

Die interessante Schaltung:

Körting Royal-Syntektor 55 W

Teil 2: FM-Empfangsteil

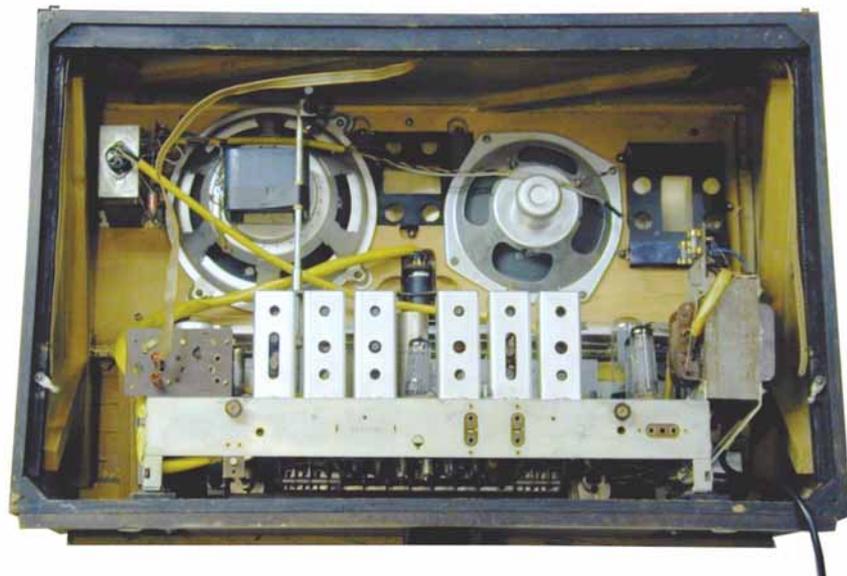
*Hermann Freudenberg*, Netphen; GFGF

Erschienen in FUNKGESCHICHTE Nr. 142 (2002)

Von *Hermann Freudenberg* im April 2002 bearbeitet für <http://www.radiomuseum.org/>

Nachdem in Teil 1 die Besonderheiten des AM-Teils des Körting Royal-Syntektor beschrieben wurden, widmet sich Teil 2 dem UKW-FM-Teil und hier besonders der Synchro-Detektor-Schaltung. Bild 2.1 zeigt

den FM-Empfangsteil; auch hier erfolgt die Darstellung nach Möglichkeit so, dass die Funktionen durch die Anordnung der Bauelemente verdeutlicht werden. Bauelemente zur Stromversorgung sind auch hier weitgehend weggelassen worden. Während



bei der Beschreibung des AM-Teils die Kreisinduktivitäten mit kleinen Buchstaben a – i bezeichnet wurden, werden sie im FM-Teil mit Großbuchstaben A – L benannt; diese Darstellung entspricht den Bezeichnungen bei Körting (Bild 1.4) [1.5]. Die Bilder in Teil 1 haben die Nummern 1.1 bis 1.6, die in Teil 2 die Nummern 2.1 bis 2.5, die Literaturangaben in Teil 1 sind mit [1.1] bis [1.6], die in Teil 2 mit [2.1] bis [2.8] bezeichnet.

### **Die Besonderheiten des FM-Empfangsteils**

Der FM-Empfangsteil unterscheidet sich von üblichen Superhetchaltungen jener Zeit im wesentlichen durch folgende Eigenschaften:

- Verzögerte Regelung der UKW-Vorstufe
- 4-stufiger ZF-Verstärker
- eine neutralisierte ZF-Stufe mit Triode
- Anodenspannungsbegrenzung mit der Heptode E(C)H 81
- Synchro-Oszillator
- Differenz-Diskriminator mit Serien-/Parallel-Kreis ohne Begrenzer-Eigenschaften
- ungewöhnlich hohe Trennschärfe
- ungewöhnlich hohe Gleichkanalselektion
- niederfrequente Rauschsperrung, gesteuert von der Größe des Antennensignals
- Nah-/Fern-Taste

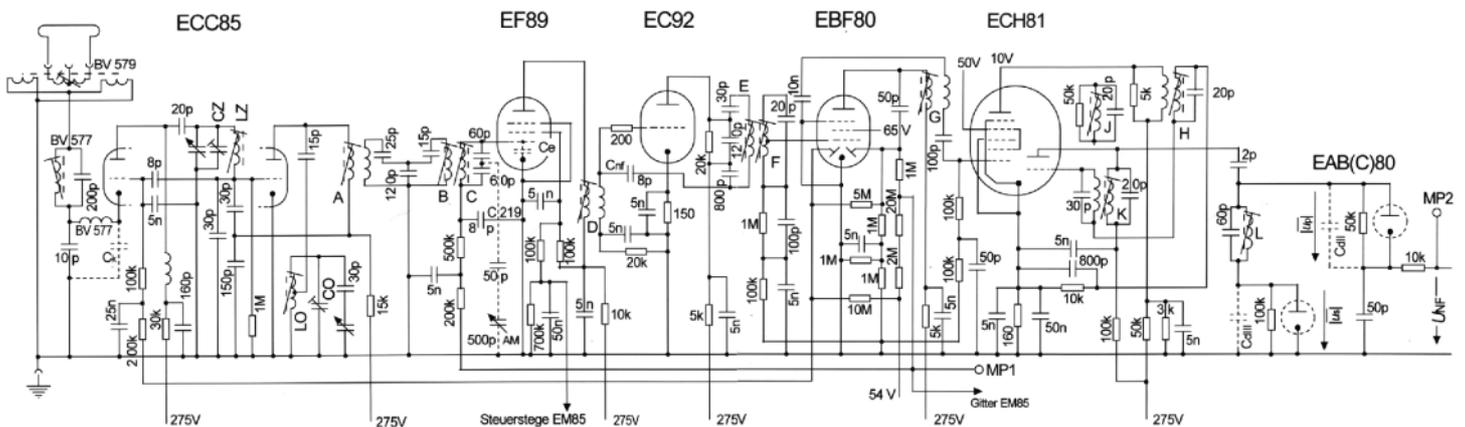


Bild 2.1: Schaltung von HF- und ZF-Verstärker und Demodulator für den UKW-FM-Bereich.

Im folgenden sollen die Schaltung des FM-Empfangsteils (Bild 2.1) und insbesondere seine Besonderheiten beschrieben werden.

### UKW-Vor- und Mischstufe

Die UKW-Vorstufe in Gitterbasisschaltung mit 6 – 8-facher Verstärkung [1.2] wird verzögert geregelt; die Regelung setzt erst bei etwa 1 mV Eingangsspannung ein. „Diese erst bei stärkeren Sendern wirksam werdende Regelung der Vorstufe hat den Zweck, die Gefahr einer Übersteuerung der Mischstufe zu verhindern, ohne die Eingangsrauschzahl bei schwachen und mittelstarken Sendern zu verschlechtern. Eine Übersteuerung der Mischstufe würde sich z.B. in einer scheinbar schlechten Unterdrückung der Amplitudenmodulation bei starken Signalen

zeigen. In Wirklichkeit würde der Oszillator durch die Amplitudenmodulation des Signals in der Phase moduliert und diese wird daher als Frequenzmodulation von der Begrenzung durchgelassen. Die durch die Regelung erzielte Verbesserung hinsichtlich dieses Effektes beträgt etwa 1 : 20“ [1.2]. Während im Vorjahr noch die ECC 81 verwendet wurde, ist die UKW-Vor- und Mischstufe des 55 W mit der damals neuen ECC 85 bestückt.

Im Anodenkreis der Mischtriode liegt der erste Kreis A des Dreiskreis-ZF-Bandfilters A-B-C. Die Kreise A und B haben kapazitive Querkopplung; damit ist die Verbindung zwischen dem Becher mit Kreis A und dem Becher mit den Kreisen B und C niederohmig. Die Kreise B und C sind induktiv gekoppelt. Der Gitterkreis mit der Induktivität C ist symmetrisch aufgebaut: auf der Gitterseite liegen Gitterkapazität plus Schaltkapazität  $C_e \approx 8 \text{ pF}$  der EF 89 gegen Masse und die obere Kreiskapazität 60 pF, auf der anderen Seite die untere Kreiskapazität ebenfalls 60 pF und der Kondensator C219 = 8 pF gegen Masse; im Symmetriepunkt zwischen den beiden Kondensatoren 60 pF, der keine FM-ZF führt, wird die Hochfrequenz bei AM-Empfang eingekoppelt. Damit ist hier keine Umschaltung nötig. Die Mischverstärkung bis zum Gitter der EF 89 ist 15-fach, also relativ niedrig, bedingt durch das Dreifach-ZF-Bandfilter und die Brückenschaltung von Kreis C [1.2].

### **ZF-Verstärker**

Die erste ZF-Verstärkerröhre EF 89 wird unverzögert geregelt. Durch die Brückenschaltung des Kreises C gelangt zwar nur die halbe ZF-Spannung des Kreises C an das Gitter der EF 89, andererseits ist aber dadurch auch der Einfluss der Änderung der Eingangskapazität der EF 89 durch die Regelspannung auf die Hälfte reduziert und damit die Frequenzverwerfung durch die Regelung der 1. ZF-Stufe. Die Verstärkung dieser Stufe ist 17-fach [1.2].

Die 1. ZF-Stufe ist mit einem Einzelkreis mit der Induktivität D an die 2. ZF-Stufe gekoppelt. Diese ist bestückt mit der bei AM als additive Mischstufe verwendeten EC 92. Da es sich um eine Triode handelt, muss der Verstärker neutralisiert werden. Die Neutralisation erfolgt über  $C_{nf} = 8 \text{ pF}$ . Die gegenphasige Neutralisationsspannung wird an dem Kondensator 800 pF des Anodenkreises mit der Induktivität D gewonnen. Die Verstärkung der 2. ZF-Stufe ist 12-fach. Wegen der kapazitiven Kopplung der Kreise D und E über die Gitteranoden- und über die Neutralisationskapazität ist auch hier beim Abgleich auf die Reihenfolge G-D-E-F zu achten.

Die Verstärkung der 3. ZF-Stufe EBF 80 ist etwa 60-fach. Der Gitterkreis mit der Spule F ist induktiv angezapft. Die hier bei AM zugeführte Regelspannung ist bei FM unwirksam; stattdessen erfolgt hier die erste Amplitudenbegrenzung durch Gitterstrombegrenzung mit dem RC-Glied  $1 \text{ M}\Omega/100 \text{ pF}$  [2.1].

Im Anodenkreis befindet sich der Einzelkreis G. Hier ist kapazitiv über 50 pF die rechte Diode der EBF 80 für die Regelspannungserzeugung angekoppelt. Wenn kein Signal aufgenommen wird, würde durch das Rauschen eine Regelspannung von etwa  $-2\text{ V}$  entstehen. Diese wird durch eine positive Spannung von  $+54\text{ V}$  über die Widerstände  $2\text{ M}\Omega$  und  $20\text{ M}\Omega$  auf etwa  $-0,5\text{ V}$  kompensiert. „Hierdurch wird der Grundschatenwinkel des Magischen Fächers gesichert und die Steilheit des Einsatzes der Rauschsperr erhöht.“ [1.2]

Durch die linke Diode erfolgt die Verzögerung der Regelspannung für die UKW-Vorstufe EC(C) 85. Die Diode liegt über den Widerstand  $5\text{ M}\Omega$  an der Regelspannung der rechten Diode und über den Widerstand  $10\text{ M}\Omega$  ebenfalls an der positiven Spannung von  $+54\text{ V}$ . „Der Einsatz der Regelspannung“ für die UKW-Vorstufe „wird auf diese Weise um etwa  $20\text{ V}$  entsprechend etwa  $1\text{ mV}$  Eingangsspannung verzögert.“ [1.2]

Der EBF 80 folgt induktiv/kapazitiv gekoppelt der Anodenspannungsbegrenzer mit der Heptode ECH 81. Durch den Koppelkondensator  $100\text{ pF}$  und den Gitterwiderstand  $100\text{ k}\Omega$  wirkt der Gitterkreis der Heptode als zweiter Gitterstrombegrenzer.

Die Heptode erhält eine Schirmgitterspannung von  $50\text{ V}$  und eine Anodenspannung von nur  $10\text{ V}$ ! Dadurch entsteht ein außerordentlich wirksamer Anodenspannungsbegrenzer, der die ZF-Spannung im Anodenkreis H auf max.  $2\text{ V}$  Spitze begrenzt [2.1], praktisch unabhängig vom Nutzsignalpegel an der Antenne. Damit ist der Mitnahmebereich des von dem Kreis mitgezogenen Synchro-Oszillators ebenfalls unabhängig vom Signalpegel genau definiert.

### **Der Synchro-Oszillator**

Die folgende Beschreibung des Synchro-Oszillators (Triode der ECH 81) ist im wesentlichen der Technischen Information [1.2] entnommen:

#### Wirkungsweise:

„Der Synchro-Oszillator schwingt in Meißner-Schaltung auf  $2,14\text{ MHz}$  (dies entspricht  $1/5$  der ZF von  $10,7\text{ MHz}$ ). Der Schwingkreis besteht aus der Induktivität K und der Kapazität  $20\text{ pF}$ . Die Rückkopplungsspule im Gitterkreis ist durch  $30\text{ pF}$  für die ZF von  $10,7\text{ MHz}$  überbrückt. Der Kreis mit der Induktivität J und mit dem Dämpfungswiderstand  $50\text{ k}\Omega$  ist ebenfalls auf die Oszillatorfrequenz abgestimmt und mit dem Oszillatorkreis annähernd kritisch gekoppelt. Er verflacht die Resonanzkurve des Oszillatorkreises, um zu erreichen, dass die Synchronisierungsschwelle in dem in Frage kommenden Frequenzbereich ( $2,14\text{ MHz} \pm 150/5\text{ kHz} = 2,14\text{ MHz} \pm 30\text{ kHz}$ ) möglichst gleichmäßig niedrig liegt (etwa  $0,2\text{ V}$ ).

Die Mitnahme durch die Zwischenfrequenz kommt in der nachstehend beschriebenen Weise zustande:

Am Steuergitter der Triode der ECH 81 treten gleichzeitig mit der Zwischenfrequenz von 10,7 MHz (der ZF-Kreis H liegt in Reihe mit der Rückkopplungsspule des Synchro-Oszillators) die 4. und 6. Oberwelle des Synchro-Oszillators auf. Es erfolgt additive Mischung, sodass der Anodenstrom dieser Röhre außer der Oszillatorfrequenz 2,14 MHz auch noch die Differenzen  $(6 \times 2,14 - 10,7)$  MHz = 2,14 MHz und  $(10,7 - 4 \times 2,14)$  MHz = 2,14 MHz enthält. Im Falle der Synchronisation weisen diese Differenzströme je nach der Frequenzabweichung der ZF vom Mittelwert 10,7 MHz gegenüber dem Oszillatorkreisstrom eine Phasenverschiebung auf, was einer Kreisverstimmung gleichkommt. Sie halten auf diese Weise die Synchronisation aufrecht, sodass der Synchro-Oszillator stets genau auf 1/5 der ZF schwingt und die Frequenzmodulation daher entsprechend mit 1/5 des ursprünglichen Frequenzhubes mitmacht. Da die Oszillatoramplitude (etwa 15 V am Gitter) durch die Amplitude der ZF von 2 V in ihrem Wert nicht beeinflusst wird, ist sie weitgehend frei von Amplitudenmodulation, sodass (in Verbindung mit der zweifachen Gitterstrombegrenzung und mit der Anodenspannungsbegrenzung der Heptode ECH 81) eine optimale Amplitudenbegrenzung erzielt wird.“

#### Mitnahmebereich

„Der Mitnahmebereich des Synchro-Oszillators ist von dem im Oszillatorkreis zur Anwendung kommenden Werten abhängig und vom Verhältnis der Synchronisier-Amplitude zur Oszillatoramplitude. Da die Synchronisier-Amplitude einen Spannungswert von 2 V nicht überschreiten kann und da außerdem auch die Oszillator-Amplitude festliegt, hat auch der maximale Mitnahmebereich einen festen Umfang von etwa 350 kHz (bezogen auf die ZF).“

#### Die durch die Synchro-Detektor-Schaltung erzielbare Trennschärfe

„Die erzielbare Trennschärfe ist bei Anwendung der Synchro-Detektorschaltung theoretisch unbegrenzt hoch, weil der Synchro-Oszillator außerhalb des Mitnahmebereichs nicht anspricht. Praktisch liegt das Problem darin, die Unterdrückung eines aufgenommenen schwachen Signals durch ein benachbartes starkes Signal in den letzten ZF-Stufen bzw. im Begrenzer (Heptode ECH 81) infolge Übersteuerung bzw. infolge von Selbstregelung klein zu halten. Durch die Synchro-Detektor-Schaltung allein kann eine Trennschärfeverbesserung von 1 : 100 bis 1 : 1000 ... erreicht werden. Außerdem ist es möglich, die Trennschärfe des ZF-Verstärkers ohne Rücksicht auf die Bandbreite erheblich zu steigern, da die hiermit verbundenen Amplitudenverzerrungen dank der guten Begrenzerwirkung ... nicht in Erscheinung treten können. Es ist daher möglich, eine Gesamttrennschärfe von 1 : 5000 bis 1 : 20.000 zu erreichen.“

## Gleichwellenselektion

„Die Synchro-Detektor-Schaltung macht es möglich, auch zwei Sender auf gleicher Welle mit einem Störabstand von etwa 30 dB zu trennen, sobald das eine Signal eine um etwa 30 —50 % größere Amplitude hat, weil bei dieser Schaltung die Synchronisation stets durch das größere Signal erfolgt.“ Es kann sich bei einem Oszillator immer nur eine Frequenz erregen, für die die günstigeren Bedingungen bestehen .[2.2]

## Demodulation

Nach der ungewöhnlich wirksamen Amplitudenbegrenzung durch zweifache Gitterstrombegrenzung, durch die Anodenspannungsbegrenzung und vor allem dadurch, dass der Synchro-Oszillator eine vom Eingangssignal praktische unabhängige Spannung liefert, ist eine Begrenzung im Demodulator - beispielsweise durch einen Ratiodetektor - nicht erforderlich und nicht sinnvoll; es kann ein einfacher Demodulator ohne Begrenzereigenschaften möglichst guter Linearität verwendet werden.

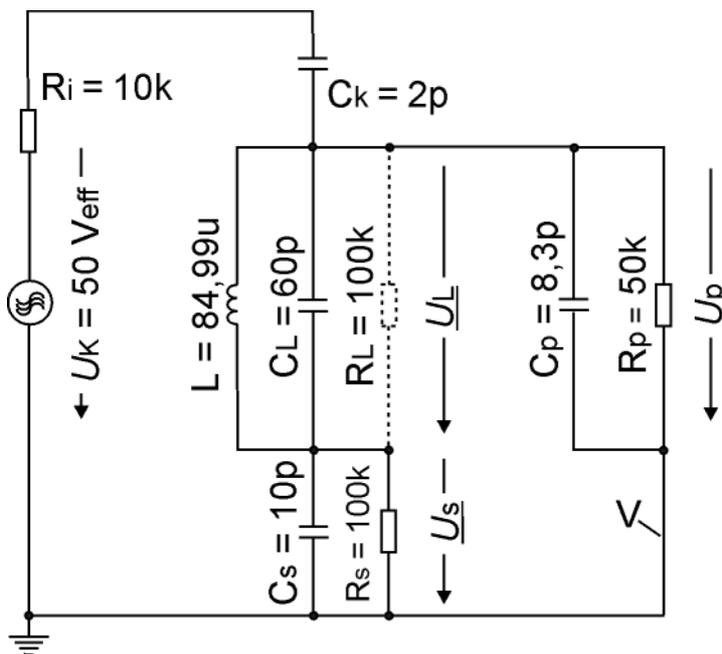


Bild 2.2: Prinzip des Diskriminators.

In Bild 2.2 liegt parallel zur Induktivität L die Parallelkapazität  $C_L$ ; in Reihe zu diesem Parallelschwingkreise liegt die Serienkapazität  $C_s$ , parallel zu der Reihenschaltung  $L/C_L$  und  $C_s$  liegt die Parallelkapazität  $C_p$ . Es handelt sich hier um die Kombination der Induktivität L mit den Kapazitäten  $C_L$ ,  $C_s$  und  $C_p$ . Eine solche Anordnung aus Blindwiderständen – 1 Induktivität,

Die Demodulation erfolgt durch Resonanzkreise mit der Induktivität L und durch die beiden niederohmigen Dioden der EABC 80. Die Wirkungsweise des Diskriminators ist aus dem Originalschaltplan nur schwer zu verstehen, weil hier zwei für die Funktion unbedingt erforderliche Kapazitäten nicht eingezeichnet sind: die Kapazität der beiden Dioden mit ihren Schaltkapazitäten. Anhand von Bild 2.2 soll die Wirkungsweise erklärt werden.

3 Kapazitäten – hat drei Resonanzfrequenzen: eine Parallelresonanz, bei der die Resonanzfrequenz durch die Parallelkapazität  $C_L$  bestimmt ist, eine Serienresonanz infolge der Kapazität  $C_s$  und eine zweite Parallelresonanz infolge der Kapazität  $C_p$ . Die Verluste des Parallelkreises  $L/C_L$  werden durch den Widerstand  $R_L = 100 \text{ k}\Omega$  (geschätzt) repräsentiert, parallel zu  $C_s$  bzw.  $C_p$  liegen die Widerstände  $R_s = 100 \text{ k}\Omega$  bzw.  $R_p = 50 \text{ k}\Omega$  entsprechend dem Körting-Schaltbild. Anstelle des Synchro-Oszillatorkreises  $K$  wird das System durch einen HF-Generator mit  $50 \text{ V}_{\text{eff}}$  Ausgangsspannung (entsprechend der Amplitude des Synchro-Oszillators im Anodenkreis) mit dem Innenwiderstand  $R_i = 10 \text{ k}\Omega$  über  $2 \text{ pF}$  angeregt. Die Kapazität der Diode  $d_{III}$  der EABC 80 ist größer als die der Diode  $d_{II}$ ; die in Bild 2.2 angegebenen Kapazitäten  $C_s$  und  $C_p$  entsprechen den Werten des untersuchten Gerätes.

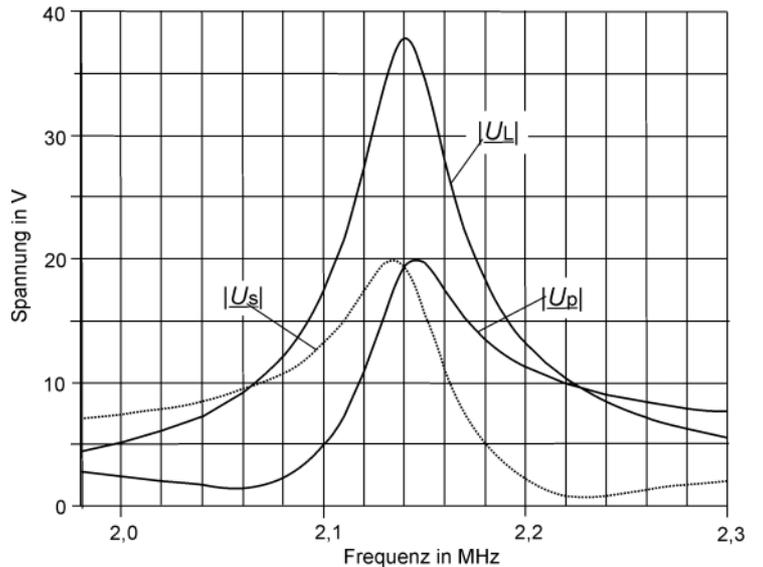


Bild 2.3: Berechnete Beträge der Synchro-Oszillator-Spannungen am Modell des Diskriminators nach Bild 2.2.

Die Beträge der Spannungen  $U_L$ ,  $U_s$  und  $U_p$  wurden mit den Werten von Bild 2.2 berechnet und sind in Bild 2.3 für den Frequenzbereich 1,98 MHz bis 2,3 MHz dargestellt. Man erkennt die Resonanz des Kreises  $L/C_L$  bei 2,14 MHz, die Serienresonanz unterhalb 2,14 MHz der Spannung  $U_s$  und die Parallelresonanz oberhalb 2,14 MHz der Spannung  $U_p$ . Die Höhen der Maxima der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$  werden durch die Widerstände  $R_i$ ,  $R_L$ ,  $R_s$  und  $R_p$  und  $C_s$  bzw.  $C_p$  bestimmt.

Bildet man rechnerisch die Differenz der Beträge der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$ , dann erhält man die S-Kurve von Bild 2.4 mit dem geradlinigen Verlauf symmetrisch zur Bandmittenfrequenz 2,14 MHz des Synchro-Oszillators.

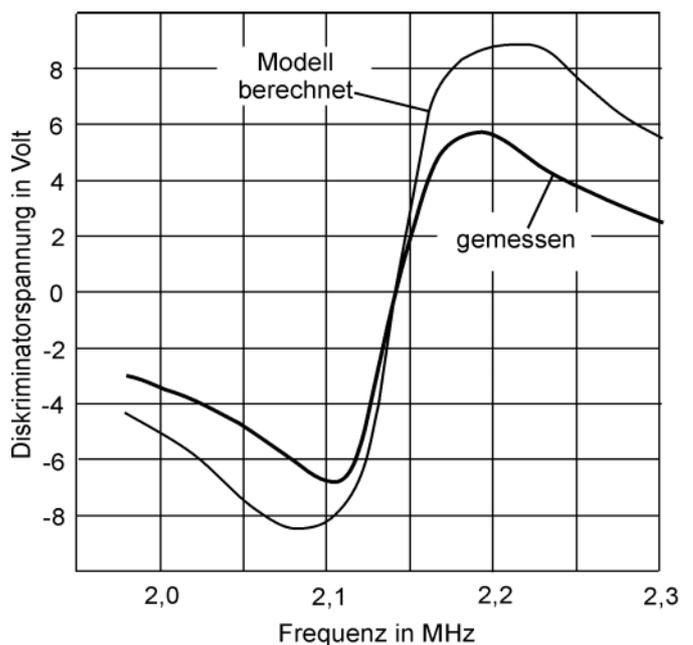


Bild 2.4: Diskriminatorspannung als Funktion der Frequenz.

Die Wirkungsweise der Schaltung entspricht damit genau der Wirkungsweise des Differenz- oder Gegentakt-Flanken-Diskriminators mit zwei gegeneinander verstimmt Kreisen, wie er für die Regelspannungserzeugung zur automatischen Scharfabstimmung [1.4 § 408] oder als Demodulator für FM-Signale [2.1] [2.4] benutzt wurde. Der wesentliche Unterschied besteht nur darin, dass nicht 2 Kreise mit großer Sorgfalt

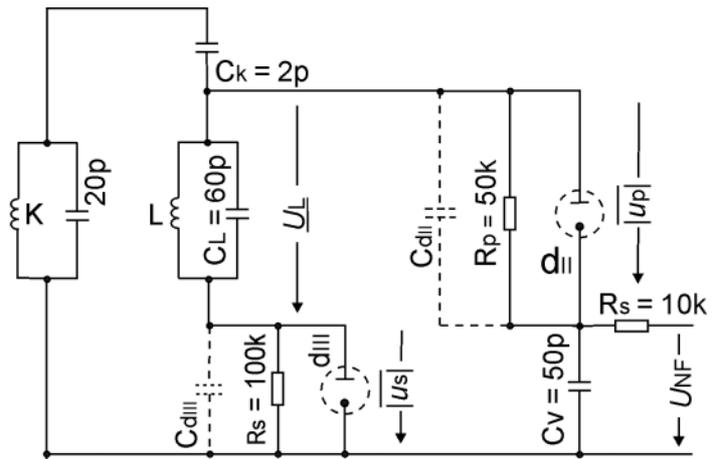


Bild 2.5: Diskriminator des Syntektor 55 W.

symmetrisch zur Bandmitte abgestimmt werden müssen, sondern nur ein Kreis. Die Frequenzdifferenz der Maxima der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$  ergibt sich automatisch durch Schaltungszwang aufgrund der Größe der Festkapazitäten  $C_L$ ,  $C_s$  und  $C_p$ .

Wie werden die Beträge der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$  und wie wird die Spannungsdifferenz gebildet? Die Antwort gibt Bild 2.5, das einen Ausschnitt der Schaltung von Bild 2.1 zeigt. Hier ist der Generator  $U_k$  mit dem Innenwiderstand  $R_i$  aus Bild 2.2 durch den Kreis  $K/20$  pF ersetzt, die Kapazitäten  $C_s$  und  $C_p$  von Bild 2.2 sind ersetzt durch die Diodenkapazitäten  $C_{dII}$  und  $C_{dIII}$  der EABC 80 einschließlich ihrer Schaltkapazitäten, und die ohmsche Verbindung  $V$  ist ersetzt durch die Kapazität  $C_v$ , die die Synchro-Oszillator-Frequenz brückt.

Grundlage der Funktion sind also die Dioden- und Schalt-Kapazitäten  $C_{dII}$  und  $C_{dIII}$ , die im normalen Schaltbild nicht dargestellt sind; ohne Kenntnis dieser Kapazitäten ist die Schaltung jedoch nicht zu verstehen! Interessanterweise ist in der Technischen Information [1.2] und in [2.3] die Funktion nicht korrekt dargestellt; in [1.2] heißt es: „Die 3. Diode der EABC 80 erhält ihre maximale Spannung unmittelbar vom Diskriminatorkreis ( $L/CL$  in Bild 2.5. Verf.), also auf der Resonanzfrequenz (Parallelresonanz) dieses Kreises.“

Der Betrag der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$  wird durch Gleichrichtung mit den Dioden  $d_{II}$  und  $d_{III}$ , den niederohmigen Dioden der EABC 80, gewonnen; die niederfrequente Spannungsdifferenz entsteht am Kondensator  $C_v = 50$  pF. Die S-förmige Diskriminatorkurve entsprechend Bild 2.4 kann am Kondensator  $C_v$  gemessen werden.

Jetzt wird auch die Bedeutung der Widerstände  $R_s$  und  $R_p$  klar! Eine symmetrische S-Kurve entsprechend Bild 2.4 erhält man nur, wenn die Maxima der Beträge der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$  gleich sind. Das ist jedoch bei gleichen, hochohmigen Widerständen nicht der Fall, wie die

Berechnung zeigt. Die Widerstände  $R_s = 100 \text{ k}\Omega$  und  $R_p = 50 \text{ k}\Omega$  sorgen für etwa gleich große Maxima (Bild 2.3).

Aus der Wirkungsweise der Schaltung ergibt sich auch die Abgleichvorschrift für den Diskriminator: die Induktivität  $L$  muss auf Spannungs-Null der Gleichspannung am Kondensator  $C_v$  getrimmt werden, wenn der Synchro-Oszillator auf genau 2,14 MHz schwingt.

In Bild 2.3 erkennt man, dass die Resonanzkurven der Spannungen  $U_s$  und  $U_p$  nicht symmetrisch sind; auf die Begründung soll hier verzichtet werden. Man erkennt weiter, dass die Resonanzkurve  $U_s$  auf der rechten Seite einen ausgeprägten linearen Teil hat, der gut zur Flankendemodulation [2.1] [2.4] verwendet werden könnte. Tatsächlich hat Körting bei den Neckermann-Geräten Standard-Syntektor und Luxus-Syntektor davon Gebrauch gemacht; anstelle der EABC 80 konnte deshalb hier eine sicher billigere EBC 41 (!) verwendet werden. Der Nachteil dieser Lösung: der Abgleich ist schwieriger! – FM-Diskriminatorschaltungen nach dem hier beschriebenen Prinzip mit einem Serien-/Parallel-Schwingkreis wurden später bei Fernsehempfängern und HiFi-Geräten Stand der Technik; es wurden auch spezielle Integrierte Schaltungen für dieses Diskriminatorprinzip entwickelt [2.3] [2.4].

### **Rauschsperr**

Aufgrund der fast vollständigen Amplitudenbegrenzung bei FM-Empfang und aufgrund der signalunabhängigen Amplitude des Synchro-Oszillators tritt die Rauschspannung (Empfängereingangsruschen) am Demodulator niederfrequenzseitig mit einem ganz bestimmten Wert auf, der vor allem von der Breite des Mitnahmebereichs des Oszillators und von der statistischen Verteilung der Phasenschwankungen abhängt. Diese sehr hohe niederfrequente Rauschspannung tritt immer dann in Erscheinung, wenn kein Signal aufgenommen wird. Da sie sehr störend ist, wird sie beim Syntektor 55 W bei gedrückter Taste „nah“ durch eine hohe Gittervorspannung der NF-Vorverstärkerröhre EF 89 unterdrückt.

Die Schaltung ist in Bild 2.6 dargestellt und soll kurz beschrieben werden. Die Regelspannung der rechten Diode der EBF 80 (Bild 2.1) wird dem Gitter der Triode der EM 85 zugeführt, die bei FM-Empfang als Verstärker für die Regelspannung verwendet wird. Der Katodenwiderstand der NF-Röhre EF 89 liegt über einen einstellbaren Spannungsteiler auf etwa 55 V, der Anodenwiderstand der Triode EM 85 ( $300 \text{ k}\Omega$  in Stellung „nah“) liegt am unteren Ende des Katodenwiderstandes der EF 89. Ist am Antenneneingang kein Signal, dann ist die Regelspannung klein, die Triode EM 85 ist leitend, und das Gitter der EF 89 wird negativ gegenüber der Katode, die EF 89 wird mehr oder weniger gesperrt. In dieser Stellung ist zwischen den Sendern praktisch kein Rauschen zu hören.

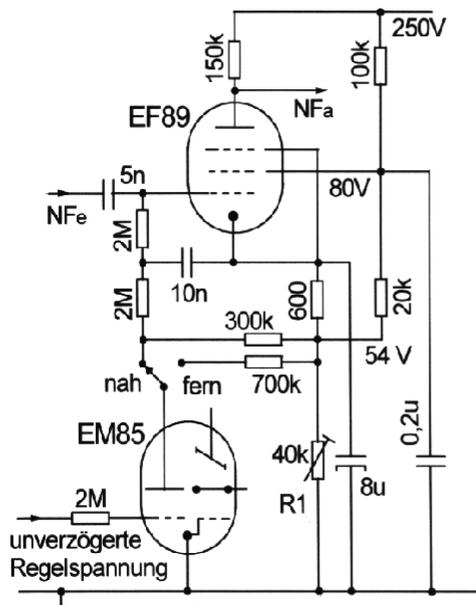


Bild 2.6: Prinzip der niederfrequenten Rauschsperr.

In der Stellung „fern“ ist die EM 85 unwirksam, Sender mit einer Antennenspannung von  $3 \mu\text{V}$  können sicher empfangen werden. In der Stellung „nah“ erfolgt der Übergang von Sperren auf Öffnen zwischen  $5 \mu\text{V}$  und  $15 \mu\text{V}$  [1.2]. Mit dem Potentiometer R1 kann der Schaltpegel der Rauschsperr eingestellt werden. „Das lästige Rauschen zwischen den Sendern wird durch die automatische Rauschsperr unterdrückt, deren Wirksamkeit durch Nah-/Fern-Tasten regelbar ist. Bei Nahempfang treten die Sender aus völliger Stille hervor“ [2.5].

## Abgleichanweisung für FM

Die Anordnung der Kerne und Trimmer zeigt Bild 1.4. Auch die Abgleichanweisung für FM ist [1.5] entnommen, wurde jedoch ebenso wie die Anweisung für AM nach den Erfahrungen des Verfassers überarbeitet, um auch ungeübteren Freunden der Funktechnik möglichst einfache und eindeutige Hilfe beim Abgleich zu geben. Insbesondere wird auch angegeben, wie der Kreis H abgestimmt werden kann, obwohl in der Abgleichanweisung gesagt wird, dass H im allgemeinen nicht abgeglichen werden muss. Heute, nach bald 50 Jahren, muss der Sammler damit rechnen, dass irgendwann einmal an allen Kernen mehr oder weniger fachmännisch gedreht worden ist.

### Vorbereitungen:

1. Der FM-Skalenzeiger muss bei ganz eingedrehtem FM-Drehkondensator mit der Marke am Skalenrand übereinstimmen.
2. Taste UK und Fern Taste drücken. R1 ganz nach links drehen (dann ist die Rauschsperr unwirksam).
3. Voltmeter 1 ( $R_i \geq 10 \text{ M}\Omega$ , Messbereich 10 V) über  $500 \text{ k}\Omega$  an die Regelspannung Messpunkt MP1 (Bild 2.1) legen.
4. Voltmeter 2 ( $R_i \geq 10 \text{ M}\Omega$ , mit +/--Anzeige oder Nullpunkt in der Mitte, Messbereich 25 V) über  $500 \text{ k}\Omega$  an MP2 (Bild 2.1, Diskriminator-Gleichspannung) legen.
5. Unmodulierten Messsender 10,7 MHz über 5 nF an das Gitter der EF 89 legen (Bild 2.1).
6. Die im folgenden genannte Reihenfolge unbedingt einhalten!

### ZF-Abgleich

1. Kerne in der Reihenfolge G, D, E und F auf Maximum von Voltmeter 1 stellen.
2. Kern J ganz herausdrehen.

3. Messsender auf Ausgangsspannung  $1 \text{ mV} < U_{\text{eff}} < 100 \text{ mV}$  einstellen, Maximum 10,7 MHz an Voltmeter 1 kontrollieren (Messender darf in der Frequenz auf keinen Fall „weglaufen“).
4. Kern K in die Synchronlücke einstellen. Diese ist daran erkenntlich, dass das Voltmeter 2 einen Wert anzeigt, der sich beim Drehen von Kern K um etwa 2 Umdrehungen nicht ändert. Der gesuchte Abgleichpunkt liegt in der Mitte. K steht jetzt ungefähr auf der Mitte des Mitnahmebereichs.
5. Kern L drehen, bis das Voltmeter  $\pm 0 \text{ V}$  anzeigt. Jetzt ist der Diskriminator auf 2,14 MHz eingestellt.
6. Röhre EBF 80 herausziehen, der Synchro-Oszillator schwingt jetzt frei und wird nicht synchronisiert; Messsender nicht ausschalten (Drift!). Voltmeter 2 schlägt jetzt wieder aus. Den Kern K wieder drehen, bis das Voltmeter wieder auf 0 V steht; der Synchro-Oszillator schwingt jetzt frei auf 2,14 MHz. Dann Kern J eindrehen, bis das Voltmeter wieder 0 V anzeigt (Das Voltmeter schlägt aus und geht dann wieder zurück; jetzt ist der Oszillator-Dämpfungskreis J auf 2,14 MHz eingestellt).
7. Kern J wieder etwas verstimmen auf ca. 0,5 bis 1 V an MP2.
8. Messsender über 5 nF an Gitter 1 der E(C)H 81 legen, 10,7 MHz kontrollieren. Messsender so weit aufdrehen, bis Voltmeter 2 wieder auf Null zurückgeht. Ausgangsspannung des Messsenders so weit reduzieren, bis Voltmeter 2 gerade wieder ausschlägt; Kern H nachstimmen, bis Voltmeter 2 wieder auf Null zurück geht. Ausgangsspannung des Messsenders wieder reduzieren, Kern H wieder nachstimmen usw., bis dass keine Verbesserung mehr erzielt wird. Jetzt ist der Kreis H auf 10,7 MHz abgestimmt.
9. Messsender von der ECH 81 abklemmen. Voltmeter 2 schlägt jetzt wieder etwas aus.
10. Kern J wieder auf Null von Voltmeter 2 zurückdrehen.
11. EBF 80 wieder einsetzen; Kern von BV 577 herausdrehen.
12. Messsender (10,7 MHz) mit einer Ausgangsspannung von max. 0,5 V an die UKW-Antennenbuchsen legen.
13. Erst Kern C, dann Kerne B und A auf Maximum von Voltmeter 1 einstellen.
14. Kern an BV 577 (10,7 MHz Sperrkreis) auf Minimum von Voltmeter 1 stellen.

#### **Abgleich der UKW-HF-Kreise**

1. Voltmeter 1 bleibt an Messpunkt MP1; UKW-Messsender (80 – 110 MHz) an die UKW-Antennenbuchse anschließen.
2. Skalenzeiger und Messsender auf 88,5 MHz, dann LO auf Maximum von Voltmeter 1. Dann Skalenzeiger auf 97,0 MHz und Messsender auf 97,0 MHz bzw. 105,0 MHz, wenn auf das heutige UKW-Band abgestimmt werden soll, und CO auf Maximum drehen. Wiederholen, bis sich keine Verbesserung mehr zeigt.
3. Skalenzeiger und Messsender auf 88,5 MHz, LZ auf Maximum. Dann Skalenzeiger auf 97,0 MHz und Messsender auf 97,0 MHz bzw. 105,0 MHz, wenn auf das heutige UKW-Band abgestimmt werden soll, und CZ auf Maximum. Wiederholen, bis sich keine Verbesserung mehr zeigt.

#### **Einpegeln der Rauschsperr**

1. Antennen abziehen, Taste UK und Nah-Taste drücken, Lautstärke-, Höhen- und Bass-Regler voll aufdrehen,
2. Rauschregler R1 so weit nach rechts drehen, bis das Rauschen fast verschwindet.

#### **Ergänzendes zur Synchro-Detektor-Schaltung**

Wie bereits erwähnt, war der Körting Syntektor 54 W die Sensation der Funkausstellung 1953. Der Mitnahmeoszillator wurde im Jahre 1952 als Patent angemeldet; das Schutzrecht wurde 1967, als die Syntektor-Serie längst nicht mehr gebaut wurde, unter DBP 977 600 erteilt [2.7]. Es

schützt nicht das Prinzip des Mitnahmeoszillators, der z.B. als Bradley- oder Locked-in-Oszillator bekannt war, sondern die spezielle Ausführungsform: Anspruch 1 ist dadurch gekennzeichnet, dass der Oszillator im überspannten Zustand arbeitet (bei positiver Gitterspannung ist die Anodenspannung kleiner als die Gitterspannung [2.2]), um die 4. und 6. Oberwelle zu betonen, um eine gute Amplitudenkonstanz zu erzielen und um eine wirksame additive Mischung für diese Oberwellen mit der ZF von 10,7 MHz zu gewährleisten. Anspruch 2 enthält die Reihenschaltung von Rückkopplungsspule und ZF-Kreis sowie die kapazitive Ankopplung des Diskriminators. Anspruch 3 schützt die Begrenzung der ZF-Synchronisierspannung auf einen im Verhältnis zur Oszillatorspannung maximalen Wert.

Das Rundfunk-Technische Institut in Nürnberg führte im Herbst 1953 Vergleichsmessungen zwischen Empfängern mit Ratio-Detektor und dem Körting Syntektor durch [2.6], die in [2.3] veröffentlicht wurden und die die Überlegenheit der Synchro-Detektor-Schaltung bezüglich Gleichkanalselektion, Nachbarkanalselektion und Gleichkanalstörung bestätigten. „Seine Trennschärfe war so ungewöhnlich gut, dass sich eine süddeutsche ARD-Anstalt eine größere Anzahl (Körting Syntektor, Verf.) anschaffte, um sie an Stelle der bisher benutzten kommerziellen Überwachungsempfänger einzusetzen“ [1.1].

## Literatur

- [2.1] *Richter, H.*: UKW-Technik und Frequenzmodulation. Funkschau-Verlag. Stuttgart 1949
- [2.2] *Barkhausen, H.*: Elektronen-Röhren. 3. Band. Rückkopplung. Hirzel Verlag. Leipzig 1949
- [2.3] *Moortgat-Pick, W.*: Die Synchro-Detektorschaltung jetzt in Hi-Fi-Geräten. 2 Teile. Funkschau 1970, Heft 12, 13
- [2.4] *Limann, O.*: Der „Ratio“ bekommt Konkurrenz. 4 Teile. Funkschau 1970, Hefte 12, 13, 14, 15
- [2.5] Körting Radio. Prospekt: Royal Syntektor, 430 W GROSS-SUPER, 420 W. Sch&S 7.54 15/85
- [2.6] Rundfunk-Technisches Institut G.m.b.H., Nürnberg: Brief HF/Dr.Gr/D. vom 24.11.1953 an Körting-Radio Werke GmbH, Grassau, Herrn *Moortgat-Pick*, mit Anlagen (Vergleichsmessungen zwischen Empfängern mit Ratio-Detektor und Syntektor-Empfänger vom 23.11.1953)
- [2.7] DBP Nr. 977 600. Anmeldung: 24.12.1952, erteilt am 24.05.1967. Patentinhaber: Körting Radio Werke G.m.b.H., Grassau. Erfinder: Dipl.-Phys. *Waldemar Moortgat-Pick*, *Hans Wiesner*
- [2.8] *Tetzner, K.*: Die Synchro-Detektor-Schaltung. RADIO-MAGAZIN mit FERNSEH-MAGAZIN, Nr. 9 1953, S. 302 u. 306