

Die interessante Schaltung:

Körting Royal-Syntektor 55 W

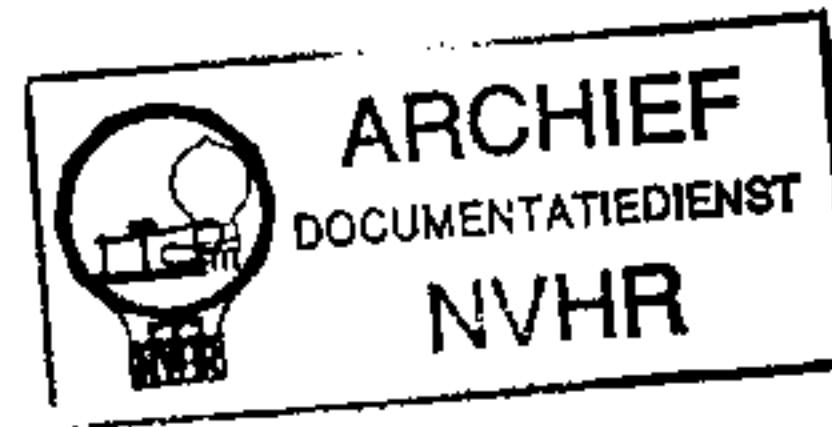
Teil 1: AM-Empfangsteil

Hermann Freudenberg, Netphen; GFGF

Erschienen in FUNKGESCHICHTE Nr. 141 (2002)

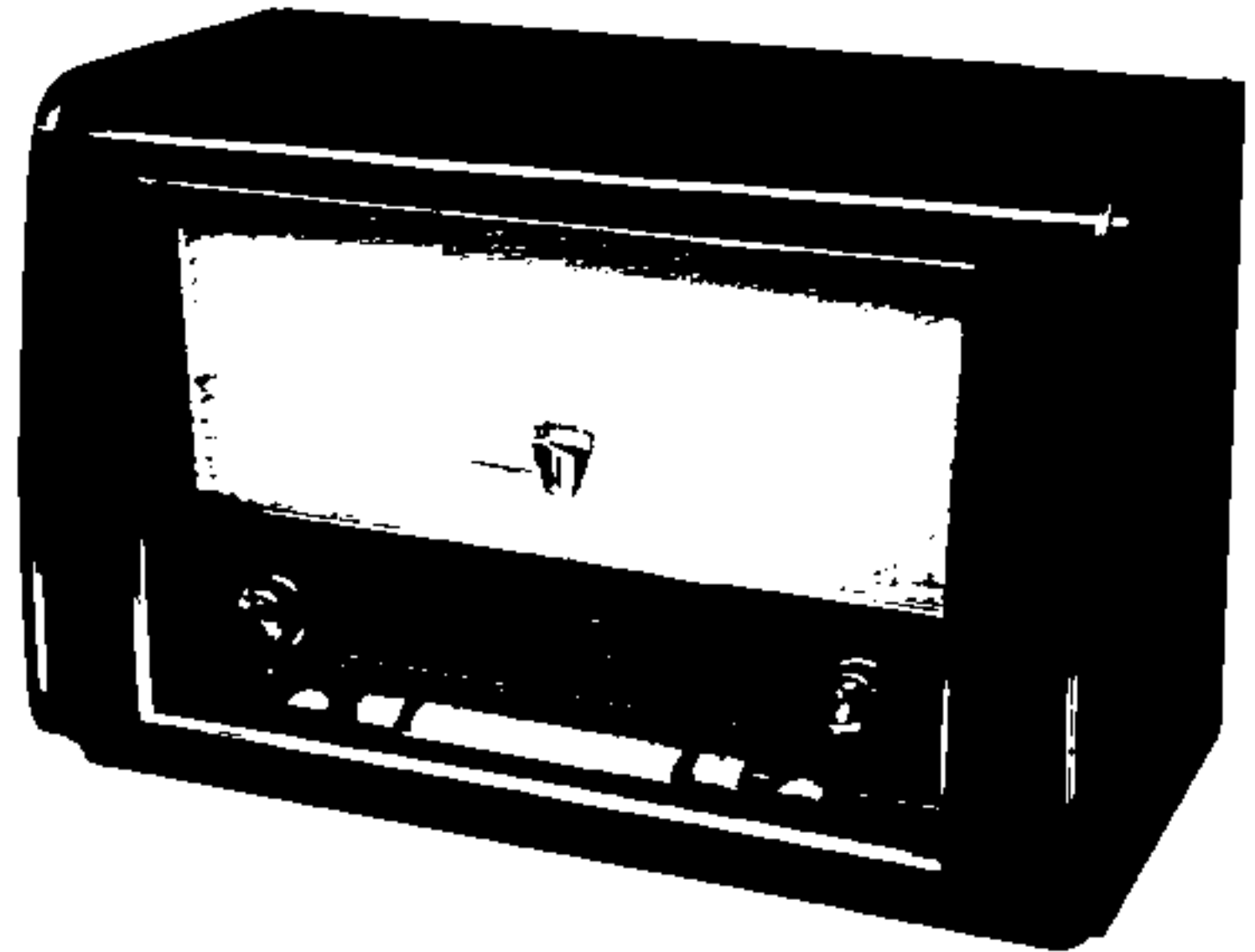
Von *Hermann Freudenberg* im März 2002 bearbeitet

Ned. Ver. v. Historie v/d Radio



Nachdem die Firma Dietz und Ritter im März 1948 von der sowjetischen Besatzungsmacht enteignet worden war, konnte *Oswald Ritter* 1952 in Grassau am Chiemsee die Fertigung wieder in professioneller Umgebung aufbauen. Trotz finanzieller Probleme blieb Körting seiner Tradition treu und konnte schon bald wieder mit neuen und – wie man heute sagt – innovativen Entwicklungen die Fachwelt überraschen [1.1].

1953 war das UKW-Sendernetz bei weitem nicht so dicht wie heute, die einzelnen Rundfunkanstalten strahlten nicht fünf, sondern nur ein UKW-Programm aus, Hörfunk hatte noch einen großen Unterhaltungswert, denn das „Deutsche Fernsehen“ wurde erst in diesem Jahr als Zusammenschluss der westdeutschen Rundfunkanstalten gebildet, AM-Empfang hatte noch seine Bedeutung für den interessierten Hörer.



Deshalb war ein hochwertiger

Empfänger wie der Körting Syntektor 54 W die Sensation der Funkausstellung 1953 in Düsseldorf. 1954 erschien der verbesserte 55 W; die Syntektor-Reihe wurde dann in den Jahren 1955/56 unter dem Namen Neckermann fortgesetzt. Neben dem 54 W und dem 55 W erschienen die Typen 440 W, 640 W, 620 W, 621 W, 622 W, 630 W. Die Synchro-Detektorschaltung wurde von *Waldemar Moortgat-Pick* entwickelt [1.2].

Hier soll über interessante Schaltungseinzelheiten im Hochfrequenzteil des Syntektor 55 W berichtet werden, in Teil 1 über die Schaltung im AM-Bereich und in Teil 2 über den UKW-FM-Bereich. Da die Gesamtschaltung Bild 1.1 sehr unübersichtlich ist, sind die im AM-Bereich (MW-Normalantenne, Tag-Taste) bzw. im UKW-Bereich (Fern-Taste) wirksamen Schaltungen getrennt

gezeichnet (Bild 1.2 bzw. 2.1). Die Darstellung lehnt sich im Interesse der Verständlichkeit möglichst an die Funktion an. Bauelemente für die Spannungsversorgung, z.B. zur Erzeugung der Schirmgitterspannung, und Schaltkontakte sind weitgehend weggelassen.

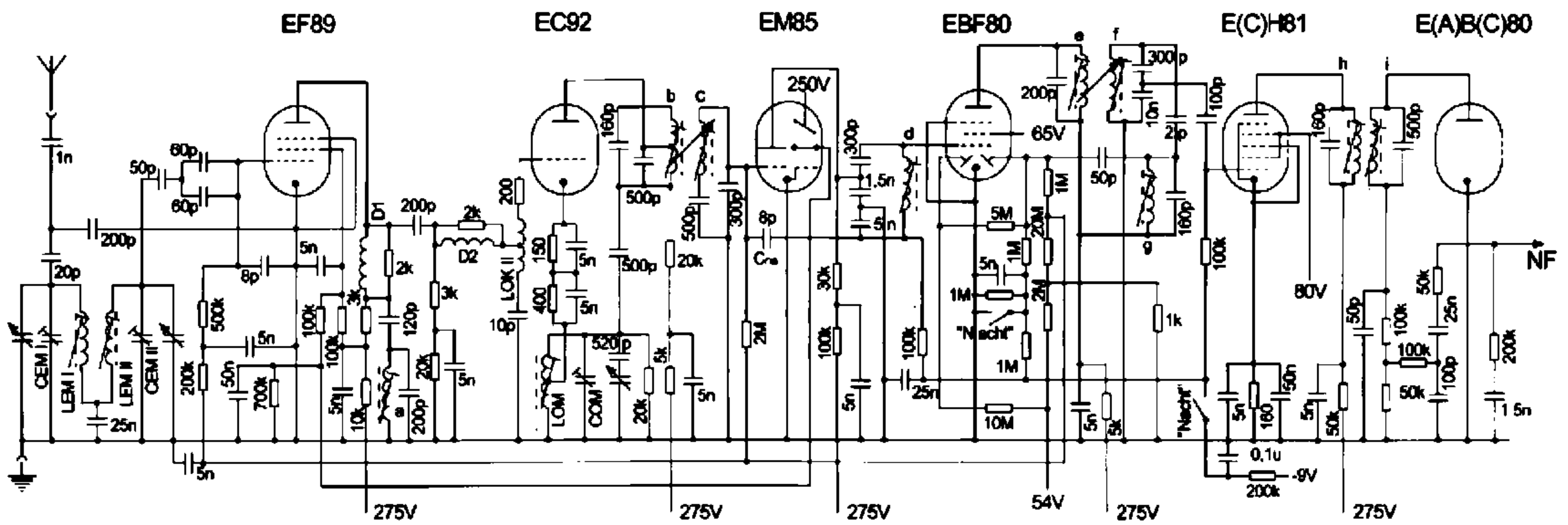


Bild 1.2: Schaltung von HF-Verstärker, Mischstufe, ZF-Verstärker und Demodulator für den MW-Bereich

Da die Schaltungen vom Üblichen z.T. erheblich abweichen und der Abgleich nicht routinemäßig erfolgen kann, auch nicht mit Wobbler, wird der Vorgang genau beschrieben; es wäre zu schade, wenn der Besitzer eines Körting Syntektor nicht in den vollen Genuss der Leistung dieser Geräteserie käme, weil der Abgleich falsch oder mangelhaft ist. Ich selbst besitze einen hervorragend erhaltenen 55 W, der jedoch völlig „verglichen“ war, dessen Abgleichkerne z.T. abgebrochen und mit Kerzenwachs dick verkleistert waren. – Bei der Überprüfung der Bauelemente zeigte sich, dass die Isolationswiderstände aller braunen ERO-Kondensatoren sehr schlecht geworden waren. Die Kondensatoren wurden ausgetauscht. Alle anderen Bauelemente waren in Ordnung bis auf die EM 85, die ihr Augenlicht verloren hatte.

Nach dem Abgleich entsprechend den Anweisungen [1.6] wurde die von Körting versprochene Leistung wieder voll erreicht. Meine Tochter hatte so viel Freude an dem Gerät, dass der Vater nicht anders konnte: er musste ihr das schöne Stück schenken, jedoch nicht, ohne vorher diesen Aufsatz für die FUNKGESCHICHTE zu schreiben.

Die Besonderheiten des AM-Empfangsteils

Der AM-Empfangsteil unterscheidet sich von üblichen Superhetchaltungen im wesentlichen durch folgende Eigenschaften:

- EF 89: die unverzögert geregelte HF-Vorstufe ist gleichzeitig Steuerstufe für die Abstimmmanzeige

- EC 92: selbstschwingende additive Mischstufe für AM
- 3 ZF-Verstärkerstufen, 1 ZF-Zweikreisbandfilter + 2 ZF-Dreikreisbandfilter
- EM 85: Die Triode wird als erster, rückwärts geregelter, neutralisierter ZF-Verstärker benutzt
- EBF 80: Tag-/Nachtumschaltung des zweiten, rückwärts geregelten ZF-Verstärkers
- Ein ZF-Kreis nur für Abstimmmanzeige und Regelspannungserzeugung
- E(C)H 81: Tag-/Nachtumschaltung des dritten, vorwärts geregelten HF-Verstärkers

Im folgenden soll die Schaltung für den MW-Bereich (Bild 1.2) beschrieben werden; auf Besonderheiten für die anderen AM-Bereiche wird gegebenenfalls hingewiesen.

Die AM-Vor- und Mischstufe

Die Antenne ist kapazitiv an das fußpunktgekoppelte Eingangsbandfilter angekoppelt (in den KW-Bereichen induktive Kopplung an Einzelkreise). Die Ankopplung an das Gitter der EF 89 erfolgt symmetrisch über den Gitterkreis des ersten FM-Bandfilters; dadurch entsteht bei AM die Anordnung der Kapazitäten 50 pF, 60 pF, 60 pF, 8 pF an Gitter 1 der EF 89, auf die bei der Beschreibung der FM-Funktionen näher eingegangen wird. Die unverzögerte Regelspannung wird dem Gitter über Widerstände zugeführt. Im Anodenkreis der Vorstufe EF 89 liegt ein Breitbandfilter mit den Induktivitäten a, D1 und D2. a bildet mit den Kapazitäten 120 pF bzw. 200

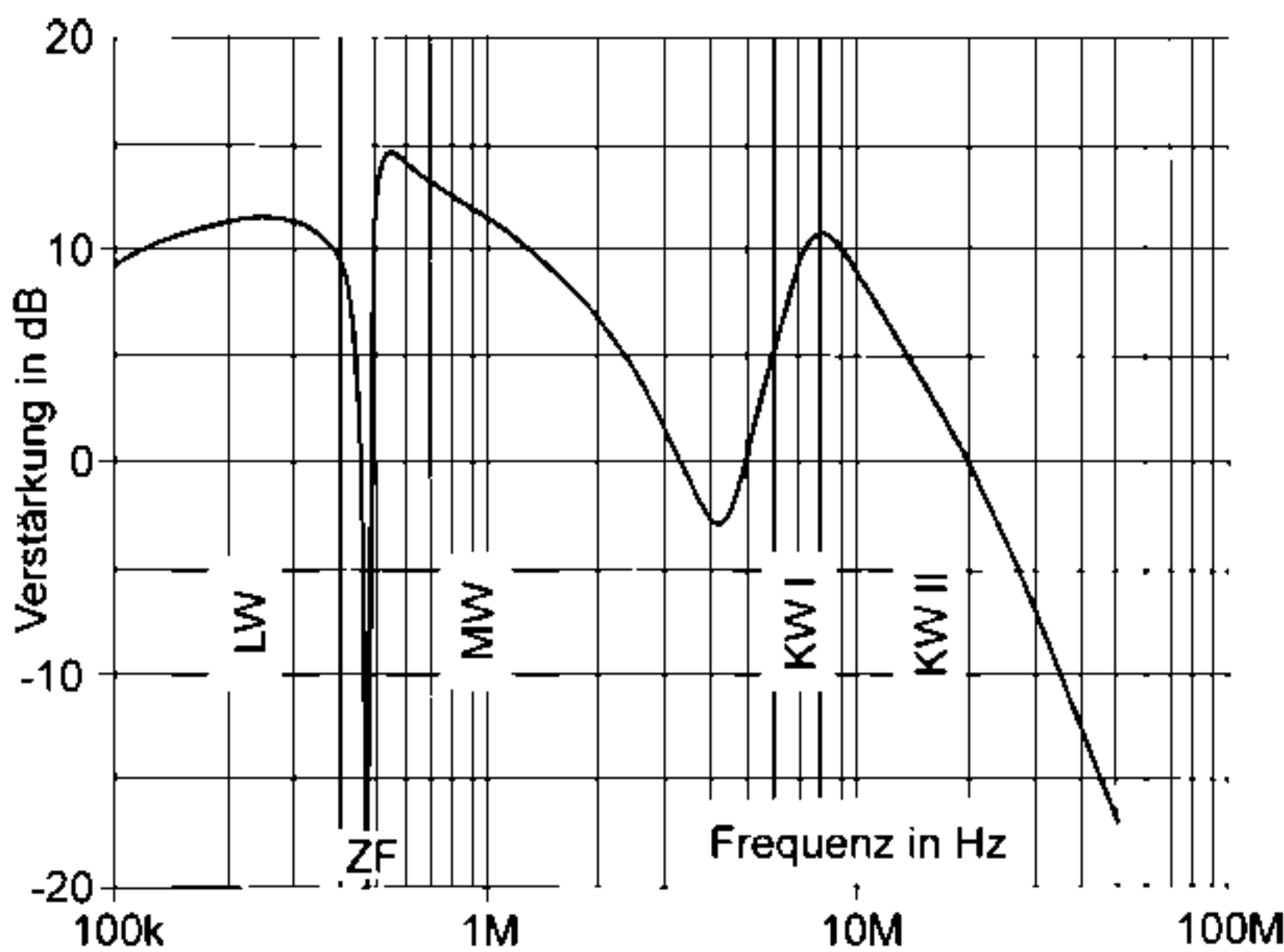


Bild 1.3: Frequenzgang des HF-Breitbandverstärkers mit EF 89.

pF einen Serien-Parallel-Resonanzkreis, der bei Serienresonanz als Saugkreis auf die Zwischenfrequenz $ZF = 472 \text{ kHz}$ abgestimmt wird; die Parallelresonanz liegt dann durch die Festkapazitäten bei etwa 550 kHz am Anfang des MW-Bandes. Bild 1.3 zeigt den Frequenzgang der Verstärkung des Breitbandverstärkers mit EF 89.

Die folgende Triode EC 92 arbeitet als selbstschwingende additive Mischstufe in Gitterbasisschaltung mit Katoden-

rückkopplung; das Breitbandfilter ist an das Gitter der EC 92 gekoppelt, das keine Oszillatorspannung führt. - Nur im Bereich KW II arbeitet der Oszillator in *Meißner*-Schaltung mit Einkopplung der HF an der Mittelanzapfung der Rückkopplungsspule. - Der Vorteil der additiven Mischung liegt in der höheren Rauschfreiheit bei Kurzwellenempfang. Der Nachteil der größeren Gefahr von Pseudointerferenzen bei MW und LW wird durch das Eingangsbandfilter vermieden [1.3]; bei Empfang mit Ferritantenne wird jedoch nur ein Einzelkreis verwendet! Die Ferritantenne ist nur bei Mittelwelle wirksam.

Im Anodenkreis der EC 92 liegt der erste Kreis b des 1. ZF-Bandfilters mit der Spule b, das kapazitiv und induktiv an den niedrigen Innenwiderstand der Triode angepasst und in seinem Fußpunkt kapazitiv über 500 pF an den Oszillatorkreis der Katode angekoppelt ist. Wie beim ZF-Saugkreis a wird auch bei b von dem Prinzip der Serien-/Parallelresonanz Gebrauch gemacht.

Erster ZF-Verstärker mit EM 85

Als erster, geregelter (!) ZF-Verstärker wird der Triodenteil der Abstimmanzeigeröhre EM 85 verwendet. Dabei gilt es, zwei Probleme zu lösen: einmal müssen die Gitter- und Anodenleitungen wegen der großen Entfernung zu den Filterbechern abgeschirmt, zweitens muss der Verstärker neutralisiert werden; außerdem ist der niedrige Innenwiderstand der Röhre an das Filter d anzupassen.

Der Einfluss der abgeschirmten Gitterzuleitung auf den Kreis c wird dadurch herabgesetzt, dass die Kreiskapazität auf die beiden Kapazitäten 500 pF und 300 pF aufgeteilt ist; die abgeschirmte Leitung zum Gitter liegt parallel zu den 300 pF. Im Anodenkreis erfolgt die Anpassung des Röhreninnenwiderstandes an den Kreis d kapazitiv über die Kapazitäten 300 pF und 1,5 nF; die abgeschirmte Anodenleitung liegt parallel der großen Kapazität 1,5 nF, ihr Einfluss ist entsprechend klein. Über die Kapazität 5 nF des Kreises d wird eine kleine gegenphasige Spannung gewonnen, die über 8 pF zur Neutralisation dem Gitter der EM 85 zugeführt wird.

Durch die Gitteranodenkapazität und durch die Neutralisation ist der Kreis c mit d außer durch die Röhrenverstärkung auch kapazitiv gekoppelt. Die Gitteranodenkapazität der EM 85 (aus den Größen der Bauelemente berechnet zu $C_{ag} = 2,53 \text{ pF}$) und die Neutralisationskapazität von 8 pF liegen parallel zum zweiten Bandfilterkreis mit der Induktivität c. Deshalb ist die Abgleichfolge der Kreise b, d, c unbedingt einzuhalten. Körting spricht bei dieser Anordnung sogar von einem Dreikreisbandfilter [1.3]. Die magnetische Kopplung der Filter b und c ist zusammen mit dem Höhenregler durch Veränderung des Abstandes einstellbar. – Bei nicht einwandfreier Neutralisation wird die Durchlasskurve des Filters b-c-d unsymmetrisch [1.4]; eine Korrektur der Neutralisation ist jedoch nicht vorgesehen.

Über den Widerstand $2\text{ M}\Omega$ wird dem Gitter der EM 85 die unverzögerte Regelspannung zugeführt.

Die Steuerung der Abstimmmanzeige der EM 85 erfolgt sowohl bei AM wie bei FM über das Schirmgitter des geregelten HF-Verstärkers EF 89 an den Steuerstegen und nicht durch das Triodensystem.

Die EM 85, bei der die Steuerstege und die Anode der Triode getrennt an die Sockelstifte geführt sind, ist nur noch schwer erhältlich; hier kann anstelle der EM 85 auch eine EM 87, die i.a. leichter zu beschaffen ist, verwendet werden.

Zweiter ZF-Verstärker und Regelspannungserzeugung mit EBF 80

Der ZF-Kreis d steuert Gitter 1 der Röhre EBF 80. Im Anodenkreis liegt das einseitig veränderliche ZF-Dreikreisbandfilter e, f und g. g ist kapazitiv über 2 pF an f gekoppelt; die Kopplung zwischen e und f erfolgt magnetisch und ist ebenfalls zusammen mit dem Höhenregler in der Kopplung veränderbar. Von Kreis g gelangt die ZF zur Regelspannungsdiode der EBF 80. An Kreis f erfolgt eine kapazitive Spannungsteilung der ZF-Spannung im Verhältnis 1:33.

Während die ZF-Spannung zur weiteren ZF-Verstärkung dem mittleren Kreis f entnommen wird, erfolgt die Regelspannungserzeugung durch die Spannung am dritten Kreis g des Dreifachbandfilters e-f-g. Dadurch wird erreicht, dass die Spannung in Bandmitte unabhängig von der Bandbreiteneinstellung immer ein Maximum hat. Somit sind Abstimmmanzeige und Regelspannung stets eindeutig.

Die an der rechten Diode der EBF 80 gewonnene Regelspannung wird in voller Höhe dem HF-Verstärker EF 89 und der Triode der EM 85 zugeführt; über einen Spannungsteiler $1\text{ M}\Omega/1\text{ M}\Omega$ erfolgt die Regelung der EBF 80 mit halber Regelspannung. Dadurch ist die Regelschärfe der HF-Stufe und der ersten ZF-Stufe höher ist als die der folgenden ZF-Stufen, um Übersteuerungen und damit Verzerrungen zu vermeiden [1.4 § 352].

Dritter ZF-Verstärker mit E(C)H 81 und Demodulator

Die im Verhältnis 1:33 geteilte ZF-Spannung von Kreis f steuert das Gitter des dritten ZF-Verstärkers E(C)H 81. Die Spannungsteilung ist notwendig, weil andernfalls die ZF-Verstärkung viel zu hoch wäre. Das Heptodensystem erhält die gleiche halbe Regelspannung wie die EBF 80. Dadurch ist die dritte ZF-Verstärkerröhre vorwärts geregelt und eine Vorwärtsregelung im NF-

Verstärker mit dem damit verbundenen höheren Klirrgrad wird vermieden. Die Regelkennlinie ist weitgehend horizontal [1.3].

Im Anodenkreis der Heptode E(C)H 81 liegt das Breitbandfilter h-i; die ZF von Kreis i wird an der ersten Diode der EABC 80 demoduliert. Da die Kreise h und i überkritisch gekoppelt sind, darf der Abgleich des einen Kreises nur bei Bedämpfung (10 kΩ / 20 nF) des jeweils anderen Kreises erfolgen (s. Abgleichanweisung).

Tag-/Nacht-Taste

„Wird die Nachttaste gedrückt, so werden die rückwärts geregelte 2. ZF-Stufe (EBF 80) und die vorwärts geregelte 3. ZF-Stufe (Heptode ECH 81) von der automatischen Regelung getrennt und erhalten an ihrer Stelle eine feste Vorspannung von etwa -9 V, um die Empfindlichkeit des Gerätes den beim Abendempfang gegebenen hohen Senderfeldstärken anzupassen.

Diese Schaltungsmaßnahmen ergeben den besonderen Vorteil, dass beim Empfang von Sendern mit Selektivschwund die während der Schwundperiode auftretenden Verzerrungen wesentlich schwächer in Erscheinung treten. ... Es ist ... bei dieser Schaltungsmaßnahme wesentlich, dass sowohl die Empfindlichkeit herabgesetzt als auch die Regelkurve gekippt wird (vor allem durch die Abschaltung der Vorwärtsregelung). Die früher bekannten Orts-Fern-Schalter haben mit der Arbeitsweise ... des Tag-Nacht-Schalters nichts zu tun. Sie dienten lediglich zur Vermeidung einer Übersteuerung" [1.3].

Abgleichanweisung für AM

Die Anordnung der Kerne und Trimmer zeigt Bild 1.4. Die Abgleichanweisung für AM ist [1.6] entnommen, wurde jedoch nach den Erfahrungen des Verfassers überarbeitet, um auch ungeübteren Freunden der Funktechnik möglichst eindeutige Hilfe beim Abgleich zu geben.

Vorbereitungen:

1. Lautstärkereglern ganz aufdrehen. Höhenregler ganz nach links drehen und Bässe ganz wegnehmen.

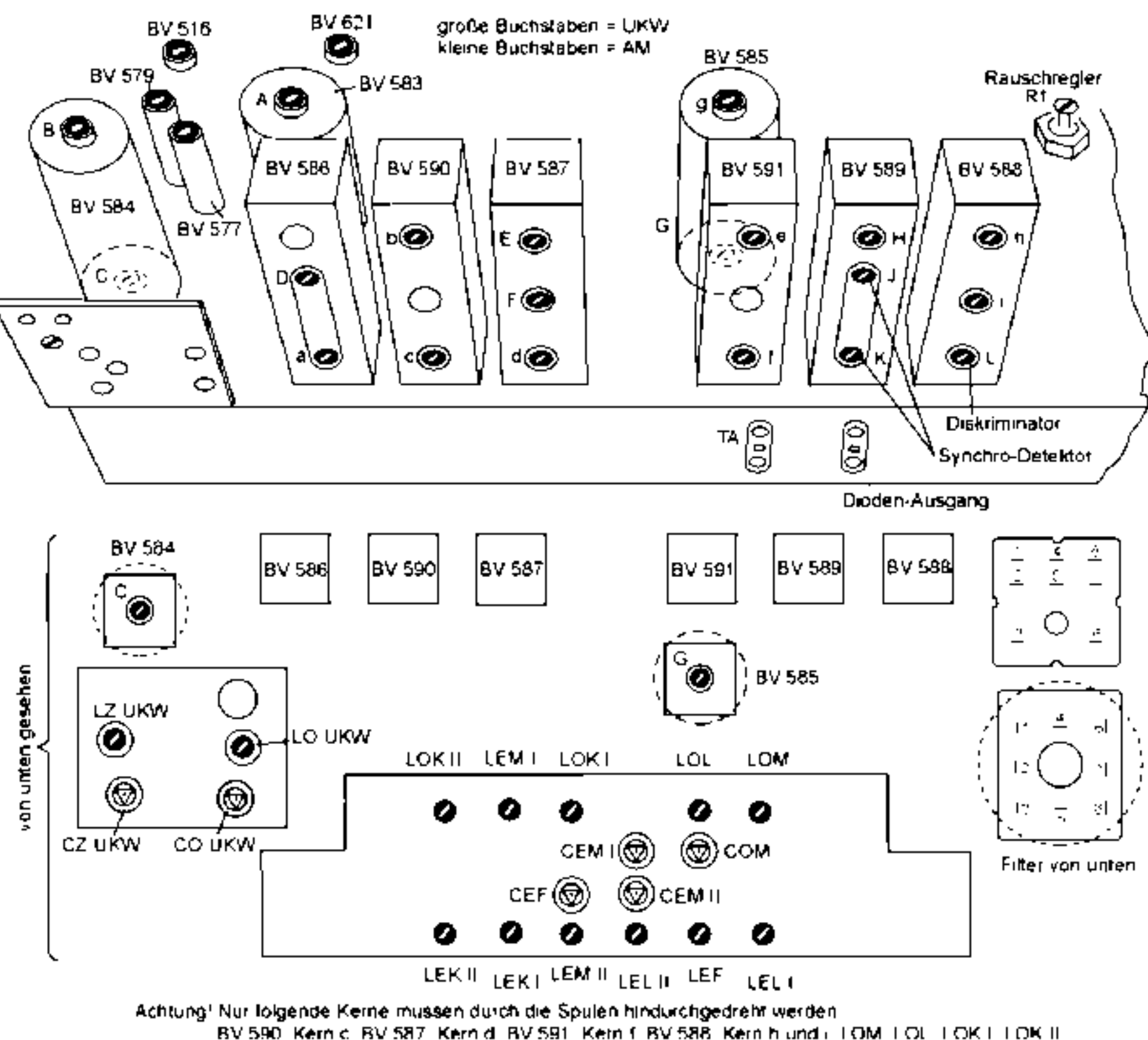


Bild 1.4: Anordnung der Filter und Abgleich Elemente

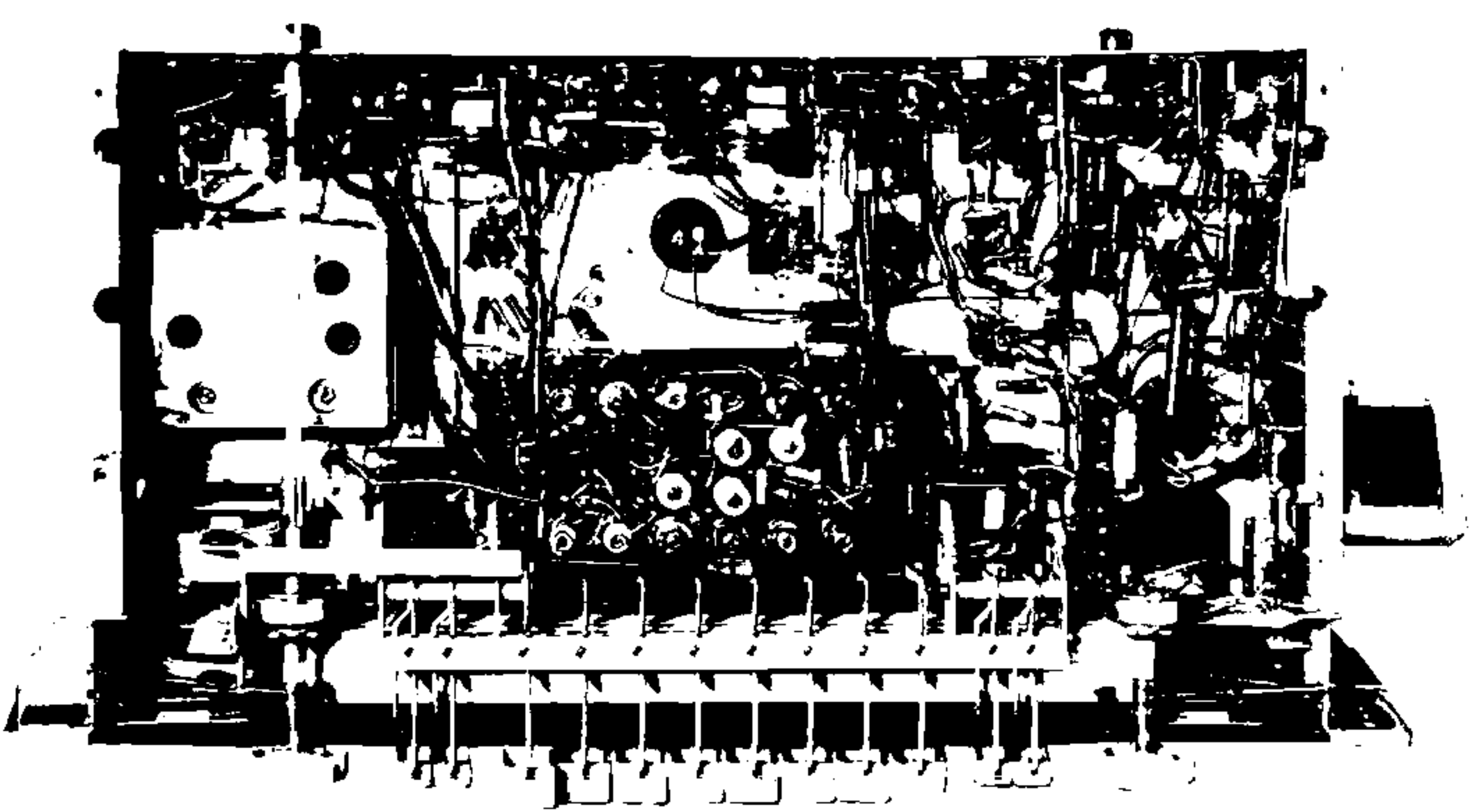


Bild 1.5: Chassisansicht von unten.

2. Ausgangsspannungsmesser an die Buchsen für den Anschluss eines zusätzlichen Lautsprechers anschließen.
3. UKW- und AM-Antennen gegebenenfalls abziehen.
4. Der AM-Skalenzeiger muss bei ganz eingedrehtem AM-Drehkondensator mit der Marke am Skalenrand übereinstimmen.
5. Erdleitung des Messsenders an die Erdbuchse des Empfängers anschließen.
6. Beim Abgleich müssen folgende Kerne *durch die Spulen hindurchgedreht* werden:
 Im ZF-Teil die Kerne c, d, f, h, i, im HF-Teil die Kerne LOL, LOM, LOK I, LOK II.

Abgleich der AM-ZF-Übertrager (ZF = 472 kHz)

1. Die im folgenden genannte Reihenfolge *unbedingt* einhalten!
2. Tasten „M Normalantenne“ und „Tag“ drücken. AM-modulierten Messsender ($R_i < 200\Omega$, $f = 472\text{ kHz}$) an die AM-Antennenbuchse anschließen. Auf der Achse für den Höhenregler Kupplung für den Antrieb der Bandbreitenverstellung skalenseitig lösen und die veränderlichen Bandfilter b-c und e-f ganz auseinander fahren.
3. Kern a (ZF-Saugkreis) ganz heraus drehen.
4. Zum *groben* Abgleich die Kerne b, c, d, e, f, h, und i nacheinander auf Maximumanzeige am Ausgangsspannungsmesser einstellen. *Nur* den Kern g auf *größten Ausschlag der EM 85* drehen.
5. Den Messsender über 5nF an das Gitter der EC 92 anschließen, Drucktaste „KII“ drücken
6. Zum *genauen* Abgleich sind nacheinander die folgenden Einstellungen vorzunehmen:
 - Kreis i mit 10 k Ω in Reihe mit 20nF bedämpfen (zwischen Diode 1 der EABC 80 und Anschlusspunkt 7 des Filters BV 588 (s. Bild 1.4)), Kern h auf Maximum („auf Maximum“ bedeutet: Maximumanzeige am Ausgangsspannungsmesser)
 - Kreis h mit 10 k Ω in Reihe mit 20nF bedämpfen (zwischen Anode der Heptode ECH 81 und Masse), Kern i auf Maximum
 - Kern f etwa 2 Umdrehungen in die Spule hineindreihen
 - Kern e auf Maximum

- Kern g auf *Maximum*anzeige der EM 85, Ausgangsspannung ändert sich nicht (Kreis g wirkt nur auf die Diode der EBF 80 zur Abstimmanzeige und zur Regelspannungserzeugung, hat jedoch keinen Einfluss auf die Trennschärfe)
- Kern f auf *Maximum* (wieder *Maximum*anzeige am Ausgangsspannungsmesser)
- Erst Kern b, dann Kern d, erst dann Kern c auf *Maximum*
- Messsender (472 kHz) an die AM-Antennenbuchse anschließen, Drucktaste „M-Normalantenne“ drücken
- Kern a auf *Minimum* einstellen

Abgleich der AM-HF-Kreise

Skalenzeiger jeweils auf die angegebene Frequenz einstellen:

KW II: 11 – 22 MHz	Oszillator	L-Abgleich bei 12 MHz	(Kern LOK II)
	Vorkreis	L-Abgleich bei 12 MHz	(Kern LEK II)
KW I: 4,6 – 10 MHz	Oszillator	L-Abgleich bei 5 MHz	(Kern LOK I)
	Vorkreis	L-Abgleich bei 5 MHz	(Kern LEK I)
MW Normalantenne: 510 – 1640 kHz	Oszillator	L-Abgleich bei 510 kHz	(Kern LOM)
		C-Abgleich bei 1600 kHz	(Trimmer COM)
	Vorkreise	L-Abgleich bei 560 kHz	(Erst LEM II mit 10 k Ω bedämpfen und LEM I auf Maximum, dann LEM I mit 10 k Ω bedämpfen und LEM II auf Maximum)
		C-Abgleich bei 1600 kHz	(Trimmer CEM I und CEM II, keine Bedämpfung!)
MW Ferrit-Antenne:	Vorkreis	L-Abgleich bei 560 kHz	(Kern LEF)
		C-Abgleich bei 1600 kHz	(Trimmer CEF)
LW: 145 – 370 kHz	Oszillator	L-Abgleich bei 200 kHz	(Kern LOL)
	Vorkreise	L-Abgleich bei 200 kHz	(Erst LEL II mit 10 k Ω bedämpfen und LEL I auf Maximum, dann LEL I mit 10 k Ω bedämpfen und LEL II auf Maximum)

Abgleich der MW-Vorkreise wiederholen, bis keine Verbesserung mehr erkennbar ist. - Nach beendetem Abgleich den Höhenregler ganz nach rechts drehen, Bandfilter ganz zusammen fahren und die Kupplung für den Antrieb der Bandbreitenverstellung wieder festschrauben.

Durchlasskurven und Empfindlichkeit

Bild 1.6 zeigt die punktweise im Raster von etwa 500 Hz gemessenen Durchlasskurven des AM-ZF-Verstärkers in den Einstellungen „schmal“ und „breit“ des Höhenreglers nach dem Abgleich entsprechend der vorstehenden Anweisung. Es wurde die Richtspannung an Diode 1 der EABC 80 gemessen, der quarzkontrollierte Messsender war am Gitter der Mischröhre EC 92 angeschlossen, die Regelspannung wurde auf –1,6 V (Batterie) festgehalten, am Empfänger waren die Tasten „KII“ und „Tag“ gedrückt. Das Messprotokoll aus dem Körting-Labor vom 24. Mai 1954 mit der Unterschrift „*Moortgat-Pick*“ ist in Bild 1.7 wiedergegeben; das Original stellte freundlicherweise Herr Dr.-Ing. *Moortgat-Pick* zur Verfügung. Hier erfolgte die genauere Messung bei konstanter Richtspannung an der Demodulatorodiode und veränderlicher ZF-Spannung des Messsenders.

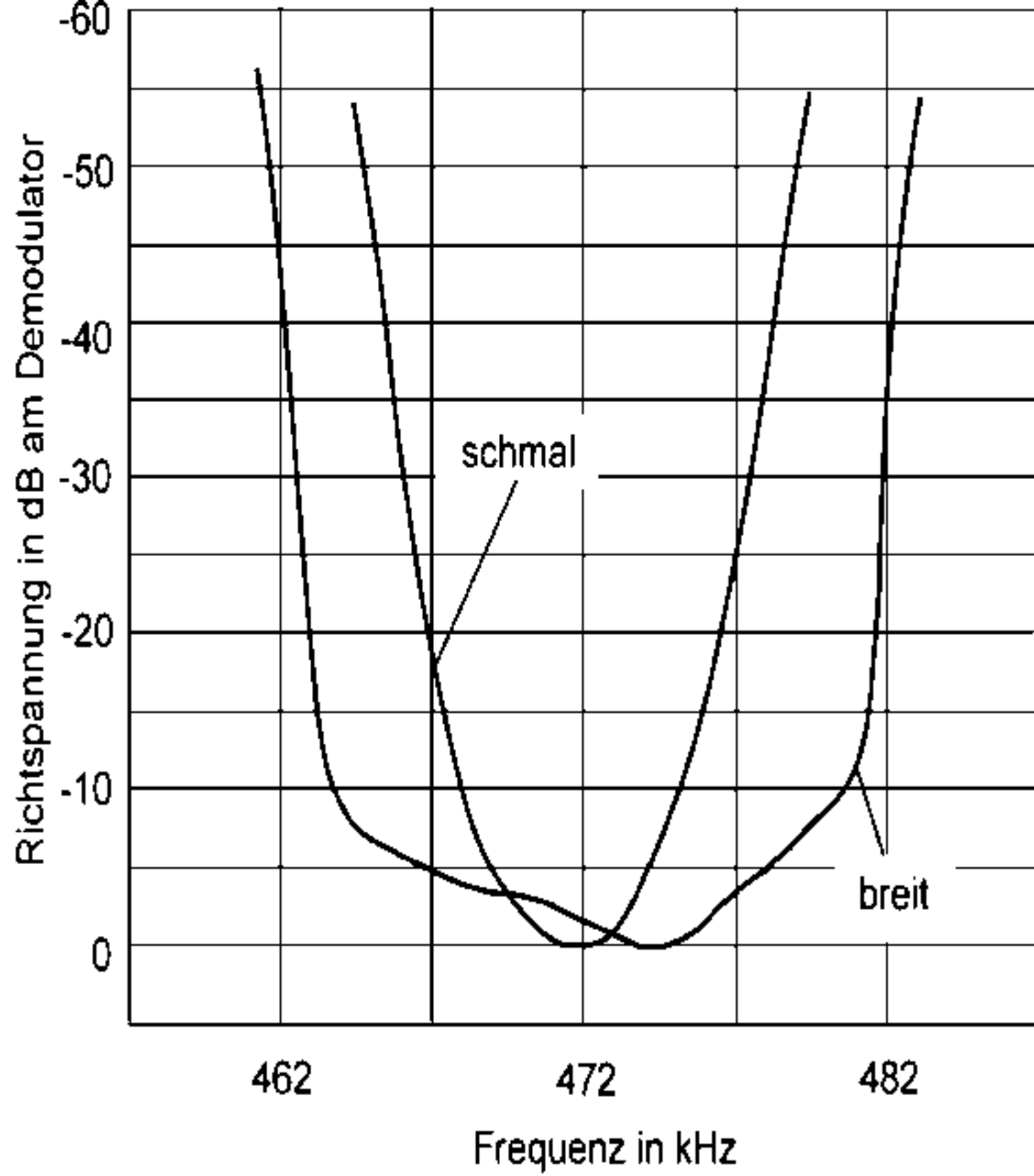


Bild 1.6: Vom Autor gemessene AM-ZF-Durchlasskurven nach dem Abgleich.

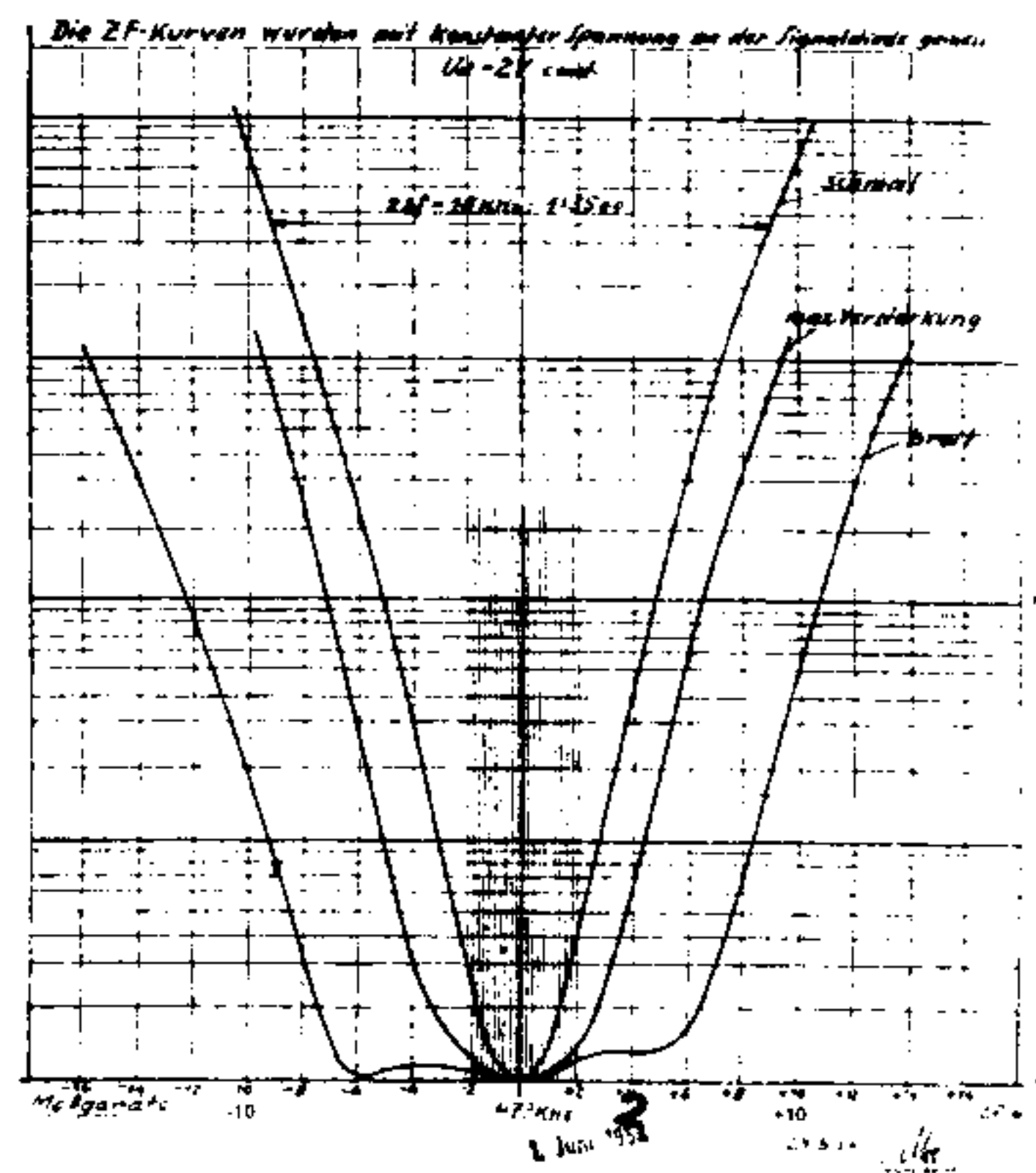


Bild 1.7: AM-ZF-Durchlasskurven (Messung des Körting-Labors).

Die Empfindlichkeit für 50 mW Ausgangsleistung und 30 % Modulation wurde von Körting in den AM-Bereichen mit 5 μ V angegeben. Eine höhere Empfindlichkeit ist wegen der Störungen in den AM-Bereichen nicht sinnvoll; in der Beschreibung des ZF-Verstärkers wurde schon darauf hingewiesen, dass durch kapazitive Spannungsteilung die Verstärkung der dritten ZF-Stufe entsprechend begrenzt wird.

Literatur

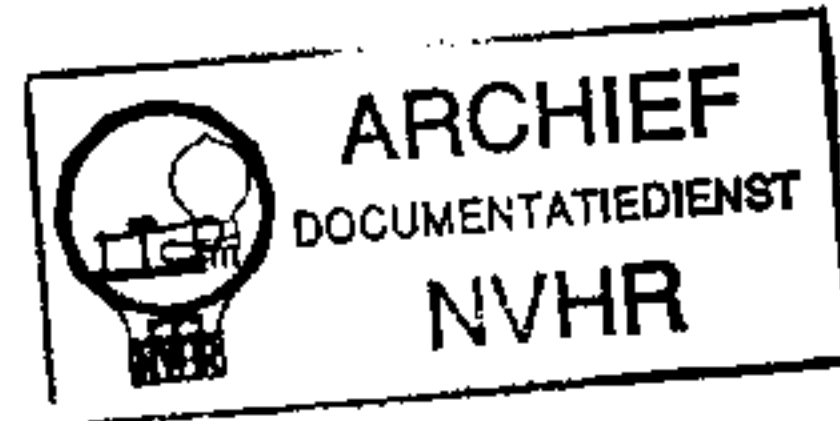
- [1.1] Archiv des Rundfunkmuseums: Körting Royal-Syntektor 640 W. Archiv Verlag
- [1.2] *Freudenberg, H.*: Entwicklung der KÖRTING-Syntektor-Geräte durch *Waldemar Moortgat-Pick*. FUNKGESCHICHTE 25 (2002) Nr. 141, S. 30 - 32
- [1.3] Körting Radio Werke: Technische Information Saison 1954/55, S. 10
- [1.4] *Ritzenthaler, J.*; *Freudenberg, H.*: Radione 740 W. Teil 1: ZF-Neutralisation. FUNKGESCHICHTE 24 (2001) Nr. 135, S. 39 – 43
- [1.5] *Pitsch, H.*: Lehrbuch der Funktechnik. Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig 1950.
- [1.6] Körting Kundendienstblatt: Körting AM-FM-Spitzen super Royal-Syntektor 55 W. DN 575/3 – 7.54

Die interessante Schaltung:

Körting Royal-Syntektor 55 W

Teil 2: FM-Empfangsteil

Ned. Ver. v. Historie v/d Radio



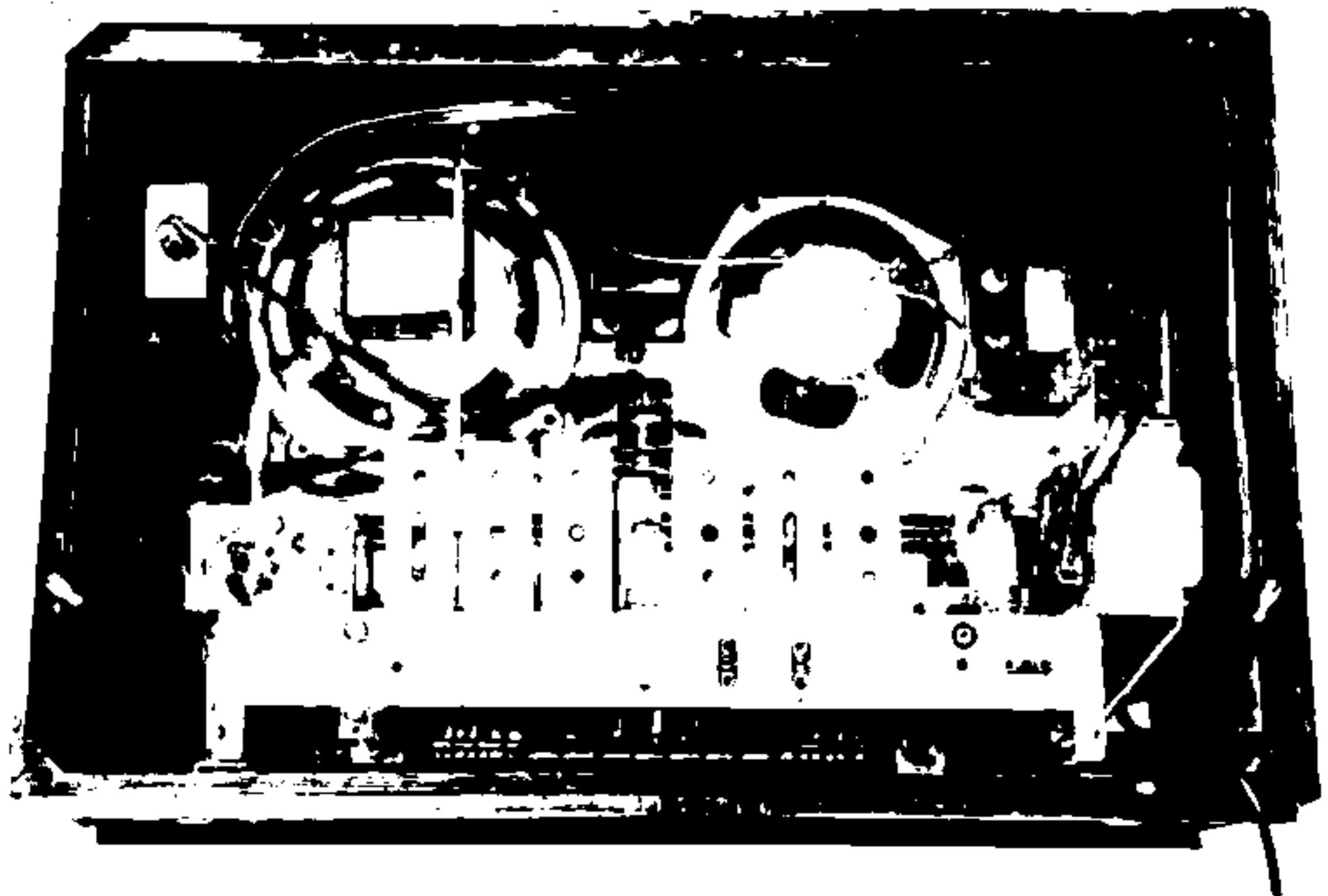
Hermann Freudenberg, Netphen; GFGF

Erschienen in FUNKGESCHICHTE Nr. 142 (2002)

Von *Hermann Freudenberg* im April 2002 bearbeitet

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 Begrenzeigenschaften
- ungewöhnlich hohe Trennschärfe
- ungewöhnlich hohe Gleichkanalselektion
- niederfrequente Rauschsperrung, gesteuert von der Größe des Antennensignals
- Nah-/Fern-Taste

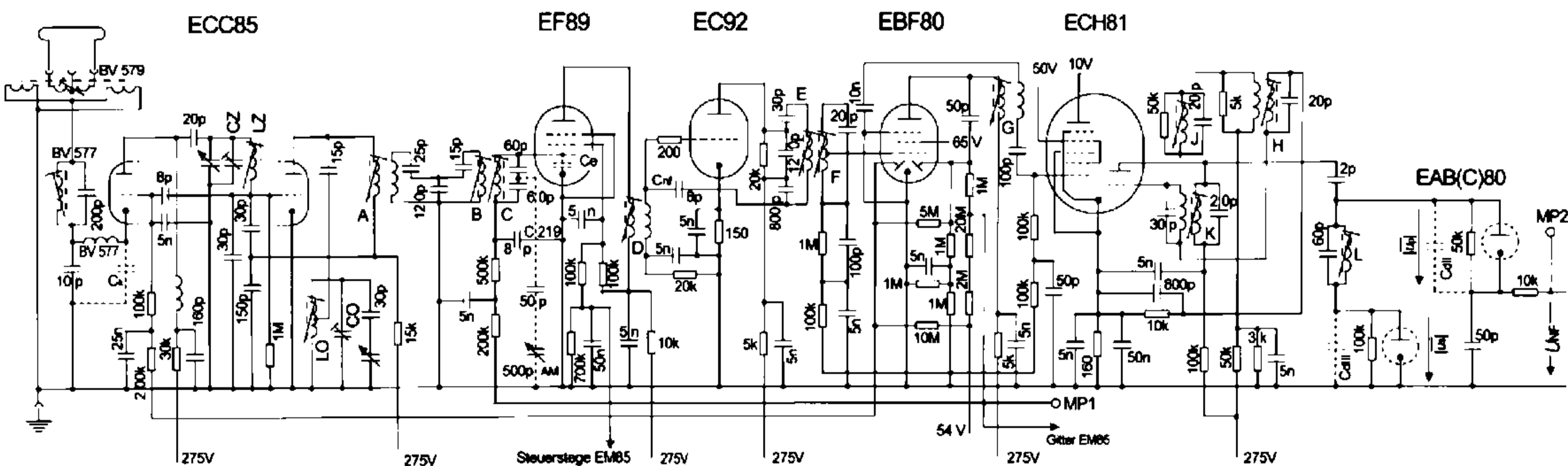


Bild 2.1: Schaltung von HF- und ZF-Verstärker und Demodulator für den UKW-FM-Bereich.

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 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 V entsprechend etwa 1 mV Eingangsspannung verzögert.“ [1.2]

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

Die Heptode erhält eine Schirmgitterspannung von 50 V und eine Anodenspannung von nur 10 V ! Dadurch entsteht ein außerordentlich wirksamer Anodenspannungsbegrenzer, der die ZF-Spannung im Anodenkreis H auf max. 2 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 pF . Die Rückkopplungsspule im Gitterkreis ist durch 30 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.“

„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.

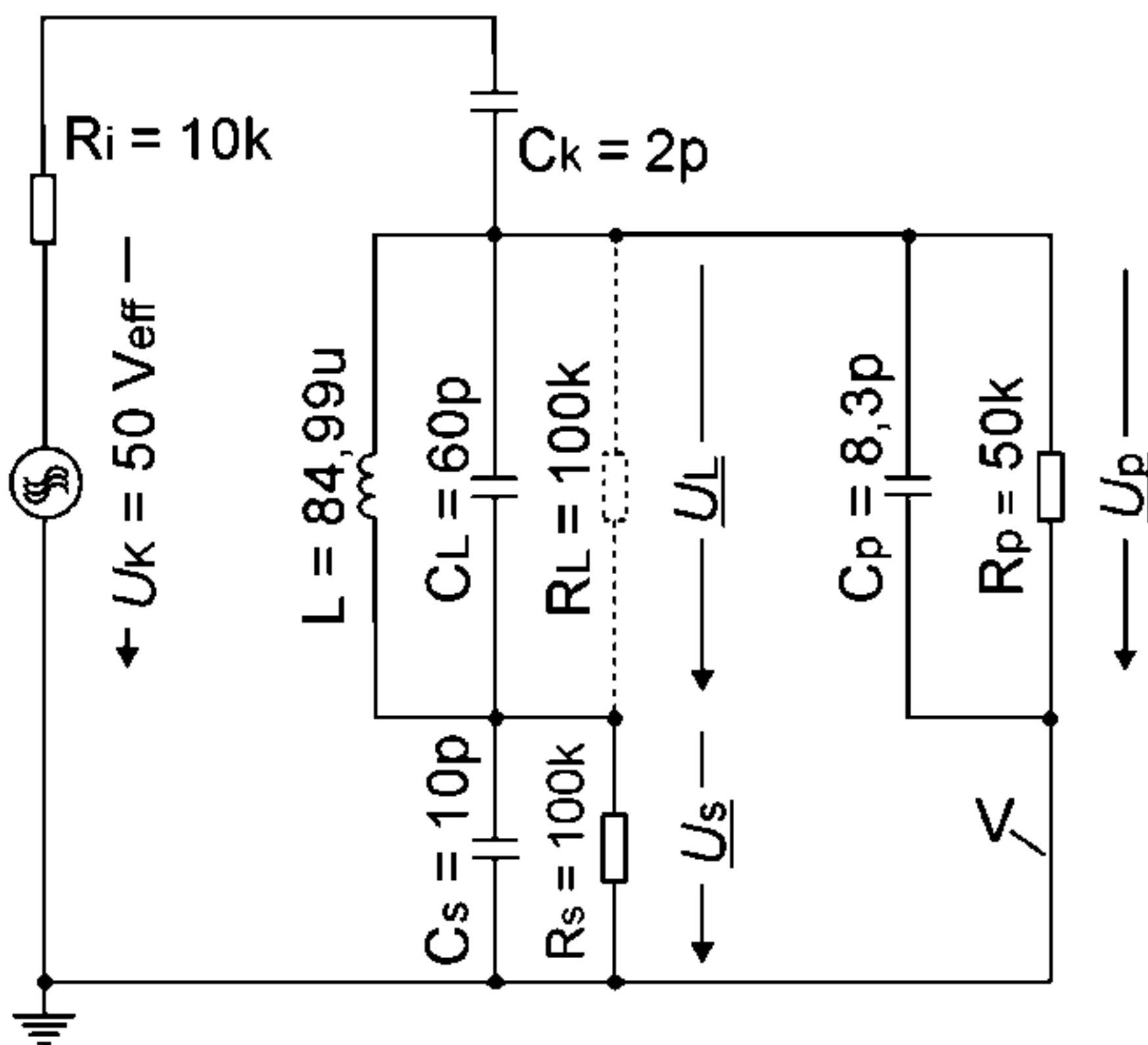


Bild 2.2: Prinzip des Diskriminators.

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.

In Bild 2.2 liegt parallel zur Induktivität L die Parallelkapazität C_L ; in Reihe zu

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 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.

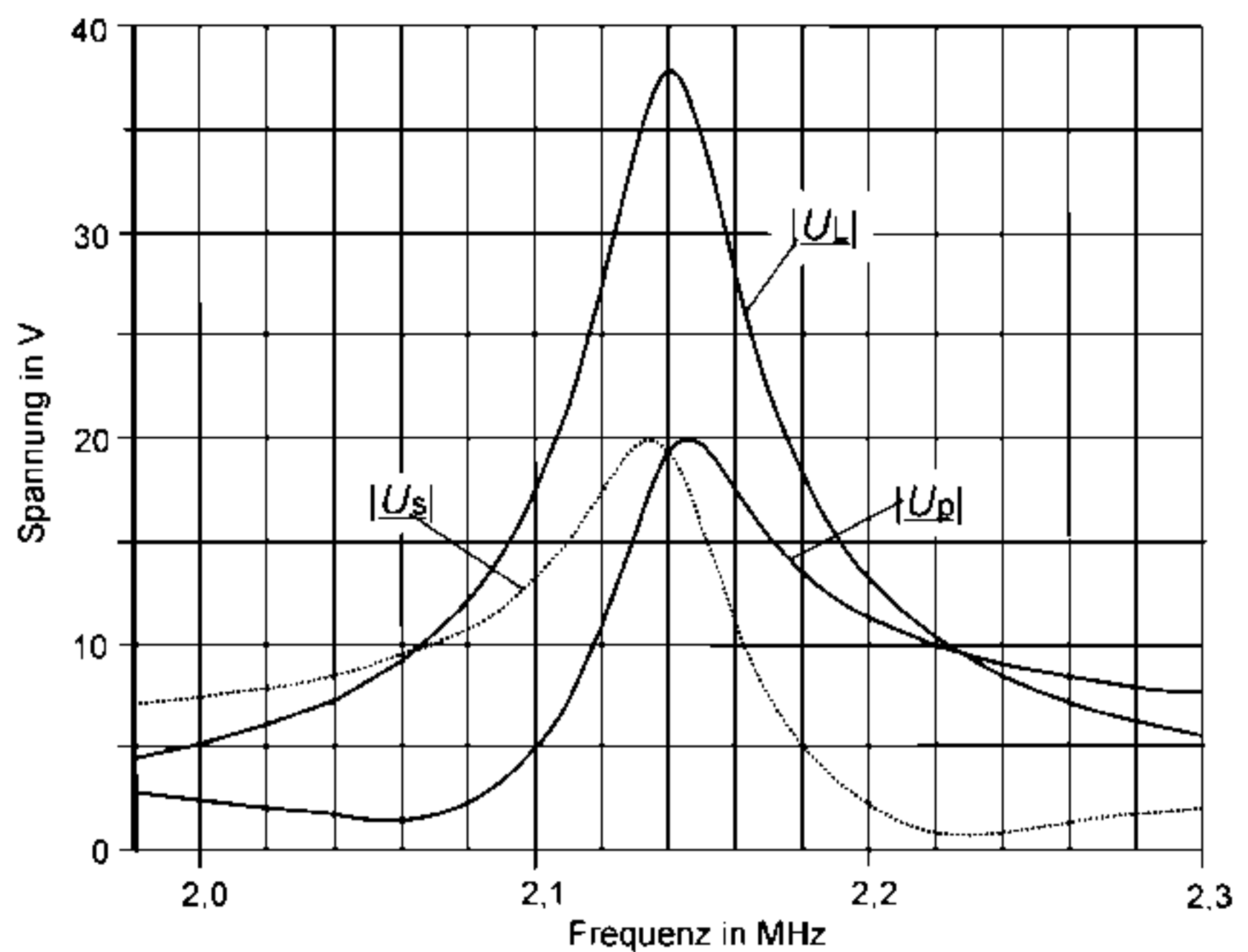


Bild 2.3: Berechnete Beträge der Synchro-Oszillator-Spannungen am Modell des Diskriminators nach Bild 2.2.

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.

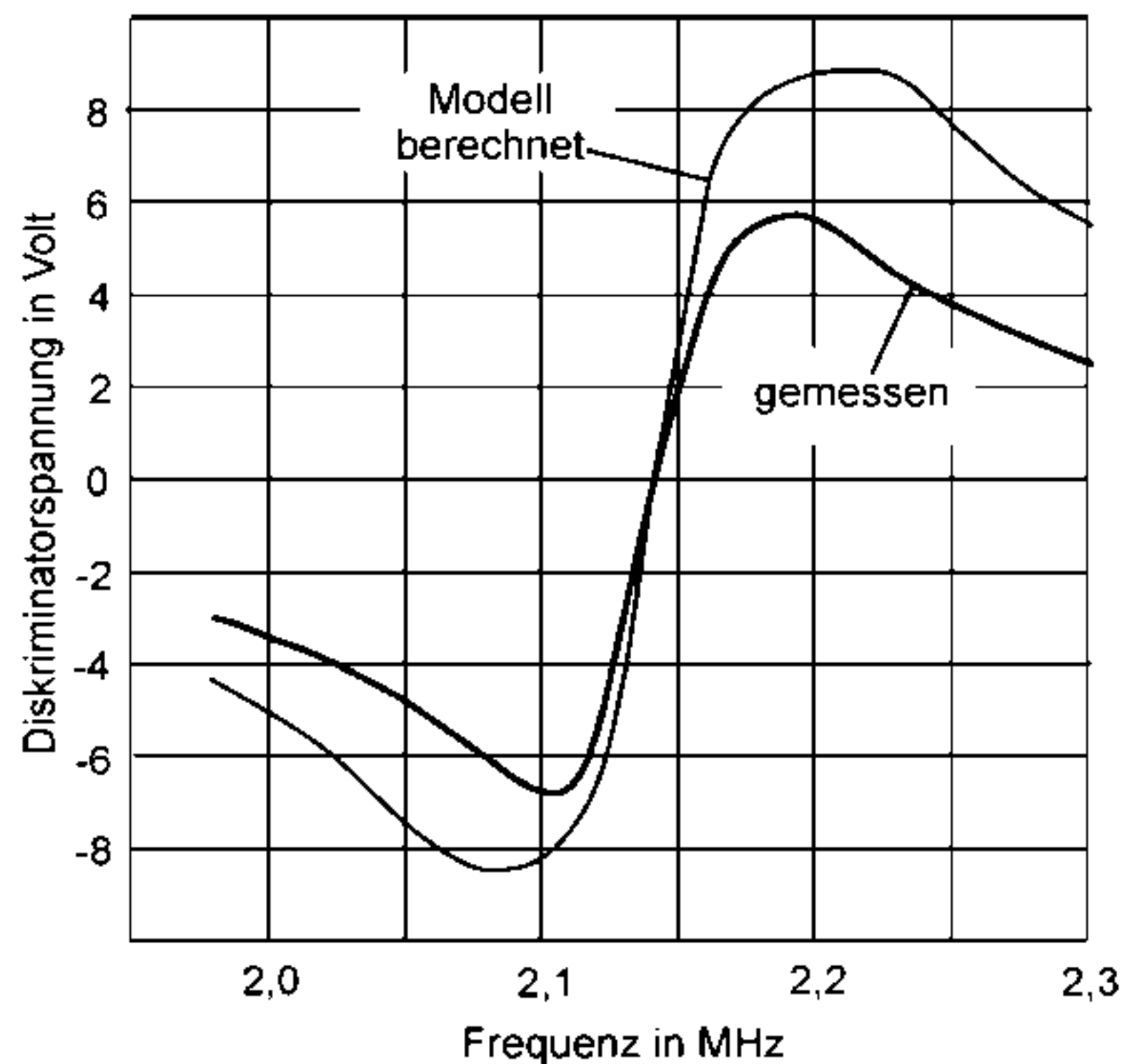


Bild 2.4: Diskriminatorspannung als Funktion der Frequenz.

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.

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

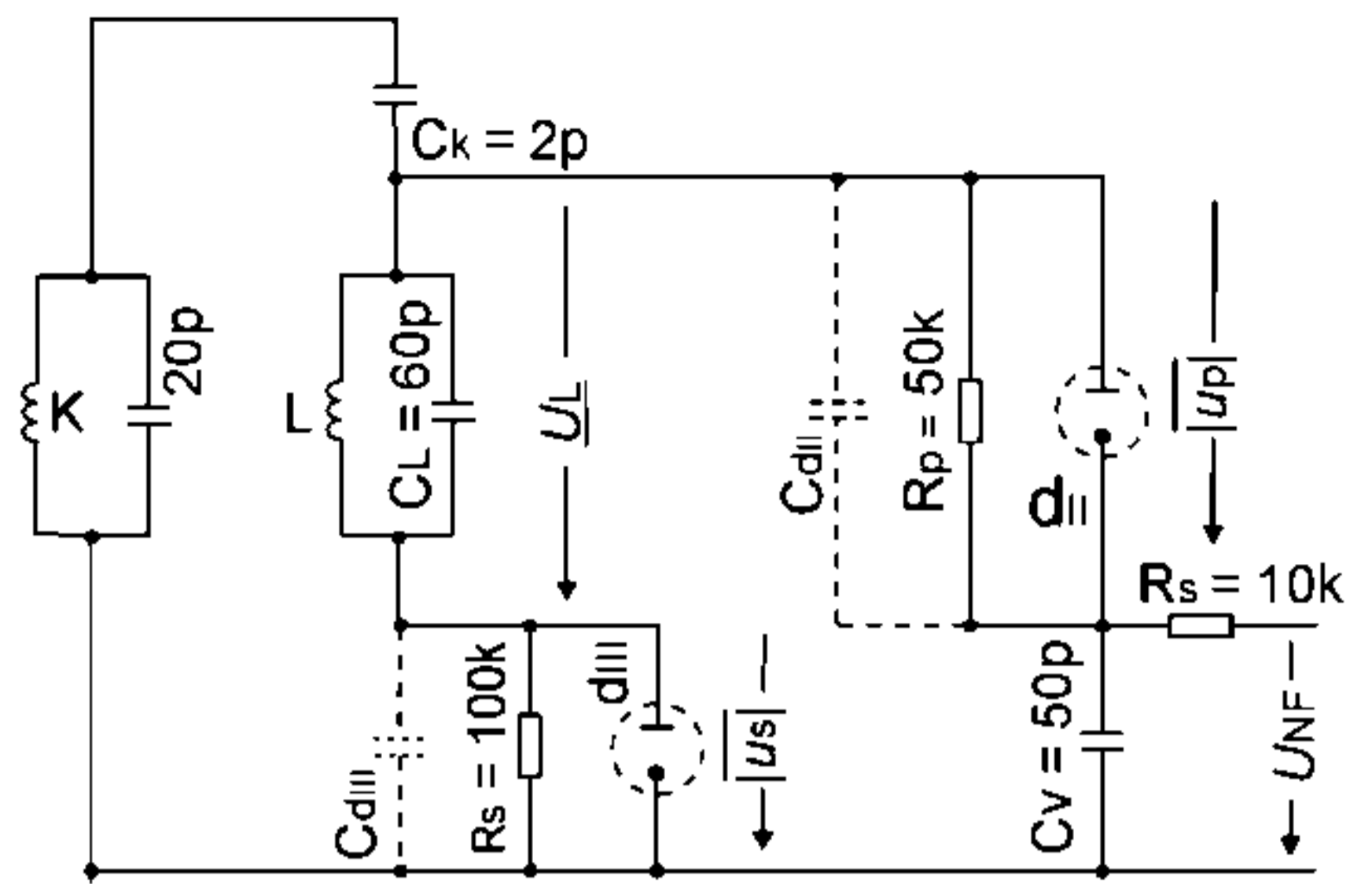


Bild 2.5: Diskriminator des Syntektor 55 W.

Unterschied besteht nur darin, dass

nicht 2 Kreise mit großer Sorgfalt 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.

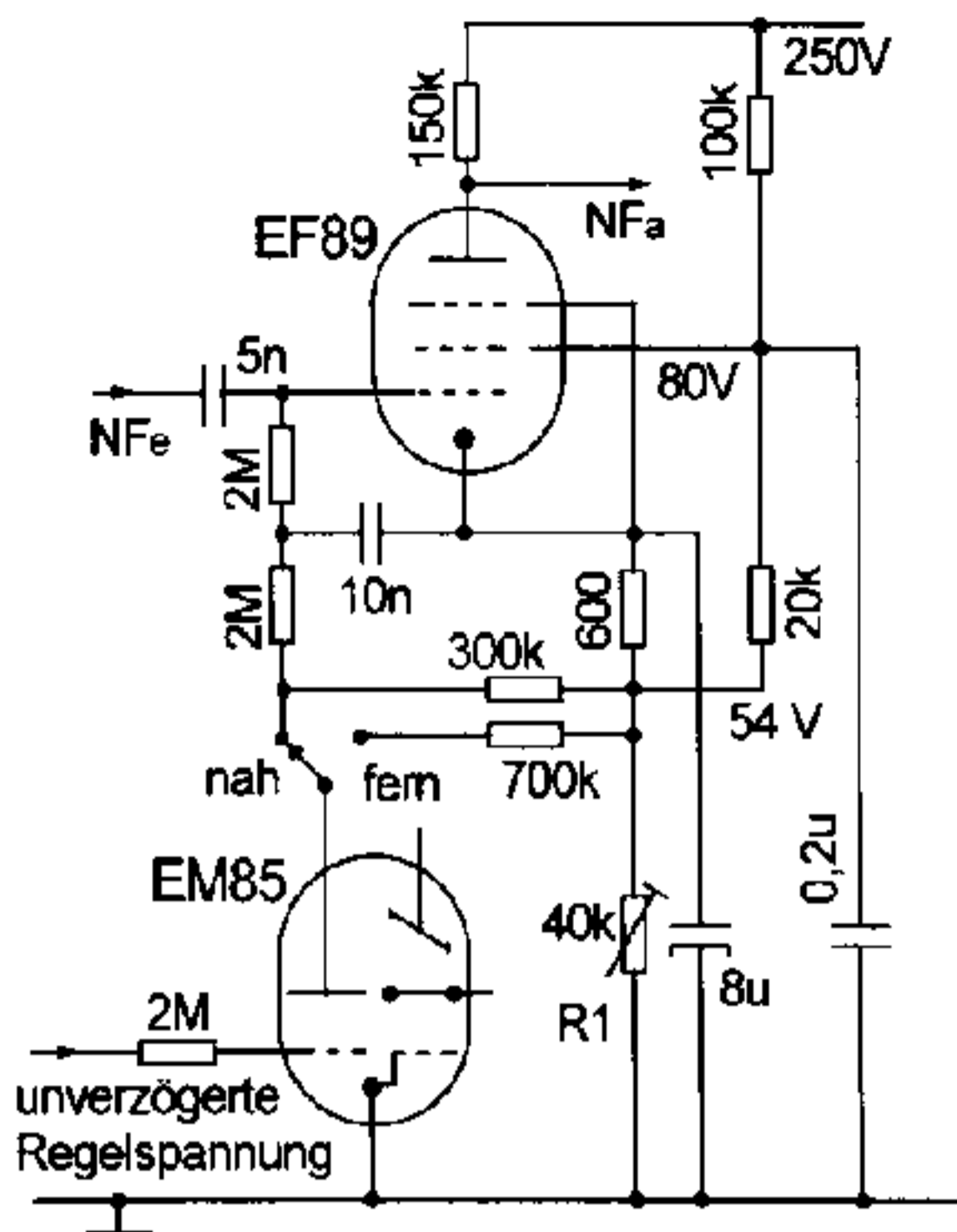


Bild 2.6: Prinzip der niederfrequenten Rauschsperrre.

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 Rauschsperrre eingestellt werden. „Das lästige Rauschen zwischen den Sendern wird durch die automatische Rauschsperrre 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 Ferntaste drücken. R1 ganz nach links drehen (dann ist die Rauschsperrre 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 Synchrolücke 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&5 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