten Erfahrungen die Konstruktion eines sehr leistungsfähigen Tuners, der zu den Spitzengeräten zu zählen ist (Bild 1). Die wichtigsten Daten sind in der Tabelle aufgeführt.

Der Innenaufbau des ET 20 ist aus Bild 2 zu ersehen. Die große Glasfaser-Leiterplatte hat den Vorzug, daß auf ihr alle Leitungen definiert sind und die Datenkonstanz über längere Zeiträume gesichert bleibt. Die elektronische Senderwahl mit Varactor-Dioden erübrigt den 4fach-Drehkondensator, mit dem Preomat lassen sich bis zu fünf verschiedene UKW-Sender vorwählen, speichern

### Auszug aus den technischen Daten

Empfindlichkeit (40 kHz/30 dB): Mono 0,8  $\mu$ V, Stereo 5  $\mu$ V  
 Klirrgrad (40 kHz/1000 Hz): Mono 0,2 ‰, Stereo 0,3 ‰  
 Geräuschspannungsabstand (1 mV Hf, 40 kHz): Mono 65 dB, Stereo 55 dB  
 Übersprechdämpfung (1 kHz): 48 dB  
 AM-Unterdrückung (für 1 mV Hf): 58 dB  
 Zf-Bandbreite: 220 kHz  
 Trennschärfe (2-Sendermethode, 100  $\mu$ V und 1 mV, 40 kHz, 300 kHz Abstand): 58 dB  
 Begrenzung: 0,7  $\mu$ V Einsatzpunkt  
 Autom. Nachstimmung (AFC):  $\pm$  200 kHz Fangbereich  
 Nf-Frequenzgang: 20 Hz bis 15 kHz (+ 0 dB/- 1 dB)  
 Nf-Ausgangsspannung (40 kHz Hub): 0,775 V (0 dBm), 6 k $\Omega$  Quellwiderstand  
 Übernahmeverhältnis (Capture ratio): 1,8 dB  
 Unterdrückung von Störfrequenzen: 60 dB bei 19 kHz (Pilot-Grundwelle), 58 dB bei 38 kHz (Hilfsträger), 45 dB bei 114 kHz (Nachbarkanal-Interferenz)

Die Verfasser sind Mitarbeiter der Firma Klein + Hummel.

**Aus physikalisch-technischen Gründen verschlechtert sich der theoretische Störabstand beim Übergang von Mono auf Stereo etwa um 20 dB. Um dieser Verringerung des Störabstands voll entgegenzuwirken, müßte entweder die Sendeleistung um das 100-fache erhöht, die von der Empfangsantenne gelieferte Hf-Spannung vergrößert oder die nutzbare Empfänger-Empfindlichkeit um den Faktor 10 verbessert werden. Dieses grobe Beispiel sei erlaubt, um die Problemstellung deutlich aufzuzeigen.**

und durch Fingerdruck einschalten. Im Stil paßt der Tuner ET 20 genau zum Stereoverstärker ES 20. Mit diesen Bausteinen kann man daher eine Anlage zusammenstellen, welche die Hi-Fi-Norm nach DIN 45 500 nicht nur erreicht, sondern in vielen Punkten weit übertrifft.

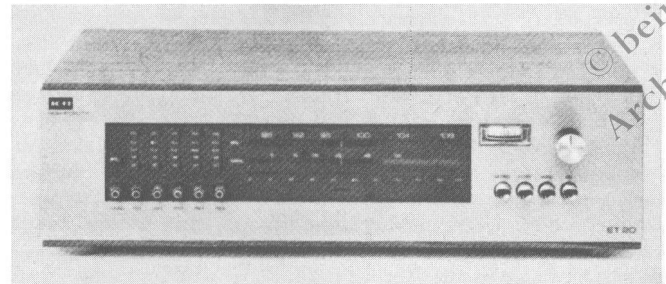
Bild 3 zeigt das Funktions-Blockschema des Tuners. Schaltungs-Einzelheiten gehen aus Bild 4 hervor.

### Hf-Eingangsteil

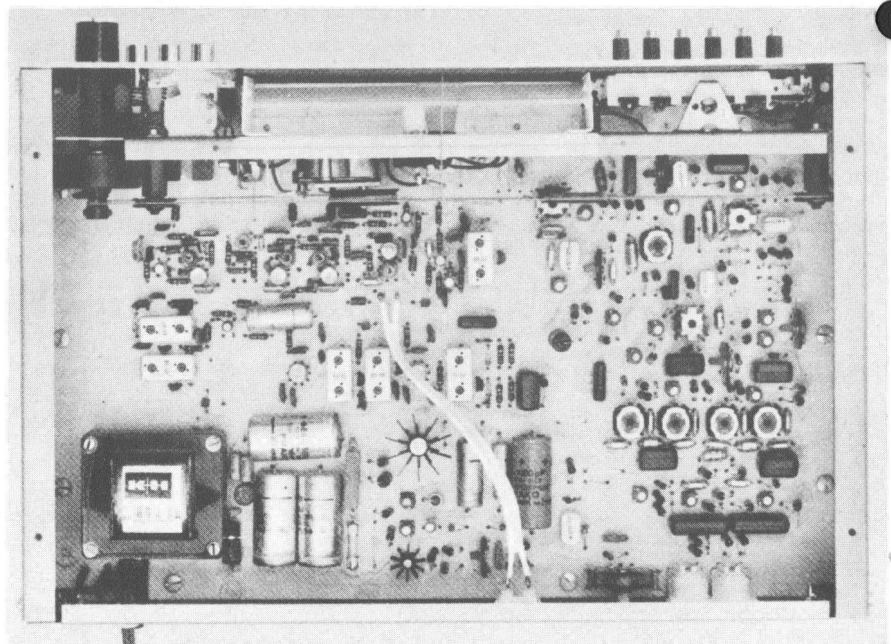
Das Antennensignal gelangt über den abgestimmten Vorkreis zum ersten MOS-FET. Die Auslegung dieser Stufe bestimmt hauptsächlich den Störabstand (Rauschen) und das Verhalten des Tuners gegen das Eindringen von Hf-Signalen aus anderen Wellenbereichen.

Nach der Verstärkung im ersten MOS-FET, der einer Pentode ähnelt und keine Neutralisation benötigt, gelangt das Signal über ein 2-Kreis-Bandfilter in induktiver Kopplung zum zweiten MOS-FET, der als Mischer geschaltet ist. Das Bandfilter sorgt für eine gute Vorselektion und im Zusammenwirken mit der quadratischen Kennlinie der beiden MOS-FETs für ein gutes Großsignalverhalten. Die durch diese MOS-FETs gegenüber normalen Transistoren erzielten Daten (Kreuzmodulation) sind durch verschiedene Veröffentlichungen bekannt und brauchen nicht besonders erläutert zu werden. Das Rausch/Signal-Verhältnis für verschiedene Antennenspannungen bei Mono und Stereo, läßt sich aus der in Bild 5 dargestellten Kurve

Rechts: Bild 1.  
Außenansicht  
des Tuners ET 20  
von Klein + Hummel



Unten: Bild 2.  
Innenansicht  
des Tuners ET 20



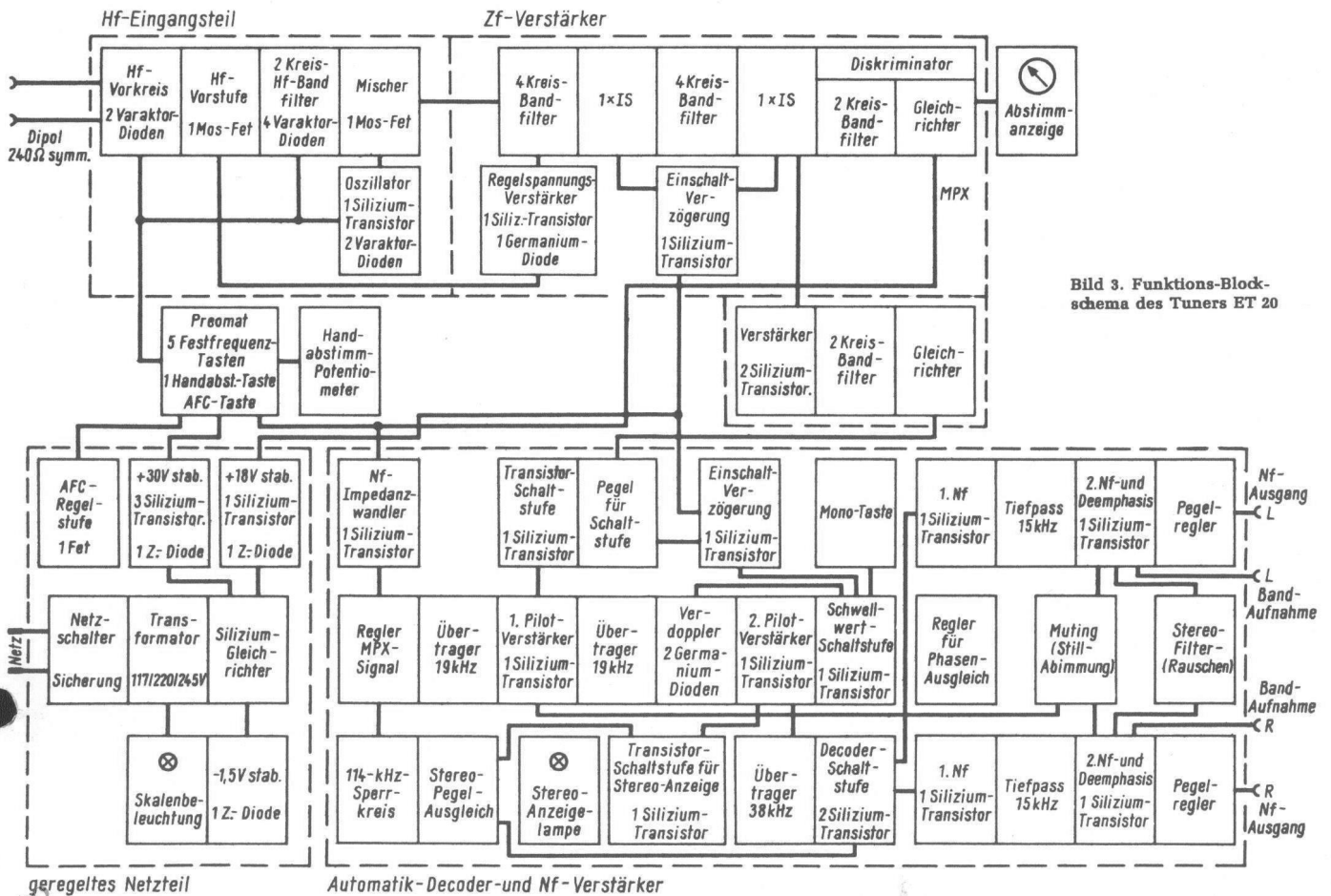


Bild 3. Funktions-Block-schemata des Tuners ET 20

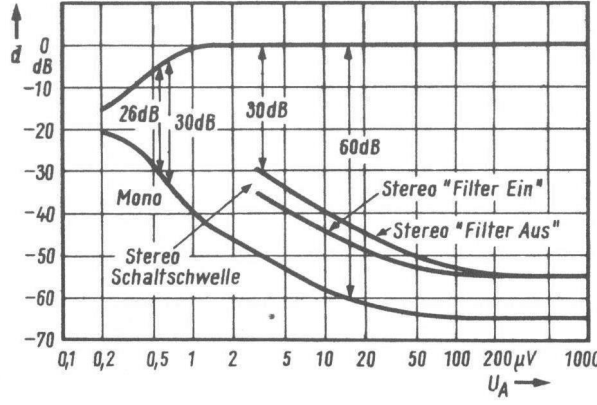
ablesen. Die Wirksamkeit des von außen bedienbaren Stereofilters (Taste), welches eine verrauschte Stereoeosung auf Kosten der Übersprechdämpfung verbessern kann, ist ebenfalls abzulesen. Die Senderwahl kann von Hand (Schwungradantrieb) oder durch fünf Drucktasten (Preatomat) vorgenommen werden. Somit können fünf verschiedene UKW-Sender gespeichert und beliebig gewählt werden. Beim ET 20 übernehmen Varactor-Dioden die Funktion des herkömmlichen Drehkondensators. Die Vorteile, die durch den Fortfall des Drehkondensators entstehen, liegen auf der Hand. Allerdings darf nicht verschwiegen werden, daß die Verwendung von Varactor-Dioden in einem Hi-Fi-Tuner nicht problemfrei ist. Um an den Schwingkreisen unerwünschte Gleichrichtungseffekte und Nebenwellenbildung zu verhindern, müssen gepaarte Varactor-Dioden in einer Art Gegentakt-Schaltung verwendet werden.

Die Gleichspannung, welche die Kapazitätsänderung der Varactor-Dioden und damit die Abstimmung bewirkt, muß sehr hoch stabilisiert sein, ein gewisser Aufwand im Stromversorgungsteil des Tuners ist erforderlich. Dem Temperaturgang der Varactor-Dioden ist außerdem durch verschiedene Maßnahmen entgegenzuwirken. So wird z. B. ein NTC-Widerstand verwendet, und eine abschaltbare Nachstimmautomatik (AFC) mit einem Fangbereich von  $\pm 200$  kHz verhindert das Weglaufen der Oszillatorfrequenz.

**Zf-Verstärker und Diskriminator**

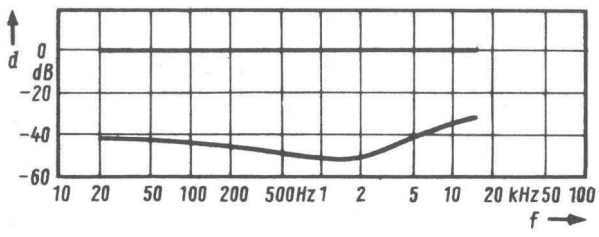
Mit zwei integrierten Schaltungen (RCA CA 3011), die zusammen 20 Transistoren und 14 Dioden enthalten, ließ sich ein hochverstärkender, rückwirkungsfreier Zf-Verstärker mit sehr hoher Begrenzerwirkung verwirklichen. Das Resultat ist eine streng symmetrische Durchlaßkurve bei einer sehr gu-

ten Unterdrückung von AM-Störungen. Die Bandbreite wurde auf 220 kHz festgelegt. Dieser Wert ist nach Meinung der Entwickler ein guter Kompromiß, er sichert einerseits eine befriedigende Trennschärfe und gute Werte für Klirgrad und Übersprechdämpfung. Die hervorragenden Werte ergeben sich aus den Kurven der Bilder 6 und 7. Im Gegensatz zu herkömmlich aufgebauten Zf-Verstärkern sind diese Werte weitgehend feldstärkeunabhängig. Das Diskriminatorfilter arbeitet streng symmetrisch, seine Streukapazität wird durch C 40 kompensiert. Infolge der idealen Begrenzerwirkung kann auf den sonst üblichen Ratio-Elektrolytkondensator verzichtet werden. Als Abstimmanzeige dient ein Meßwerk mit Nulldurchgang. Die Anzeige arbeitet sehr exakt und erlaubt eine genaue Abstimmung auf den Träger. Ein zweistufiger Regelverstärker (T 5, T 6) erzeugt die Steuerspannungen für die Stummschaltung und die pegelabhängige Mono/Stereo-Umschaltung.



Links: Bild 5. Rausch-Signalverhalten in Abhängigkeit von der Antennenspannung, Mono und Stereo

Rechts: Bild 6. Übersprechdämpfung 20 Hz bis 15 kHz



**Decoder**

Der 19-kHz-Pilotverstärker (L 19, C 74, T 15) beginnt erst zu arbeiten, wenn die Antennenspannung mindestens  $3 \mu\text{V}$  be-

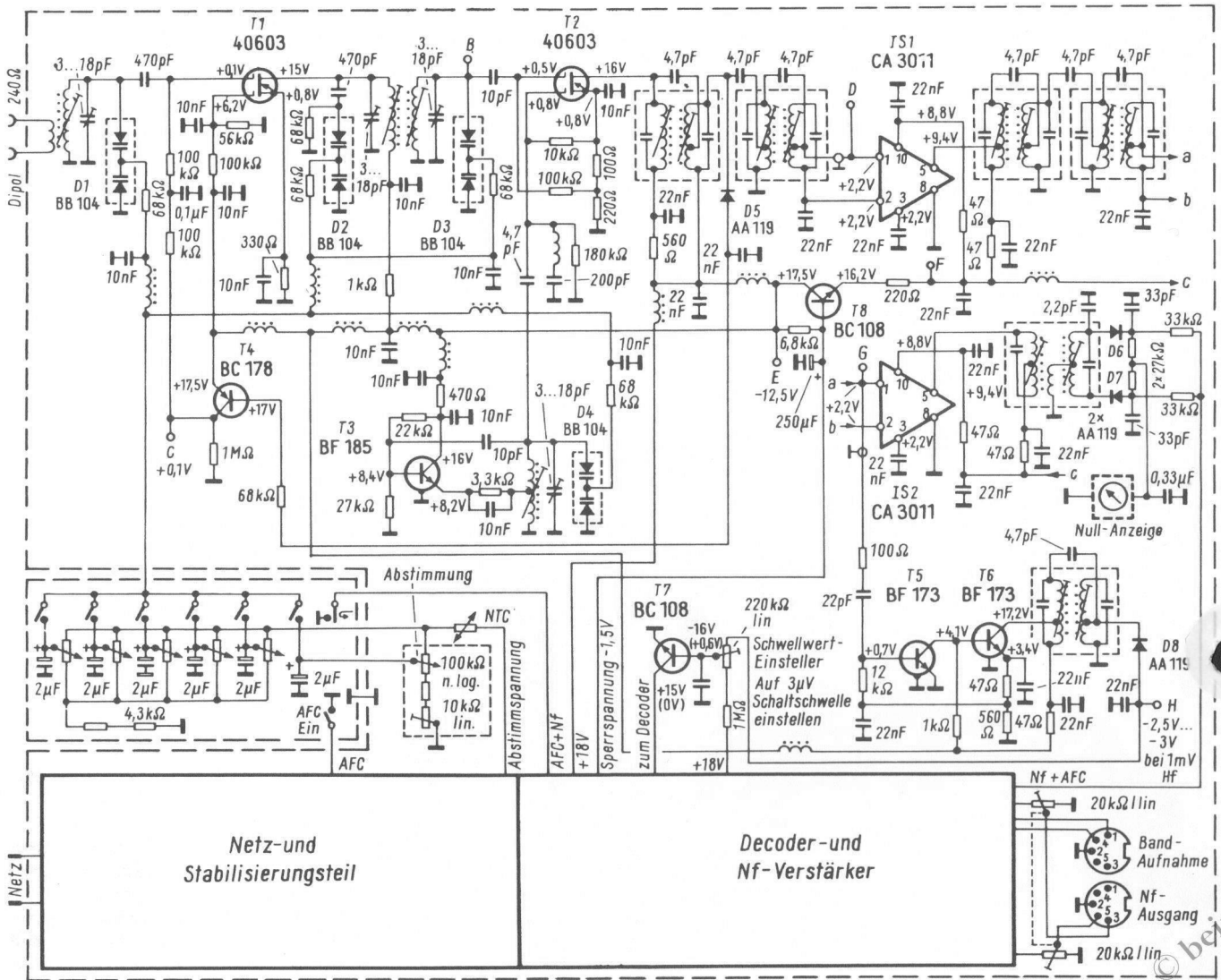


Bild 4. Schaltbild des Tuners ET 20

trägt, unter diesem Pegel liegende Stereo-Hf-Signale sind nicht empfangswürdig und werden daher monaural wiedergegeben. Mit dem Einsteller P1 kann der Schwellwert dieser Sperrschaltung in gewissen Grenzen verändert werden. Die Schaltfrequenz 38 kHz entsteht durch Verdopplung der 19-kHz-Pilotfrequenz. Die verdoppelte Pilotfrequenz durchläuft eine weitere Stufe, welche das Signal verstärken aber auch sperren soll, falls die Schwellwertgrenze nicht erreicht wird.

Das der Schaltstufe T 21 A und T 21 B zugeführte Multiplexsignal passiert ein 114-kHz-Filter, welches die Aufgabe hat, Interferenzen des Nachbarkanals zu unterdrücken (Zwitschern). In der Schaltstufe werden nicht Diodenquartette sondern Schalttransistoren (T 21 A, T 21 B) verwendet. Mit dieser Schaltung lassen sich bessere Werte für die Übersprechdämpfung und den Klirrgrad erzielen, und die gesamte Anordnung hat sich in

der Fertigung und im Service als sehr zuverlässig und stabil erwiesen. Auf sorgfältige Ausiebung aller Störfrequenzen wurde streng geachtet. In der Nf-Stufe finden sich daher ein 15-kHz-Tiefpaß und Sperrfilter für 19 kHz und 38 kHz. Der Nf-Frequenzgang ist aus Bild 8 zu ersehen.

**Netzteil**

Um den hohen Störabstandsforderungen gerecht zu werden, werden alle Stufen aus einem stabilisierten, brummarmen Stromversorgungsteil gespeist. Besonders hohe Anforderungen an die Spannungs Konstanz müssen an die zur

Frequenzabstimmung verwendete Gleichspannung gestellt werden. Hier würden nämlich bereits wenige Millivolt genügen, um eine unzulässige Frequenzverstärkung herbeizuführen. Im Regel- und Stabilisierungskreis dieser Abstimmgleichspannung ist ein Feldeffekttransistor eingefügt, an dessen Gate die vom Diskriminator kommende Richtspannung angreift. Diese als automatische Nachstimmung (AFC) bezeichnete Schaltung kann innerhalb ihres Fangbereichs ein Weglaufen der Oszillatorfrequenz verhindern. Die Schaltung hat den Vorzug, auch die Vorkreisabstimmung sinngemäß zu korrigieren.

Links: Bild 7. Klirrfaktor ab Antenneneingang, Mono und Stereo

Rechts: Bild 8. Nf-Frequenzgang

