

UKW-Teil mit Doppeltriode ECC 85

Schaltungsprinzip

In der UKW-Vorstufe verwendet man heute eine Triode. Sie ergibt wegen Fortfall des Stromverteilungsrauschens eine höhere Grenzempfindlichkeit als die Pentode. Auch die Mischstufe bestückt man üblicherweise mit einer Triode. Diese wird in selbstschwingender, additiver Mischschaltung betrieben.

Die Doppeltriode ermöglicht auf Grund der Unterbringung der zwei Systeme in einem Kolben einen raumsparenden und preisgünstigen Aufbau.

Bild 1 gibt zusammen mit der Schalteilliste alle Unterlagen für einen erprobten UKW-Teil mit der ECC 85, deren System II für die Vorstufe in Zwischenbasisschaltung und deren System I als selbstschwingende Mischtriode benutzt ist.

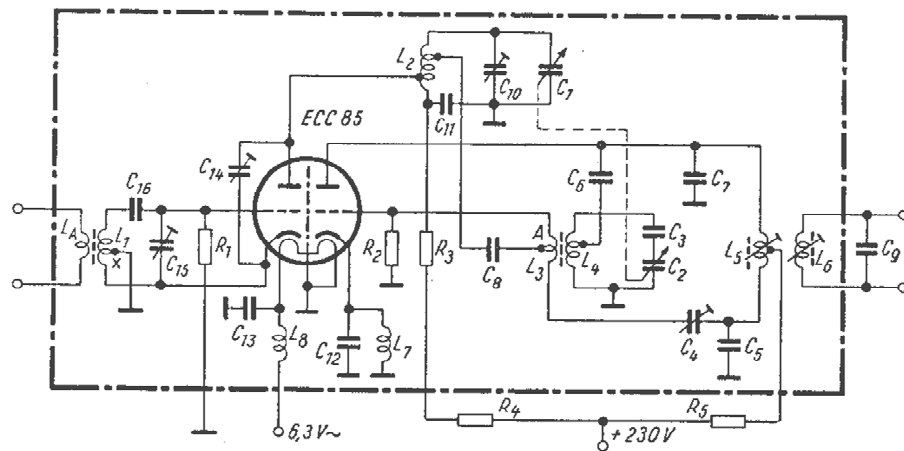


Bild 1

Zwischenbasisschaltung

Hierbei liegt ein Anzapf (x) der zwischen Gitter und Kathode geschalteten Induktivität L_1 an Masse. So kann bei Leistungsanpassung minimale Rauschzahl erzielt werden. Außerdem bekommt der Eingangskreis — durch elektronische Bedämpfung — eine solche Bandbreite, daß man auf dessen Abstimmen verzichten kann. Die Zahl x kennzeichnet die Lage des Anzapfs an L_1 . Es gilt:

$$x = \frac{\text{Spannung Masse gegen Kathode}}{\text{Gesamtspannung Gitter gegen Kathode}}$$

Dieses Spannungsverhältnis entspricht ungefähr dem Windungszahlenverhältnis.

In der Praxis koppelt man die Antennenspule L_1 etwas fester an, als es der Leistungsanpassung entspricht, und gleicht den Antennen-Gitterkreis auf Mitte des UKW-Bandes ab. Das ergibt über das gesamte UKW-Band eine niedrige und praktisch konstante Rauschzahl.

Neutralisierung der Zwischenbasisstufe

Dazu dient — gemäß Bild 2 — ähnlich wie in der Kathodenbasisstufe eine Brückenschaltung. Diese wird durch Bild 2 veranschaulicht. Darin wurde gegenüber Bild 1 der Kondensator C_{16} als Kurzschluß betrachtet und der Kondensator C_{15} , als in einer Brückendiagonale liegend, weggelassen. Der Abgleich erfolgt auf

$$\frac{C_{ga}}{C_{ak} + C_{14}} = \frac{x}{1-x}$$

Die Neutralisierungskapazität wird durch C_{14} dargestellt. Für die Bilder 1 und 2 gelten etwa folgende Werte:

$$x \approx 20\% = 0,2 \quad C_{ga} \approx 1,5 \text{ pF} \quad C_{ak} \approx 0,18 \text{ pF} \quad \text{Das gibt:}$$

$$C_{14} = C_{ga} \frac{1-x}{x} - C_{ak} = 1,5 \frac{1-0,2}{0,2} - 0,18 \approx 6 \text{ pF}$$

Dieser Rechnungswert stellt nur einen Anhaltspunkt dar. Der in der Praxis einzustellende Wert hängt wesentlich vom Aufbau ab.

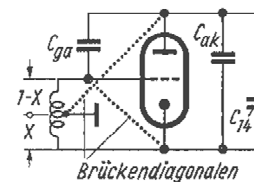


Bild 2

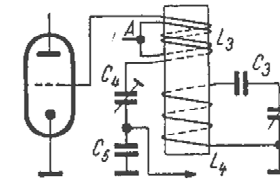


Bild 3

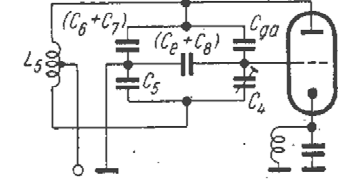


Bild 4

Für Serienfertigung wünscht man C_{14} als Festkondensator. Außerdem soll ein Nachabgleich bei Röhrenwechsel unnötig sein. Die damit im allgemeinen vorhandenen Neutralisationsfehler vermindern die Sicherheit gegen Auftreten von Schwingungen. Die Sicherheit wird auch durch Wahl eines zu kleinen Wertes für x beeinträchtigt. Deshalb geht man mit x nicht unter 0,2. Um die auch dann immer noch mögliche Unstabilität zu vermeiden, legt man die Anode der Vorstufe an einen Anzapf (25%) der Anodenkreisspule (L_2). Damit ergibt sich für die Vorstufe ein geringerer Außenwiderstand. Die an die Mischstufe abgegebene Spannung nimmt man an L_2 von einem weiteren, höher gelegenen Anzapf ab und erreicht so eine Aufwärtstransformation.

Die selbstschwingende Mischstufe

Diese Stufe hat außer der Mischung hier noch drei Funktionen. Es sind das: 1. Meißner-Oszillator in Brückenschaltung, 2. Zf-Brücke zum Entdämpfen des wirksamen Innenwiderstandes der Mischtriode für den ersten Zf-Kreis und 3. Entdämpfung des Röhren-Eingangswiderstandes sowie des Kreises zwischen Hf-Stufe und Mischstufe.

Die Oszillatorspannung wird mit dem Schwingkreis L_4 , C_2 , C_3 und der Rückkopplungsspule L_3 erzeugt (Bild 3). Oszillator- und Hf-Kreis werden entkoppelt, indem man mit Hilfe des Mittelanzapfes A an L_3 aus den beiden Hälften von L_3 mit C_4 und der Eingangskapazität C_6 des Mischsystems die Oszillatorbrücke bildet. A hat bei entsprechendem Einstellen des Trimmers C_4 für die Oszillatorfrequenz keine Spannung gegen Masse.

Eine Streuinduktivität von L_3 soll möglichst vermieden werden, wozu die bifilare Wicklung dient (Bild 3). Andernfalls wird der auf die Strecke zwischen A und Masse transformierte Röhren-Eingangswiderstand zu klein.

Die Zf-Brücke (Bild 4) besteht aus C_{ga} und C_4 sowie C_5 und $(C_6 + C_7)$.

In der einen Brückendiagonale liegt als Spannungsquelle die Spule L_5 des ersten Zf-Kreises. In der anderen Brückendiagonale liegt die Gitter-Kathoden-Strecke des Mischsystems (C_6). Für die Zwischenfrequenz ist hier parallel zu C_6 der Kondensator C_8 geschaltet. Für Brückengleichgewicht (keine Zf-Spannung zwischen Gitter und Kathode) gilt:

$$\frac{C_4}{C_{ga}} = \frac{C_5}{C_6 + C_7}$$

Eine hiergegen verringerte Kapazität C_5 bewirkt eine Entdämpfung. Diese kann so weit erhöht werden, bis die Dämpfung des Zf-Kreises von Seiten des Röhren-Innenwiderstandes aufgehoben wird. Damit ergibt sich für die Röhre ein extrem hoher Innenwiderstand, wodurch die Triode einer Pentode ähnlich wirkt. Weiteres Vermindern von C_5 ist nicht zu empfehlen, da das auch die Eigendämpfung des Zf-Kreises aufheben und ein Schwingen der Mischstufe auf der Zf verursachen würde.

Das Entdämpfen des Mischstufeneinganges geschieht in üblicher Weise mit dem Kathodenkondensator C_{12} (Bild 1). Bei richtiger Wahl von C_{12} wird die Kathodeninduktivität kompensiert, was den Eingangswiderstand der Mischstufe erhöht. Macht man C_{12} demgegenüber noch etwas kleiner, so ergibt sich eine Entdämpfung der Mischstufen-Eingangsschaltung. Damit soll man allerdings nicht unter 1 MHz für die Bandbreite dieser Eingangsschaltung gehen.

Bedenken gegen die Stabilität einer derart dimensionierten Schaltung bestehen nicht, da die mittlere Steilheit in einer selbstschwingenden Mischstufe automatisch konstant gehalten wird. Zum Schließen des Gleichstromweges überbrückt man C_{12} mit der Drossel L_7 .

Werte der Spannungsverstärkung

Gemessen wurde an der ausgeführten Schaltung:

Eingangsüberhöhung (60 Ω -Meßsenderausgang bis Gitter-Kathoden-Strecke der Hf-Triode) = 3,6

Röhrenverstärkung zwischen Gitter und Anode der Hf-Röhre = 7,2

Aufwärtstransformation infolge des Anzapfs am Anodenkreis der Vorstufe (Vorröhren-anode bis Mischröhrengitter) = 2,1

Spannungsverstärkung in der Mischstufe vom Gitter des Mischsystems bis zum Ausgang des ersten Zf-Bandfilters = 25.

Die Gesamt-Spannungsverstärkung folgt — als Produkt der Einzelverstärkungen und der Spannungserhöhungen — zu $3,6 \cdot 7,2 \cdot 2,1 \cdot 25 = 1350$. Die mittlere Rauschzahl beträgt im ganzen UKW-Band, also von 87 bis 100 MHz, $F = 2,5 \dots 3$ entsprechend 4...5 dB.

Schaltteilliste

R_1	Widerstand	200 k Ω	0,25 W
R_2	Widerstand	300 k Ω	0,25 W
R_3	Widerstand	1 k Ω	0,5 W
R_4	Widerstand	7 k Ω	2 W
R_5	Widerstand	10 k Ω	2 W

C_1	2-fach UKW-Drehkondensator	9,5...18 pF Rotor geerdet	
C_2			
C_3	Keramik-Kondensator	ca. 45 pF	
C_4	Keramik-Trimmer	3...15 pF	
C_5	Keramik-Kondensator	ca. 120 pF	
C_6	Keramik-Kondensator	20 pF	
C_7	Keramik-Kondensator	10 pF	
C_8	Keramik-Kondensator	20 pF	
C_9	Keramik-Kondensator	30 pF	
C_{10}	Keramik-Trimmer	2...6 pF	
C_{11}	Keramik-Kondensator	2 500 pF	DIN 41 379
C_{12}	Keramik-Kondensator	20...60 pF	
C_{13}	Keramik-Kondensator	2 500 pF	DIN 41 379
C_{14}	Keramik-Trimmer	3...15 pF	
C_{15}	Keramik-Trimmer	2...6 pF	
C_{16}	Keramik-Kondensator	250 pF	

		Wdg.	mm $\varnothing$			Kern
L_A	Eingangsbandfilter	3	0,3	CuLSS	ineinander gewickelt	5x10 FR
L_1		3	0,3	CuLSS		
L_2	Anodenkreisspule 0,1 μ H	3	0,8	Cuvers.	1,8 mm Steigung	M 7 FR
L_3	Rückkopplungsspule	2x2	0,3	CuLSS	siehe Bild 3	
L_4	Oszillatorspule 1,3 μ H	3	0,8	Cuvers.	1,8 mm Steigung	M 7 FC-FU II
L_5	Zf-Filter	8 μ H	20+5	0,2	CuL	M 7 FC-FU II
L_6		6,3 μ H	20	0,2	CuL	M 7 FC-FU II
L_7	UKW-Drossel	1 μ H	5	0,3	CuL	9 mm $\varnothing$ ohne
L_8	UKW-Drossel	0,6 μ H	32	0,2	CuL	2 mm $\varnothing$ ohne

Kernbezeichnungen der Firma VOGT & Co. m. b. H.