

UKW-Mischer mit Fremdüberlagerung

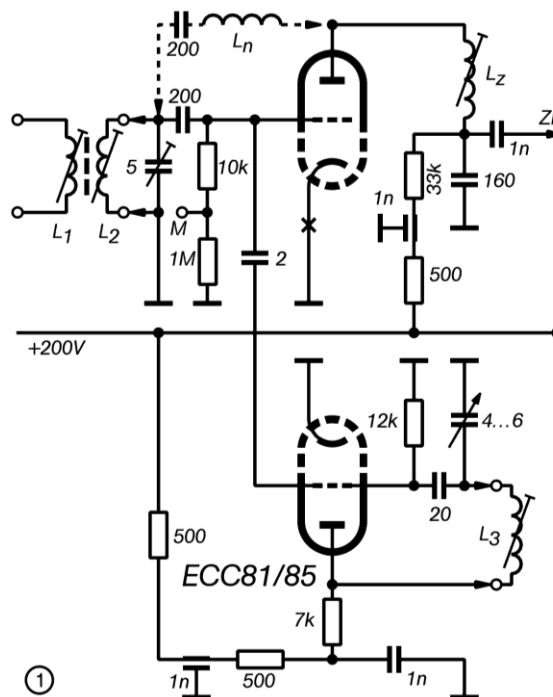
9

Während beim FM-Rundfunk mit dem recht geringen Aufwand der selbstschwingenden Mischstufen gearbeitet werden kann, ist dies für amplitudenmodulierte Sendungen nicht so ohne weiteres möglich. Selbstschwingende Mischer zeigen durch den obligatorischen Gitterstrom einen Begrenzereffekt, der nicht nur für die Oszillatoramplitude wirksam ist, sondern der auch die Summenspannung aus Empfangs- und Oszillatorwelle konstant hält. An den Schwingeneigenschaften ändert sich nichts, solange die Empfangsamplitude klein gegen die Oszillatoramplitude ist. Wird aber die Empfangsspannung größer, dann verringert sich der Oszillatoranteil an der Summenspannung, so daß mit weiterer Erhöhung der Empfangsamplitude die mittlere Steilheit nicht mehr ausreicht, um die Oszillatorschwingung aufrechtzuerhalten. Bevor die Schwingungen allerdings abreißen, ändern sich mit der Verschiebung des Arbeitspunktes auch die dynamischen Kapazitäten der Röhre, und es ergibt sich eine Verstimmung des Oszillators, die zu Verzerrungen führt.

Arbeitet beispielsweise eine ECC 81 als GB-Vorstufe und selbstschwingender Mischer, so kann man bei 100 MHz für das GB-System eine etwa 30fache Verstärkung annehmen, während das Mischsystem rd. 2 V Oszillatorspannung benötigt. Es reichen in dieser Schaltung bei 300 Ω Antennenimpedanz bereits 70...100 mV Spannung an den Antennenklemmen aus, um den Oszillator zum Aussetzen zu bringen. Da eine solche Empfangsspannung in Ortssendernähe durchaus vorkommen kann, muß entweder die Oszillatorspannung erhöht (aus Störstrahlungsgründen ist dies jedoch unerwünscht) oder aber eine Vorstufenregelung durchgeführt werden.

Beide Methoden genügen insbesondere dem Fernsehbetrieb meistens nicht, da hier laufend Amplitudensprünge von 90% zwischen Weißpegel und Synchronspitze zu verarbeiten sind. Fernseh-Mischstufen sind deshalb fast ausschließlich mit getrenntem Oszillator aufgebaut, der unabhängig vom Empfangssignal stabil arbeitet und mit dem leicht die günstigste Oszillatorspannung eingestellt werden kann. Der Oszillator soll so dimensioniert sein, daß beim Abstimmen innerhalb des gewählten Frequenzbereiches (Kanals) die Oszillatorspannung nicht unter den optimalen Wert (etwa 2 V für ECC 81) absinkt. So läßt sich die übermäßige

Streuung beim Röhrenwechsel bzw. eine stärkere Abnahme der Mischsteilheit, die bei geringerer Oszillatorspannung eintritt, vermeiden. Abb. 1 zeigt eine der bewährten Mischschaltungen mit Fremdüberlagerung, die beide Röhrensysteme gemeinsam im Kolben der ECC 81 enthält. Bei 1 M Ω Gitterableitwiderstand und 170 V Anodenspannung stellt sich bei 2 V Oszillatorspannung, die über 1...2 pF eingekoppelt werden, ein Gitterstrom von 2,4 μ A ein. Dies ergibt am Ableitwiderstand eine Gittervorspannung von -2,4 V. In vielen Geräten ist der Gitterableitwiderstand wie in Abb. 1 aufgeteilt, so daß am Meßpunkt M eine Richtspannung zu Prüf- und Abgleichzwecken verfügbar ist. In manchen Fällen ist es zweckmäßig, die Mischtriode mit automatischer Gittervorspannung arbeiten zu lassen, damit der Kathodenstrom der Mischtriode beim Aussetzen der

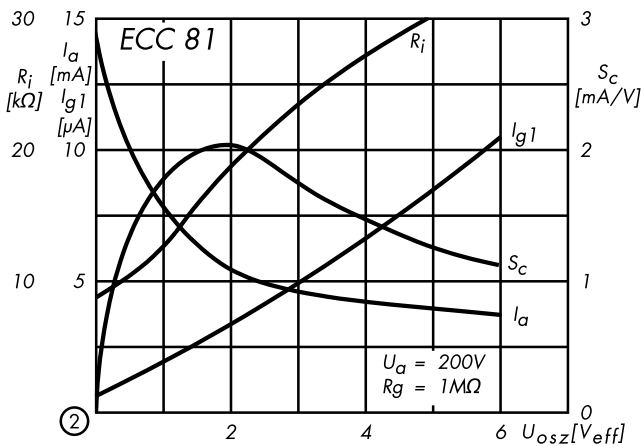


Oszillatorspannung nicht zu groß wird. Bei optimaler Aussteuerung ist die Mischsteilheit etwa $S_c = 2 \text{ mA/V}$, wobei 6 mA Kathodenstrom fließen. Es ist demnach ein 500- Ω -Widerstand (mit Kondensator überbrückt) in der Kathodenleitung der Mischtriode (Kreuz in Abb.1) erforderlich. Manchmal kann es notwendig sein, die Röhre durch eine federnde Fassung und eine Abschirmhaube vor Luft- und Körperschall gegen akustische Rückkopplung zu sichern.



Die Berechnung der Mischverstärkung kann nach den üblichen Formeln mit S_c und dem wirksamen Außenwiderstand erfolgen. Der Außenwiderstand wird aus dem ersten ZF-Kreis oder -Filter gebildet, dem der Innenwiderstand R_i der Triode parallel liegt. R_i kann für die gewählten Betriebsbedingungen aus den U_{osz}/S_c -Diagrammen der Röhrendaten, wie z.B. Abb. 2 (für $U_{osz} = 2$ V ist $R_i = 18,5k\Omega$), entnommen werden. In Fernsehgeräten spielt R_i jedoch meistens keine Rolle, da wegen der notwendigen Bandbreite die Kreis- oder Filterdämpfung nur kleinere Resonanzwiderstände zuläßt.

Während eine Mischstufe mit Doppeltriode den vernünftigerweise zu stellenden Anforderungen genügt, ist eine Pentodenmischung dann vor-

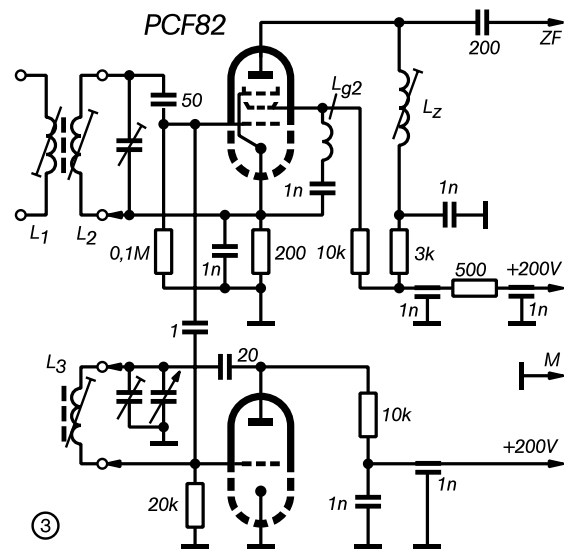


teilhafter, wenn der Abstand zwischen Empfangs- und Zwischenfrequenz gering ist. Diese Verhältnisse treffen insbesondere für Fernsehempfänger mit der hohen ZF um 35 MHz zu, wenn Empfang im FS-Band I durchgeführt werden soll. Da die Triode ein relativ hohes C_{ga} aufweist, läßt sich in diesen Fällen eine Neutralisation, die in Abb. 1 gestrichelt angegeben ist, nicht umgehen. Sie ist zwar nicht allzu kritisch in der Einstellung, jedoch vereinfachen sich die Verhältnisse bei Benutzung einer Mischpentode. Auf Grund des kleineren C_{ga} einer Mischpentode ist die an der Anode auftretende Oszillatoramplitude geringer als bei einer Triode, so daß der erste ZF-Kreis nicht unbedingt als π -Filter ausgebildet werden muß. Dagegen ist natürlich die Mischverstärkung wegen des bei der Pentode zusätzlichen Schirmgitterstromes etwas geringer, und auch das höhere Rauschen im Gegensatz zur Triode muß berücksichtigt werden. Das Rauschen stört jedoch beim Band I weniger, da bei diesen relativ niedrigen Frequenzen die Verstärkung leicht höher gemacht werden kann.

Eine Triode-Pentode PCF 80 (Philips) bzw. PCF 82 (Telefunken) wird man in der Mischstufe also dann einsetzen, wenn bei geringerem Signal- zu ZF-Abstand ohne Neutralisation ge-

arbeitet werden soll. Abb. 3 zeigt eine hierfür geeignete Schaltung, in der ebenso wie in Abb. 1 $L_{1...3}$ die HF-Spulen im Trommelschalter darstellen und mit L_z die ZF-Resonanz erreicht wird. Wegen der größeren Abmessungen des Pentodensystems in Röhrenkolben, die längere Systemzuleitungen bedingen, ist der Eingangswiderstand R_E der PCF 80 bei 200 MHz nur etwa 750Ω groß. (PCF 82 bei 200 MHz: $R_E = 2...2,5 k\Omega$.)

Eine gewisse Kompensation ist durch eine zusätzliche Schirmgitterinduktivität L_{g2} erreichbar. Diese läßt sich einstellen, wenn der Schirmgitterkondensator nicht ganz knapp, sondern mit 2...3 cm langen Zuleitungsdrähten eingelötet wird, wobei dann mit $R_E \approx 1 k\Omega$ zu rechnen ist. Gleichfalls kann durch Wahl einer



festen Gittervorspannung bei konstanter Oszillatorspannung ein Kompromiß zwischen möglichst großer Mischsteilheit und möglichst großem Eingangswiderstand erreicht werden. Um zu vermeiden, daß die durch eine Katodenkombination hervorgerufene unvermeidbare Induktivität den Eingangswiderstand verringert, muß man – wie in Abb. 3 angegeben – den Gitterkreis und den Schirmgitterkondensator direkt mit Katode verbinden.

Bei einer Anoden- und Schirmgitterspannung von 170 V und 200 Ohm Katodenwiderstand ergibt sich mit 2,5 V Oszillatorspannung die größte Mischsteilheit von 2,4 mA/V. Aus Sicherheitsgründen arbeitet man jedoch meistens mit der höheren Oszillatorspannung von 3 V, wobei die Mischsteilheit mit 2,1 mA/V etwas geringer ist. Während in einem UKW-Abstimmteil die Röhrenkombination für HF-M-O-Stufen PCC 84 + PCC 85 im Band III etwa 80fache Gesamtverstärkung erreichen läßt, ergibt ein gleichartiger Aufbau mit PCC 84 + PCF 80 eine rd. 60fache Verstärkung. C. M.