

UKW-FM-EMPFÄNGER

für Rundfunk- und Trägerfrequenzbetrieb



1 Übersicht

Ein modernes Verfahren zur Übertragung der Modulation für UKW-Rundfunksender ist der sogenannte Ballempfang. Mittels eines Spezialempfängers hoher Qualität wird dabei die Sendung eines Muttersenders aufgenommen und an den Tochtersender weitergegeben. Da weder Modulationskabel noch zwischengeschaltete Leistungsverstärker notwendig sind, ist es besonders wirtschaftlich. Darüber hinaus kann bei entsprechender Durchbildung eine Übertragungsqualität erreicht werden, wie sie sonst auch mit Spezialkabeln kaum zu erzielen ist. Nicht minder große Vorteile — insbesondere in Hinsicht auf eine schnelle Erstellung einer Anlage — bietet die drahtlose Übertragung in analoger Weise für die trägerfrequente Mehrkanaltelefonie in Form von Richtfunk- bzw. Richtfunkrelais-Strecken.

Zur Lösung obiger Aufgaben ist der UKW-FM-Empfänger ESB neuer Bauart entwickelt worden. Er ist ein hochwertiger kommerzieller Empfänger, der in einer Reihe verschiedener Ausführungsformen geliefert wird und zwar als:

- a) **Ballempfänger** für Rundfunkzwecke,
- b) **Weitverbindungsempfänger** für Trägerfrequenzsysteme oder zur Übertragung von Rundfunkprogrammen auf große Entfernungen,
- c) **Nahverbindungsempfänger** für Trägerfrequenz- oder Rundfunk-Relaisstrecken.

In der äußeren Form und in den hochgezüchteten Eigenschaften, wie Empfindlichkeit, Selektion, Frequenzkonstanz, Verzerrungsfreiheit und Störspannungsfreiheit stimmen die verschiedenen Typen überein, sie lassen jedoch beliebige Variationsmöglichkeiten bezüglich Frequenzbereich, Frequenzhub und Modulationsfrequenzbereich zu.

2 Eigenschaften

2.1 Standardtypen (weitere Typen auf Anfrage)

| Type | Frequenzbereich (MHz) | Maximalhub (kHz) | Modulationsfrequenz | Anwendung |
|------------------------|-----------------------|------------------|---------------------|--|
| ESB BN 1508/108-75-15 | 87,5...108 | 75 | 30...15 000 Hz | Rundfunk-Ballempfang |
| ESB BN 1508/68-150-15 | 41...68 | 150 | 30...15 000 Hz | Fernübertragung d. Rundfunk-Modulation |
| ESB BN 1508/88-75-15 | 60...88 | 75 | 30...15 000 Hz | |
| ESB BN 1508/174-75-15 | 156...174 | 75 | 30...15 000 Hz | Nahverbindung Rundfunk-Relais-Strecke |
| ESB BN 1508/220-50-15 | 174...220 | 50 | 30...15 000 Hz | Fernseh-Ton-Ballempfang |
| ESB BN 1508/68-150-60 | 41...68 | 150 | 300 Hz...60 kHz | Weitverbdg. 12-Kanal-System |
| ESB BN 1508/68-150-120 | 41...68 | 150 | 300 Hz...120 kHz | |
| ESB BN 1508/80-150-120 | 50...80 | 150 | 300 Hz...120 kHz | Weitverbdg. 24-Kanal-System |

2.2 Gemeinsame Eigenschaften aller Typen

| | |
|---------------------------------|--|
| Oszillator, umschaltbar | a) durchstimmbarer Oszillator b) Quarzoszillator für einen gegebenen Kanal, auswechselbar |
| Eingangswiderstand | 60 Ω unsymmetrisch |
| Antennenanschluß | Dezifix an der Rückseite des Geräts |
| Anzeige der HF-Eingangsspannung | durch Instrument, umschaltbar von 0...100 μ V auf 100 μ V...10 mV |
| Anzeige des NF-Pegels | durch Instrument |
| Abstimmanzeige | durch Instrument \pm 60 kHz |
| Netzanschluß | 110/125/150/220 V (nach Wahl) 40...60 Hz, ca. 85 Watt |
| Netzgerät | elektronisch geregelt |
| Röhrenbestückung | 16 Noval-Röhren langer Lebensdauer |
| Quarzoszillator | 2 Noval-Röhren langer Lebensdauer |
| Größe des Einschubes | 520 x 275 x 202 mm (DIN 41490 entsprechend) |
| Größe des Stahlblechgehäuses | 560 x 378 x 234 mm |
| Gewicht | ca. 30 kg |

2.3 UKW-Ballempfänger ESB BN 1508/108-75-15

| | |
|--|--|
| Frequenzbereich | 87,5...108 MHz |
| Frequenzkonstanz (im Temperaturbereich +10° C bis +35° C und bei Netzspannungsschwankungen von -15% bis +10%) | Veränderlicher Oszillator: \pm 20 kHz (nach 1 Stunde Einlaufzeit) Quarzoszillator: \pm 2 kHz |
| Grenzeempfindlichkeit | \approx 10 kT ₀ |
| Fremdspannungsabstand | > 54 db, bezogen auf 40 kHz Hub |
| Geräuschabstand (gemessen mit Scheitelwert-Geräuschspannungsmesser, bewertet nach CCIR 1949) | > 60 db, bezogen auf 40 kHz Hub bei Eingangsspannung \geq 100 μ V |
| Maximalhub | 75 kHz |
| Spiegelfrequenzsicherheit | > 80 db |
| ZF-Durchschlagsfestigkeit | > 80 db |
| Sicherheit gegen Störungen durch Oberwellenmischung | durch fest abgestimmten Eingangs-Bandpaß |
| Wirksame Selektion gegen Störsender im Nachbarkanal (Frequenzhub 75 kHz) | zulässige Störfeldstärke E _{Stör} = 10 x E _{Nutz} bei 300 kHz Frequenzabstand bzw. E _{Stör} = 500 x E _{Nutz} bei 600 kHz Frequenzabstand, für einen Geräuschabstand > 54 db bezogen auf 40 kHz Nutzhub |

Modulationskanal

| | |
|-----------------------------------|--|
| Quellwiderstand R_i | < 30 Ω für 30 Hz...15 kHz |
| Ausgangspegel | + 6 db bei 40 kHz Hub |
| regelbar in Stufen von 1 db | + 3 db... - 9 db gegenüber Normalpegel |
| Frequenzgang | $\pm 0,5$ db von 30 Hz...15 kHz |
| Nachtzerrung | 50 μ sec |
| Klirrfaktor bei 75 kHz Hub | < 0,5% von 30 Hz...15 kHz |

Abhörkanal

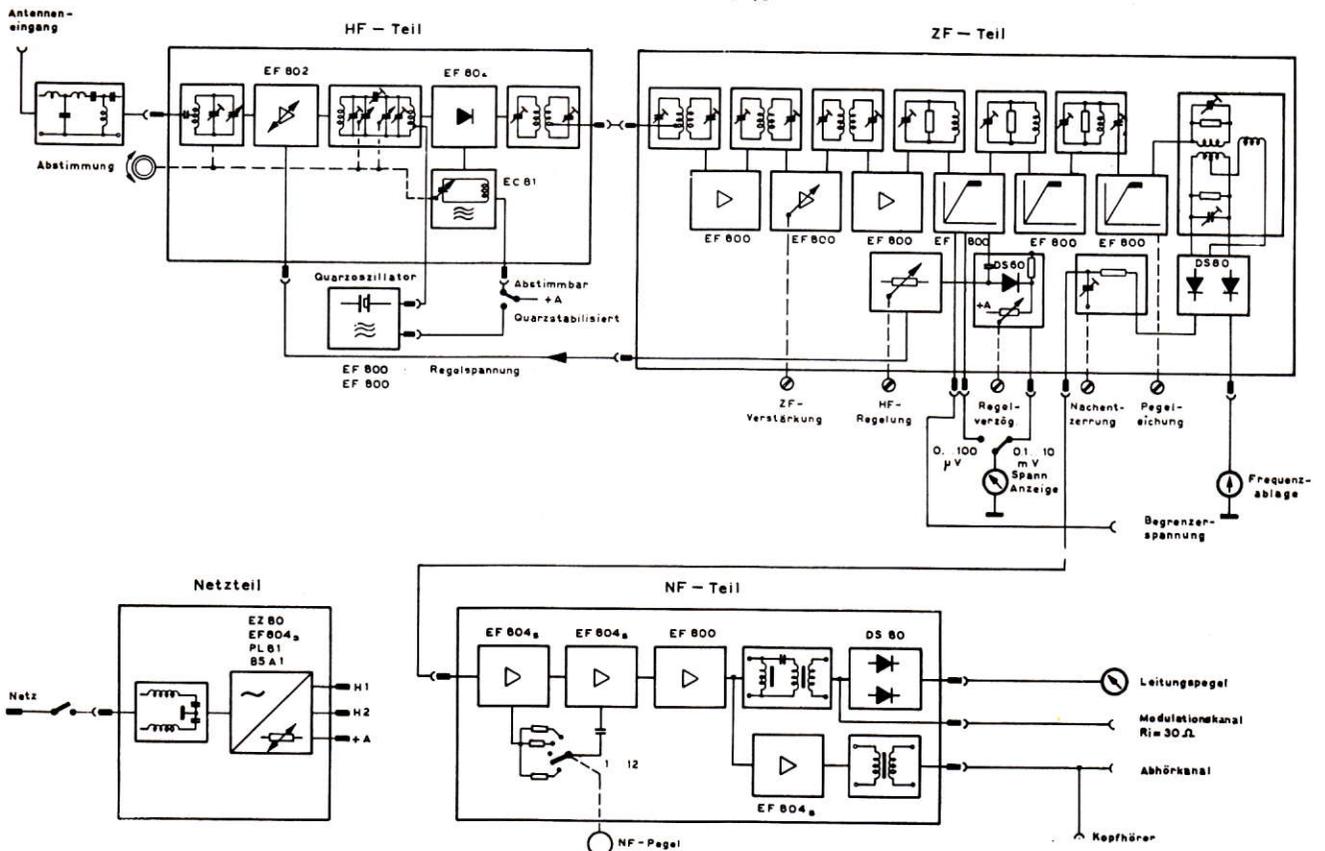
| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Quellwiderstand R_i | < 600 Ω |
| Ausgangspegel | + 6 db bei 40 kHz Hub |
| Frequenzgang | ± 1 db für 40 Hz...15 kHz |
| Klirrfaktor | < 1% |

2.4 UKW-Weitverbindungsempfänger ESB BN 1508/80-150-120

| | |
|---|---|
| Frequenzbereich | 50...80 MHz |
| Frequenzkonstanz | Veränderlicher Oszillator: ± 20 kHz (im Temperaturbereich +10°C bis +35°C und bei Netzspannungsschwankungen von -15% bis +10%) Quarzoszillator: ± 2 kHz |
| Grenzeempfindlichkeit | $\approx 10 kT_0$ |
| Fremdspannungsabstand | > 66 db, bezogen auf 150 kHz Hub |
| Maximalhub | 150 kHz |
| Spiegelfrequenzsicherheit | > 80 db |
| ZF-Durchschlagsfestigkeit | > 80 db |
| Sicherheit gegen Störungen durch Oberwellenmischung | durch fest abgestimmten Eingangs-Bandpaß |
| Zwischenfrequenz | 10,7 MHz |

NF-Ausgang

| | |
|--|--|
| Quellwiderstand R_i | umschaltbar 150/600 Ω |
| Ausgangsspannung regelbar in Stufen von 1 db | 1 V_{max} an 150 Ω 2 V_{max} an 600 Ω |
| Frequenzgang | $\pm 0,5$ db für 300 Hz...120 kHz |
| Klirrfaktor bei 150 kHz Hub | < 0,5% |



3 Kurzbeschreibung der Schaltung

Eine ankommende Hochfrequenzspannung wird über einen fest abgestimmten UKW-Bandpaß dem abgestimmten Gitterkreis der Vorstufe zugeführt. Auf diese folgt ein abstimmbares, kapazitiv gekoppeltes HF-Bandfilter.

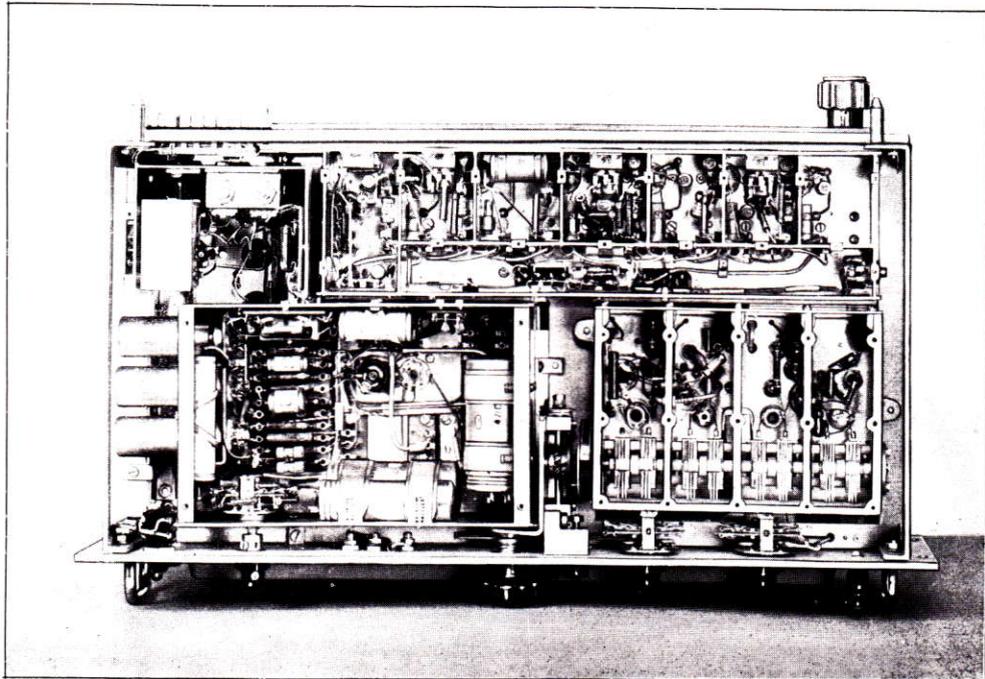
Die nachfolgende Mischröhre arbeitet wahlweise mit einem abstimbaren Oszillator in Bremsgittermischschaltung oder mit einem Quarzoszillator in additiver Mischung. Zwischen der Mischröhre und dem ZF-Verstärker ist ein 4-Kreis-Filter angeordnet, während die Kopplung der drei ZF-Verstärkerröhren durch 2kreisige Filter erfolgt. Die Verstärkung der zweiten ZF-Röhre ist von außen nachstellbar, um Veränderungen der Gesamtverstärkung durch Alterung ausgleichen zu können. Die Verstärkungsregelung ist so weit verzögert, daß sie erst bei einer Eingangsspannung von 100 μ V einsetzt. Sie wirkt nur auf das erste HF-Rohr und drückt den Eingangsspannungsbereich von 100 μ V bis 10 mV auf einen Spannungsunterschied von 1 : 2 am ersten Begrenzer zusammen. Der im ersten Begrenzer fließende Gitterstrom ist gleichzeitig für die Messung der HF-Eingangsspannung ausgenutzt. Das hierzu vorgesehene Instrument besitzt zwei umschaltbare Meßbereiche; der erste Bereich von 0...100 μ V hat eine lineare Skala, da der Empfänger in diesem Bereich ungeregelt ist. Im zweiten Bereich, der einen annähernd logarithmischen Verlauf von 100 μ V bis 10 mV besitzt, wird die verzögerte Regelspannung angezeigt. Eine dem Begrenzerstrom proportionale Gleichspannung ist herausgeführt und steht für Meßzwecke (Feldstärkemessung und -registrierung) zur Verfügung. Auf den ersten Begrenzer folgen zwei weitere mit breitbandigen Zwischenkreisen. Die Ausgangsspannung des letzten Begrenzers ist durch Verändern der Schirmgitterspannung einstellbar (Nachregelung des NF-Pegels bei Röhrenalterung). Die zur Gleichrichtung im Diskriminator verwendeten Germaniumgleichrichter besitzen den Vorteil einer nahezu unbeschränkten Lebensdauer.

Über die mit einem Trimmer einstellbare Nachentzerrung gelangt die NF-Spannung in den Niederfrequenzverstärker. Dieser besteht aus zwei stark gegengekoppelten, verzerrungsarmen Vorstufen. Eine von der Anode der zweiten auf die Kathode der ersten Röhre wirkende frequenzunabhängige Gegenkopplung wird zum Einpegeln der Ausgangsspannung in Stufen von je 1 db benutzt. Für den Modulationskanal folgt ein Kathodenverstärker mit gleichstromfreiem Ausgangsübertrager. Bei den Ballempfängern ist für den Abhörkanal als Trennstufe ein eigener Kathodenverstärker vorgesehen. Die Ausgangstransformatoren und die symmetrischen Pegelleitungen sind sorgfältig gegen Einstreuungen geschirmt. Der NF-Ausgangspegel wird an einem zweiten Instrument angezeigt.

Im Stromversorgungsteil wird für die Anodenspannung ein röhrengeregeltes Netzgerät verwendet. Bei Netzspannungsschwankungen von -15% bis +10% (z. B. 190...240 V) wird die Anodenspannung auf < 0,5 Volt konstant gehalten. Die Netzzuführung ist verdrosselt, um das Eindringen unerwünschter Hochfrequenz in das Gerät zu verhindern.

4 Aufbau

Der Empfänger ist entsprechend seiner elektrischen Schaltung in einzelne Baugruppen unterteilt, die in einem Aufbauahmen leicht auswechselbar befestigt sind. Die Einteilung ist aus nebenstehendem Bild, welches das Gerät von unten zeigt, zu ersehen. Da der Empfänger häufig in unbemannten Stationen und im Dauerbetrieb arbeitet, werden nur Langleberöhren mit einer mittleren Lebensdauer von 10 000 Stunden verwendet. Bei Röhrenwechsel behält das



Gerät seine Eigenschaften ohne Nachstimmung bei. Eine Ausnahme bildet der Wechsel von Oszillator- und Mischröhre, jedoch kann die Oszillatorfrequenz im Bedarfsfalle leicht nach einer bekannten Frequenz mit der Skala in Übereinstimmung gebracht werden. An die Konstanz des Stromversorgungsnetzes werden keine besonderen Anforderungen gestellt, so daß der Empfänger auch unter schlechten Netzverhältnissen betrieben werden kann, ohne daß sich Pegelschwankungen oder Verzerrungserscheinungen bemerkbar machen. Besondere Erwähnung verdient der äußerst kleine Raumbedarf sowie das niedrige Gewicht des Gerätes.

Der beschriebene UKW-Ballempfänger ESB BN 1503/100-75-15 eignet sich auch zur Übertragung eines trägerfrequenten Dienstgesprächs oder einer Steuerfrequenz. Infolge seiner großen Verzerrungsfreiheit kann im Frequenzgebiet über 15 kHz die Übertragung solcher Sonderdienste erfolgen, ohne daß eine Beeinträchtigung der Rundfunk-Modulation erfolgt.

Anderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind, vorbehalten!