

UKW-Empfänger mit neuer Zwischenfrequenz

VON DIPL.-ING. H. SCHULZE, SABA GMBH

Der UKW-Teil ist im modernen Rundfunkempfänger zu hoher Qualität entwickelt worden. Besonders Geräte der gehobenen Preisklasse weisen ein Maß an Trennschärfe, Störbegrenzung, Rauschabstand usw. auf, das kommerziellen Empfängern nahekommt. Hier hat sich fast durchweg der Typ des Empfängers mit acht Zf-Kreisen, Ratiodektor und zwei UKW-Trioden im Eingang durchgesetzt. Die Geräte der mittleren und unteren Preisklasse dagegen haben meistens sechs Zf-Kreise und damit eine Röhre weniger. Dadurch liegen hauptsächlich die Selektion und Verstärkung, aber auch die Störbegrenzung, die ja von der Verstärkung abhängig ist, niedriger.

Schon immer war der Entwickler bestrebt, durch technische Verbesserungen bei gleichem Preis das Gerät in eine höhere Klasse zu bringen. Reflexschaltungen, die aus diesem Grunde früher häufig verwendet wurden, haben sich für eine Bandfertigung als schlecht geeignet erwiesen und sind heute fast völlig aus dem Empfängerbau verschwunden. Eine andere Möglichkeit, bei gleicher Stufen- und Kreiszahl zu höherer Verstärkung und Selektion zu kommen, liegt in der Wahl einer niedrigeren Zwischenfrequenz. Bekanntlich ist die Verstärkung und die Trennschärfe einer Stufe um so besser, je niedriger die Arbeitsfrequenz und je höher die Kreisgüte ist. Dies geht bereits überlegungsmäßig daraus hervor, daß bei einer Zf-Stufe für die AM-Zwischenfrequenz von 460 kHz die Bandbreite nur wenige Kilohertz gegenüber 200...300 kHz bei einer Stufe für 10,7 MHz beträgt und daß für den FM-Empfang mindestens zwei Zf-Verstärkerstufen gegenüber einer für AM-Empfang erforderlich sind. Wenn man also die FM-Zwischenfrequenz zu geringen Werten verschiebt, müssen sich Verstärkung und Selektion verbessern lassen.

Sorgfältige Überlegungen, Berechnungen und Messungen führten daher zu einer neuen UKW-Zwischenfrequenz von 6,75 MHz. Die in den Saba-Geräten seit langem verwendeten Mikro-Bandfilter mit einstellbarer Kopplung bilden die Grundlage hierfür, da sich bei einem entsprechenden Kopplungsfaktor k ein äußerst günstiger Kompromiß zwischen Trennschärfe und Zf-Bandbreite erreichen läßt.

Für ein symmetrisches Bandfilter ergeben sich z. B. bei einer Kreisgüte Q = konstant = 70 die Werte der untenstehenden Tabelle.

Die Beispiele zeigen, daß bei kritischer Kopplung und konstanter Güte die Bandbreite direkt mit der Verringerung der Frequenz absinkt, während die Selektion mit dem Quadrat der Frequenzverkleinerung steigt. Wendet man bei der kleineren Zwischenfrequenz überkritische Kopplung an, so werden die Verhältnisse viel günstiger, wie Beispiel C zeigt. Im speziellen Fall sinkt die Bandbreite bei 6,75 MHz nur um 25 % gegenüber 10,7 MHz, während die Trennschärfe um 100 % ansteigt.

Ein praktischer Vergleich zweier Empfänger mit verschiedener Zwischenfrequenz beweist die Richtigkeit dieser Betrachtungen (siehe Bild 1). Bei dem Empfänger mit der Zwischenfrequenz von 6,75 MHz sind beide Filter leicht überkritisch und der Ratiodektor ungefähr kritisch gekoppelt,

während im Empfänger mit 10,7 MHz alle Filter einschließlich des Ratiodektors kritisch gekoppelt sind. Wie aus den Kurven ersichtlich, beträgt die Selektionsverbesserung ca. 1 : 5, während die Bandbreite nur von 125 auf 110 kHz gesunken ist.

Die Bandbreite von 110 kHz könnte für einen maximalen Frequenzhub von $\Delta f = \pm 75$ kHz als zu gering erscheinen, jedoch zeigten genaue Messungen, daß der hierdurch entstehende zusätzliche Klirrfaktor vernachlässigbar ist gegenüber den des nachfolgenden Nf-Verstärkers. Der Grund liegt darin, daß der Amplitudenbegrenzer die im Zf-Verstärker entstehende Amplitudenmodulation fast völlig beseitigt.

Der Gewinn an Verstärkung ist leicht zu erkennen. Setzt man die Kreiskapazitäten und Dämpfungen bei beiden Zwischenfrequenzen als konstant an, so ist der Verstärkungsgewinn in einer Bandfilterstufe unmittelbar der Frequenzverkleinerung proportional.

Er beträgt $10,7 : 6,75 = 1,58$. Im Empfänger mit der Kurve b in Bild 1 wächst die gesamte Verstärkung etwa um das Dreifache.

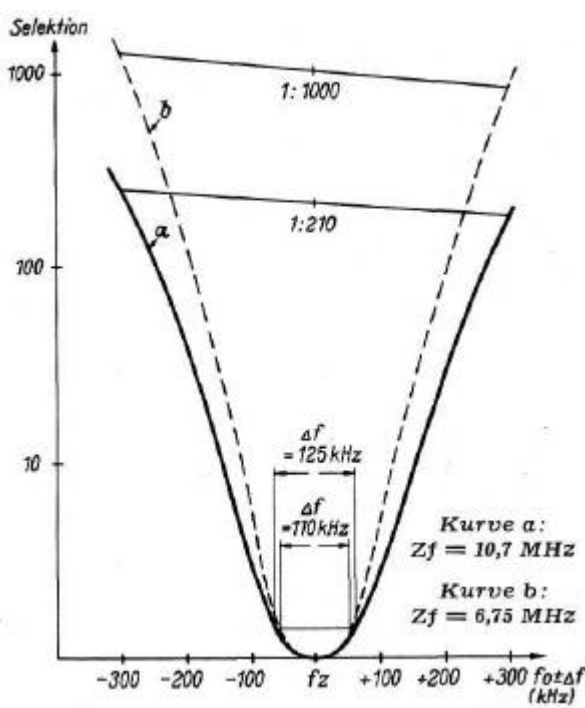


Bild 1. Selektionskurven für einen Empfänger mit zwei Zf-Stufen und Ratiodektor.

Wie bereits erwähnt, wurde der Wert für die neue Zwischenfrequenz nach sorgfältigen Überlegungen festgelegt. Die untere Grenze stellte die Forderung dar, daß die Spiegelwelle bei dem in Europa gültigen UKW-Bereich 87 bis 100 MHz nicht in den Empfangsbereich fällt. Das ist bei einem UKW - Rundfunkempfänger sehr wünschenswert, da die bei 10,7 MHz mit üblichen Mitteln erreichbare Spiegelselektion nur etwa 1:50 beträgt. Vergleichsweise ist bei einem AM-Empfänger mit einem abgestimmten Vorkreis die Spiegelselektion im Mittel- und Langwellenbereich ca. 1:500.

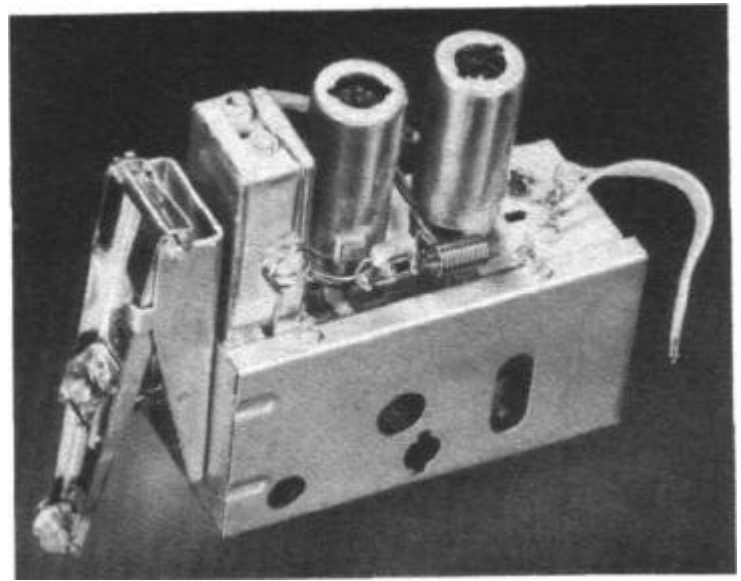


Bild 2. Aufbau der neuen Saba-UKW-Stufe

Aus dieser Forderung für die Spiegelsicherheit ergibt sich eine Zwischenfrequenz von mindestens

$$\frac{100 - 87}{2} \text{ MHz} = 6,5 \text{ MHz.}$$

(In Amerika und einigen außereuropäischen Ländern reicht der FM-Bereich von 87...108 MHz. Die Forderung nach Spiegelsicherheit ergäbe dort

$$\frac{108 - 87}{2} = 10,5 \text{ MHz}$$

als kleinste zulässige Zwischenfrequenz. Gewählt wurde bekanntlich 10,7 MHz). Mit dem Wert 6,5 MHz liegt die neue Zwischenfrequenz ungefähr fest. Der genaue Wert ergibt sich aus der Forderung, daß die Grundwelle des Oszillators bei Abstimmung auf einen Sender einen anderen Empfänger nicht stören darf, da der Oszillator von 94 MHz... 100 MHz im Empfangsbereich liegt. (Bei 10,7 MHz kann der Oszillator nur von 97,7 bis 100 MHz stören.) Mit 6,75 MHz liegt nun bei Empfang eines Senders entsprechend der Kanaleinteilung die Oszillatorfrequenz immer genau zwischen zwei Kanälen, von jedem Kanal 150 kHz entfernt. Außer dieser Vorsichtsmaßnahme wurde die Oszillatorstrahlung der Grundwelle soweit verringert, daß keinerlei Störungen benachbarter Empfänger zu befürchten sind. Die Strahlung im Grundwellenbereich wurde weit unter die z. Zt. zulässigen Werte von 1 mV bis 108 MHz und 150 uV von 108...111 MHz reduziert. Die Oberwellenstrahlung liegt selbstverständlich unter den von der Post zugelassenen Werten. Die Verringerung der Grundwellenstrahlung auf so geringe Werte ist sehr schwierig, denn im Gegensatz zur Oberwelle des Oszillators, für die Erdpunkte die entscheidende Rolle spielen, tragen zur Verringerung der Grundwellenstrahlung hauptsächlich UKW-Vorselektion, Abschirmung und Anschluß des Vorkreises an einem kalten Punkt des Oszillatorkreises bei.

Aus diesen Gründen wurde gleichzeitig mit der Einführung der neuen Zwischenfrequenz auch der UKW-Vorsatz völlig neu durchkonstruiert. Bild 2 zeigt den Aufbau und Bild 3 die Schaltung. Die Abstimmung wirkt auf drei Kreise induktiv mit versilberten Eisenkernen. Anstelle der im Vorjahr benutzten ECC 85 werden in dieser Saison zwei Trioden EC 92 verwendet. Der Grund liegt in der kleineren Betriebstemperatur der EC 92 gegenüber der ECC 85, dadurch wurde eine bessere Temperaturkompensation des Oszillators erreicht. Wie im Vorjahr wurde im Eingang einer neutralisierten Triode in Katodenbasisschaltung der Vorrang gegeben. Antenne und elektronischer Eingangswiderstand der Vorstufe sind lose an den Eingangskreis angekoppelt, so daß er infolge der geringeren Dämpfung eine höhere Vorselektion ergibt, zumal zur Abstimmung nicht mehr ein Kern aus Hf-Eisen sondern ein versilberter Eisenkern verwendet wird, mit dem eine höhere Grundgüte des Eingangskreises erreicht wurde.

| | A. Zf = 10,7 MHz k · Q = 1 | B. Zf = 6,75 MHz k · Q = 1 | C. Zf = 6,75 MHz k · Q = 1,2 |
|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Trennschärfe für 300 kHz | 1 : 7,75 | 1 : 19,4 | 1 : 15,8 |
| Bandbreite $2 \Delta f \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ | 214 kHz | 135 kHz | 165 kHz |

268 Heft 13 / FUNKSCHAU 1955

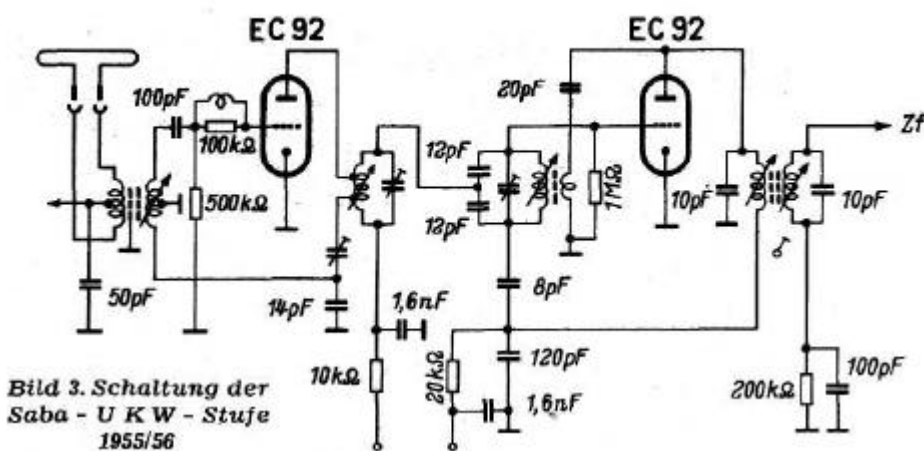


Bild 3. Schaltung der Saba - U K W - Stufe 1955/56

Der Anodenkreis ist ebenfalls lose an Vorröhre und Mischröhre angekoppelt, während die Hochfrequenzspannung dem kalten Punkt des Oszillatorkreises zugeführt wird. Diese Maßnahmen zusammen verringern die Störstrahlung der Grundwelle auf den vorher genannten Wert und lassen auch die Spiegelselektion trotz der niedrigeren Zwischenfrequenz nicht unter den Wert von 1 : 50 sinken.

Die Mitte des Eingangskreises ist geerdet. Diese Maßnahme macht das Gitter der Vorröhre niederohmig für Zf-Störfrequenzen, während ein Saugkreis in der Anode der Vorröhre (er besteht aus der Anodenkreis-

frequenz. Die Anode der Vorröhre liegt am untersten Drittel der Anodenkreisspule. Dies ermöglicht eine hohe Vorverstärkung bei stabiler Neutralisation der Vorstufe. So erreicht die Gesamtverstärkung beim UKW-Vorsatz 55/56 ab Antenne (240 Ω) bis zum Gitter der ersten Zf-Stufe bei Benutzung der

Zwischenfrequenz von 6,75 MHz den für eine Trioden-Vorstufe ungewöhnlich hohen Wert von ca. 1000!

Die neue Zwischenfrequenz wird in mehreren Geräten der diesjährigen Saison verwendet. Versuchsgeräte mit acht bzw. neun Zf-Kreisen wurden aufgebaut und ergaben bei entsprechender Kopplung der Filter eine Trennschärfe von 1 : 20 000 bei 300 kHz Kanalabstand und für eine Bandbreite von 120 kHz.

Saba hat daher diese niedrige Zwischenfrequenz vorläufig nur bei den Geräten der unteren und mittleren Preisklasse vorgesehen, während bei den Spitzengeräten mit höheren Kreiszahlen die Anwendung aus fabrikatorischen und Zweckmäßigkeitsgründen noch nicht angebracht erscheint.