

Ein Steuergerät für Stereo-Empfang – Telefunken Opus 2430

Zur letzten Funkausstellung brachte Telefunken ein neues Spitzengerät Opus heraus, das speziell für die Erfordernisse des UKW-Stereo-Empfanges ausgelegt wurde, und von dem Jetzt Einzelheiten bekanntgegeben wurden. Diese Erfordernisse zum Empfang der Hf-Stereophonie beschränken sich nicht nur auf den Einbau einer Decoderstufe, sie erstrecken sich vielmehr auf fast alle Stufen des Empfängers. Bereits in der UKW-Eingangsetufe ist eine sorgfältige Anpassung an die Antenne notwendig. Beim UKW-Stereo-Empfang nimmt nämlich das Rauschen gegenüber dem Mono-Empfang um mindestens 20 dB zu. Daher ist es wichtig, das Rauschen der Eingangstufe durch Rauschanpassung so niedrig wie möglich zu halten. Die hier verwendete Röhre ECC 85 liefert im Opus-Steuergerät eine Rauschzahl von 2,5 kT₀.

Eine Bedienungs erleichterung beim Einstellen der UKW-Sender ist die automatische Scharfabstimmung. Sie arbeitet mit der Siliziumdiode BA 110. Diese Scharfabstimmung wird jedoch nur wirksam, wenn die neben der UKW-Bereichstaste liegende Automattaste betätigt wird. Dadurch ist es möglich, bei kritischen Feldstärke- und Selektionsverhältnissen dicht nebeneinander liegende Sender ohne Scharfabstimmung einwandfrei zu empfangen.

Besonders sorgfältig muß bei einem Stereo-Empfänger der Zf-Verstärker bemessen werden. Der größte auftretende Frequenzhub bei Stereomodulation ist mit 75 kHz zwar nicht größer als bei mono-foner Modulation. Mit Rücksicht auf die viel höher liegende höchste Modulationsfrequenz von 53 kHz sollte aber die ZF-Durchlaßkurve bei Stereo-Empfängern doch etwas breiter ausgelegt werden als bei Mono-Empfängern üblich ist, wo die Bandbreite häufig zu Gunsten einer besseren Trennschärfe verringert wird. Das Opus-Steuergerät weist vor dem Einsetzen der Begrenzung eine Gesamtbandbreite von 180 kHz auf. Die Umwandlerkennlinie (S-Kurve) des Ratiodektors besitzt einen so großen Spitzenabstand, daß darin ein ausreichend linearer Teil für eine verzerrungsfreie Demodulation zur Verfügung steht.

Die Verbreiterung der Zf-Durchlaßkurve darf jedoch keinen Verlust an Trennschärfe

zur Folge haben. Beim Stereo-Empfang können Störspannungen eines Nachbarsenders, die bei monofonem Empfang wegen ihres großen Frequenzabstandes unhörbar bleiben, durch den Hilfsträger von 38 kHz oder auch durch Vielfache dieser Frequenz in den hörbaren Frequenzbereich übersetzt werden. Aus diesem Grunde ist eine gute Nachbarkanalselektion beim Stereo-Empfang noch wichtiger als bei Mono-Empfängern. Acht Zwischenfrequenzkreise verleihen dem Gerät eine ausreichende Trennschärfe, und im übrigen sorgt die Schaltung des Stereodecoders dafür, daß die erwähnten Störungen weitgehend vermieden werden.

In der Katodenzuführung der beiden letzten Zf-Verstärkerrohren befindet sich je ein Widerstand von 100 Ω. Er bewirkt, da er nicht durch einen Kondensator überbrückt ist, eine Stromgegenkopplung. Hierdurch wird eine Änderung der Röhreneingangskapazität beim Einsetzen des Gitterstromes in der Begrenzerschaltung weitgehend vermieden. Die noch verbleibende Änderung ist so gering, daß bei einer Kreiskapazität von 100 pF am Gitter dieser Röhren praktisch keine Verstimmung der Zf-Kreise mehr eintritt. Die Durchlaßkurve der Filter wird also nicht verformt. Zur Verwirklichung dieser Schaltung ist es erforderlich, daß die innere Abschirmung der Röhre nicht mit der Katode verbunden, sondern an einen eigenen Sockelstift geführt ist. Diese Voraussetzung ist bei der Röhre EF 89 und bei der neuen, speziell für diesen Zweck geschaffenen Röhre EAF 801 gegeben. Da das Diodensystem der EAF 801 in den AM-Bereichen zur Empfangsrichtung benutzt wird, muß in diesem Fall der Katodenwiderstand durch einen Schalterkontakt kurzgeschlossen werden.

Alle erwähnten Maßnahmen im Zf-Teil zur Verbesserung des Stereo-Empfanges – größere Bandbreite, mehr Kreise zur Verbesserung der Trennschärfe, Kompensation der dynamischen Röhrenkapazität – bedeuten zunächst einen Verlust an Verstärkung. Um dennoch eine hohe Empfindlichkeit und ein frühes Einsetzen der Begrenzung sicherzustellen, wurden im UKW-Bereich drei auf die Mischstufe folgende Zf-Stufen vorgesehen, wie es aus der Prinzipschaltung in Bild 1 hervorgeht. Die gleichen Stufen

werden natürlich auch für die AM-Bereiche mit ausgenutzt, so daß der Empfänger also 8/12 Kreise aufweist.

Im Ratiodektor wird das Stereosignal mit einem Frequenzumfang bis 53 kHz wiedergewonnen. Der Frequenzgang muß innerhalb dieses Bereichs linear sein. Dies wird durch einen niedrigen Innenwiderstand und geringe kapazitive Belastung am Ausgang des Ratiodektors sichergestellt. Das Stereosignal wird dann – vor dem für monofone Wiedergabe wirksamen Deemphasisglied – dem Stereodecoder zugeführt. Seine Schaltung ist in Bild 2 gezeichnet. Wenn man das am Eingang dieser Stufe liegende Tiefpaßfilter zunächst unberücksichtigt läßt, so gelangt das Signal an das Pentodengitter der Röhre ECF 80. Der 19-kHz-Pilotton wird verstärkt und über ein auf diese Frequenz abgestimmtes zweikreisiges Bandfilter auf zwei in Gentakt arbeitende Gleichrichterdioden D 1 und D 2 gegeben. Infolge der Doppelweggleichrichtung entsteht eine 38-kHz-Komponente, die nach der Verstärkung im Triodensystem der Decoderröhre einem zweiten Bandfilter zugeführt wird. Dieses ist auf die Hilfsträgerfrequenz von 38 kHz abgestimmt. Durch die Verdopplung des Pilottones ist der senderseitig unterdrückte Hilfsträger wiedergewonnen, und er steht nun mit ausreichender Leistung am Sekundärkreis des letzten Bandfilters zur Verfügung. Er wird hier benötigt, um die Decodierung nach einem Zeltmultiplexverfahren vornehmen zu können. Das codierte Stereosignal enthält Anteile des rechten und linken Kanals. Beide Anteile sind so ineinander verschachtelt, daß jeweils die eine Halbwelle des Hilfsträgers durch das rechte und die andere Halbwelle durch das linke Signal angesteuert werden. Man kann demzufolge die beiden Einzelsignale R (rechts) und L (links) wiedergewinnen, wenn man das codierte Stereosignal im 38-kHz-Takt abwechselnd auf den rechten und linken Verstärkerkanal schaltet.

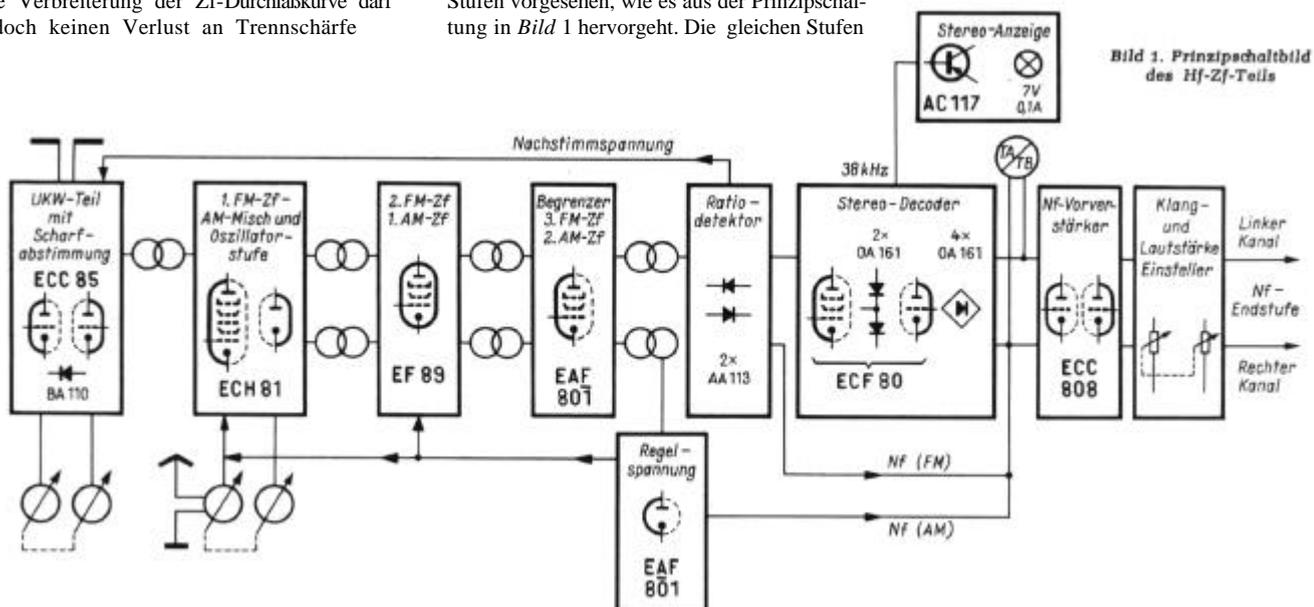
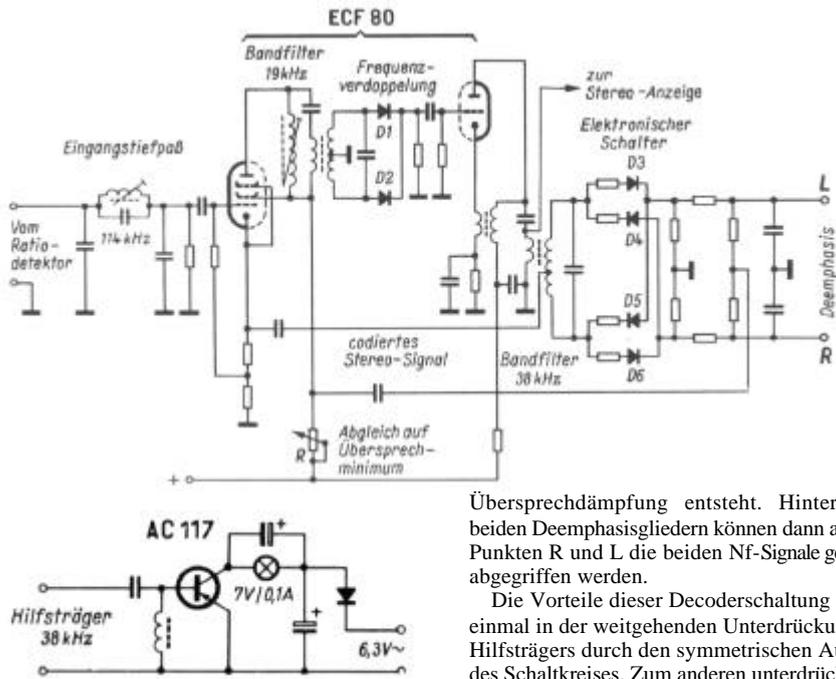


Bild 1. Prinzipschaltbild des Hf-Zf-Teils



Zu diesem Zweck wird das codierte Signal niederohmig am Katodenwiderstand des Pentodensystems abgegriffen und dem Mittelpunkt des zweiten durch bifilare Ausführung der Wicklung genau symmetrisch aufgebauten 38-kHz-Kreises zugeführt. An den beiden Enden des Schwingkreises sind zwei Diodenpaare D 3 – D 6 in Reihe mit Linearisierungswiderständen angeschlossen. Die Dioden sind jeweils entgegengesetzt gepolt, so daß im Rhythmus der am Schwingkreis liegenden Hilfsträgerspannung die Katode des Pentodensystems abwechselnd auf den Gleichrichter-Lastwiderstand für

Übersprechdämpfung entsteht. Hinter den beiden Deemphasgliedern können dann an den Punkten R und L die beiden Nf-Signale getrennt abgegriffen werden.

Die Vorteile dieser Decoderschaltung liegen einmal in der weitgehenden Unterdrückung des Hilfsträgers durch den symmetrischen Aufbau des Schaltkreises. Zum anderen unterdrückt der elektronische Schalter, der genau während einer Halbperiode des Hilfsträgers öffnet und schließt, alle geradzahigen Harmonischen der Hilfsträgerfrequenz. Nur die ungeradzahigen Oberwellen werden nicht unterdrückt. Durch sie können also noch Störungen auftreten, wenn sie zusammen mit ihren Nachbarfrequenzen in den hörbaren Frequenzbereich transponiert werden. Am gefährlichsten in dieser Hinsicht ist natürlich die dritte Harmonische, das heißt, $3 \times 38 = 114$ kHz. Sie wird deshalb durch einen Sperrkreis am Eingang des Decoders herausgefiltert. Die höheren Harmonischen werden durch den weiter vorhandenen Tiefpaß an dieser Stelle ebenfalls unterdrückt, ohne daß der Nutz

frequenzbereich bis 53 kHz beeinträchtigt wird. Das beweisen die Übersprechwerte, die für den Decoder allein über 40 dB liegen und die auch bei Messung über den gesamten Empfänger nicht wesentlich niedriger sind.

Beim Abstimmen des Steuergerätes wird man nicht immer sofort hören können, ob ein UKW-Sender stereofon oder monofon moduliert ist. Zur Erleichterung der Senderwahl ist daher das Steuergerät mit einer Stereo-Anzeige ausgerüstet. Zu diesem Zweck wird am 38-kHz-Kreis des Decoders eine Hilfsträgerspannung abgegriffen und einem Leistungstransistor AC 117 zugeführt. Dieser Transistor arbeitet als Kollektorgleichrichter (Bild 3). In seinem Kollektorkreis liegt eine Glühlampe, die durch einen Kondensator überbrückt ist. Sobald das Gerät auf einen Stereosender abgestimmt wird, der den Pilotton aussendet, und somit am 38-kHz-Kreis des Decoders sich die Hilfsträgerspannung ausbildet, fließt im Anzeigetransistor ein Kollektorstrom, der das Lämpchen hinter dem Stereozeichen auf der Skala zum Aufleuchten bringt.

Selbstverständlich gehört zu einem Empfänger mit den erwähnten guten Eigenschaften im Hf- und Zf-Teil auch ein gleichwertiger Niederfrequenzverstärker. Die Ausgangsspannungen der Empfangsgleichrichter bei AM und bei FM, die Ausgangsspannung des Stereodecoders sowie die Eingangsspannungen, die von den Buchsen für den Tonabnehmer oder das Tonbandgerät kommen, werden zunächst alle über eine zweikanalige Vorverstärkerröhre ECC 808 geführt (Bild 1). Durch unterschiedliche Spannungsteilung sowie durch eine geeignet gewählte Verstärkung dieser Röhre werden die Spannungspegel für alle Betriebsarten so einander angeglichend, daß die Stellung des Lautstärkepotentiometers beim Übergang von einer Betriebsart zur anderen praktisch nicht verändert zu werden braucht.

Damit ist auch die Wirkung einer physiologisch richtigen Lautstärkeeinstellung in allen Fällen die gleiche, und Unterschiede in der Klangqualität des Gerätes bei den verschiedenen Betriebsarten können nicht auftreten. Über Lautstärke- und Klangeinsteller wird die Spannung dann dem getrennt aufgebauten Niederfrequenzverstärker zugeführt, der in jedem Kanal eine Leistungsstufe enthält, die mit je zwei Röhren EL 95 in Gegentaktschaltung bestückt ist und die etwa 8 W Dauer-sprechleistung an jeden Lautsprecher liefert. Diese Leistung kann zumindest im mittleren Frequenzbereich mit einem Klirrfaktor unter 1 % ausgesteuert werden.

In Bild 4 ist das Chassis des Opus-Steuergerätes dargestellt. Rechts ist der Decoder zu erkennen, der als getrennter Baustein auf einer gedruckten Leiterplatte montiert ist.

Bild 5 zeigt den Nf-Baustein, der gleichzeitig die Stromversorgung für das gesamte Gerät enthält. Beide Teile werden durch steckbare Leitungen miteinander verbunden.

Die Gesamtschaltung des Opus 2430 ist in Bild 6 dargestellt. Die Bausteine, wie UKWTeil, Zf-Teil, Decoder, Anzeige-Teil und Nf-Endstufen mit Netzteil sind durch strichpunktierte Linien umrahmt.

Die zugehörigen Lautsprecher sind in ihrer Größe auf das Steuergerät abgestimmt. Sie sind mit je einem Tieftonsystem mit den Abmessungen 18 cm X 34 cm und einem Mittel-Hochtton-Lautsprecher von 13cm X 18cm Größe ausgerüstet, die durch eine Drossel-Kondensator-Weiche elektrisch voneinander getrennt sind. Übersteuerungen und Intermodulations-Verzerrungen im Lautsprecher werden auf diese Weise weitgehend vermieden.

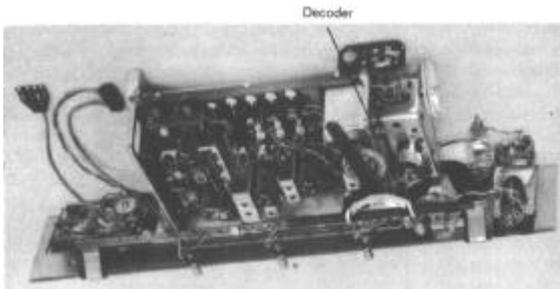


Bild 4. Chassisansicht mit Hf und Zf-Teil und dem eingesetzten Decoder. Links die Steckverbindung für die Stromversorgung

den rechten oder linken Kanal umgeschaltet wird. Durch diesen Schaltvorgang entstehen an jedem Lastwiderstand die entsprechenden Spannungsanteile aus dem Summen- und aus dem Differenzsignal.

Beide Spannungsanteile sind jedoch nicht gleich groß, sondern die aus dem Summensignal erzeugte Spannung ist etwas größer als die aus dem Differenzsignal gewonnene. Der zu große Anteil des Summensignals muß also etwas reduziert werden. Zu diesem Zweck ist in die Anodenleitung des Pentodensystems der ECF 80 ein einstellbarer Widerstand R eingeschaltet. Daran entsteht eine Spannung des Stereosignals, die gegenphasig zur Spannung am Katodenwiderstand ist. Sie kann somit zur Kompensation benutzt werden. Diese Spannung wird über je einen Vorwiderstand in die Ausgänge der beiden Kanäle geführt, und ihre Größe wird durch Drehen am Stellwiderstand so justiert, daß eine optimale Kanaltrennung, das heißt die größtmögliche

