

Beschreibung

VHF-UHF-FELDSTÄRKEMESSGERÄT

25...900 MHz

Type HFU

BN 15002

VHF-UHF-MESSEMPFÄNGER

Type ESU

Vorläufig!

R 8406
863
Bl. 1
(123 Bl.)

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (F.Nr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe R 8406/863

B E I B L A T T

zur Beschreibung Ausgabe R 8406/863

VHF-UHF-Feldstärkemeßgerät Type HFU und VHF-UHF-Meßempfänger
Type ESU

Fehlerberichtigung:

Blatt 9, Abschn. 1.2.

In der 5. Zeile bei „Antennenfaktor“ muß es heißen
 $k = 7 \dots 11,5 \text{ db.}$

In der 15. Zeile bei „Antennenfaktor“ muß es heißen
 $k = 2,5 \dots 21,5 \text{ db.}$

Blatt 26, Punkt 1) des Abschn. 3.3.5.1.

Die Schraube K dient nicht zum Festklemmen des
Führungsrohres, sondern zum Fixieren der Polari-
sationsebene. Das Führungsrohr hält durch das federn-
de, geschlitzte Ende im Antennenträger.

Blatt 27, Meßbeispiel des Abschnittes 3.3.5.2.

In der 7. und 12. Zeile von oben ist „300 MHz“
durch „220 MHz“ zu ersetzen.

Blatt 47, Punkt a) des Abschnittes 4.3.

In der 1. Zeile dieses Absatzes ist „-6 V“ durch
„-8 V“ zu ersetzen.

Blatt 82, Bild 1.

Die Beschriftung „50 Ω “ am Normalspannungsaus-
gang (1) muß richtig lauten „60 Ω “.

R 8637
963
Bl.1
(1 Blatt)

TAZ: Einkleben in R 8406/863 zwischen Bl. 1 und 2

Inhaltsübersicht

	Blatt
<u>1.</u> <u>Eigenschaften</u>	6
1.1. Meßempfänger.	6
1.2. Antennen.	9
1.3. VHF-UHF-Feldstärkemeßgerät.	10
1.4. Lieferumfang und Zubehör.	10
1.4.1. Lieferumfang für Meßempfänger ESU	10
1.4.2. Zubehör für Feldstärkemeßgerät HFU.	11
1.4.3. Empfohlene Ergänzungen.	11
1.4.4. Zubehör für Störfeldstärkemessung nach VDE 0876 . .	11
<u>2.</u> <u>Anwendung</u>	12
<u>3.</u> <u>Bedienung</u>	14
3.1. Bedienungselemente an der Frontplatte	14
3.2. Inbetriebnahme.	18
3.2.1. Netzbetrieb	18
3.2.2. Batteriebetrieb	19
3.2.3. Kontrolle des Instrument-Nullpunktes.	19
3.3. Messen von Spannungen und Feldstärken	20
3.3.1. Anschließen der zu messenden Spannung	20
3.3.2. Frequenzabstimmung.	20
3.3.3. Eichen.	21
3.3.4. Spannungsmessung.	22
3.3.5. Feldstärkemessung	24
3.3.5.1. Aufstellen und Bedienung der logarithmisch- periodischen Antenne und des Breitband-Dipols	25
3.3.5.2. Messen von Nutzfeldstärken.	26
3.3.5.3. Messen von Störfeldstärken.	27
3.3.5.4. Bewertete Messung mit dem Störmeßzusatz Type EZS. .	28
3.3.5.4.1. Eichen mit dem Störmeßzusatz EZS.	28
3.3.5.4.2. Störfeldmessung (nach VDE 0876)	29
3.3.5.4.3. Vorschriften zur Messung von Störspannungen und -feldstärken.	30
3.3.5.5. Messen der Feldstärke von Fernsehbildsendern. . . .	31
3.3.6. Anzeigearten.	31

R 8406
863
Bl. 2

3.4.	Registrieren	32
3.4.1.	Eichung des Registrierstreifens.	33
3.5.	Funküberwachung.	34
3.6.	Die ZF-Ausgänge.	34
3.7.	Der Normalspannungsausgang	35
3.8.	Messung der Oberwellen, des Modulationsklirrfaktors und des Modulationsgrades von Sendern.	36
3.8.1.	Ermittlung des Oberwellengehaltes.	36
3.8.2.	Ermittlung des Modulationsklirrfaktors	36
3.8.3.	Messen des Modulationsgrades	37
3.8.3.1.	Ermittlung des Modulationsgrades aus Mittel- und Spitzenwert.	37
3.8.3.2.	Ermittlung des Modulationsgrades durch Messung der Seitenbandamplituden	38
3.8.3.3.	Ermittlung des Modulationsgrades durch oszillografische Messung	38
3.9.	Messungen bei vorhandenen Störfrequenzen	39
3.10.	Umrüsten des Empfänger-Einganges und des Normal- spannungs-Ausganges auf andere Steckersysteme.	40
<u>4.</u>	<u>Wirkungsweise.</u>	<u>42</u>
4.1.	Allgemeines.	42
4.2.	HF-Teile	42
4.2.1.	HF-Teil I (25 bis 230 MHz)	42
4.2.2.	HF-Teil II (160 bis 470 MHz)	43
4.2.3.	HF-Teil III (460 bis 900 MHz).	43
4.2.4.	Eichgenerator.	44
4.3.	Grundgerät	44
<u>5.</u>	<u>Schaltteilliste.</u>	<u>48</u>
5.1.	Schaltteilliste zu ESU	48
5.2.	Schaltteilliste zu ZF- und NF-Teil	51
5.3.	Schaltteilliste zu Netzteil.	61
5.4.	Schaltteilliste zu HF-Teil I	65
5.5.	Schaltteilliste zu HF-Teil II.	70
5.6.	Schaltteilliste zu HF-Teil III	76

R 8406
863
Bl. 3

Bilder-Verzeichnis

		Blatt
Bild 1	Frontansicht	82
Bild 2	Ansicht des Gerätes von rechts ohne Kasten mit einem HF-Einschub.	83
Bild 3	Stativ	84
Bild 4	Schwenkarm	85
Bild 5	Mastunterteil.	86
Bild 6	Antennenträger	87
Bild 7	Mastoberteil	88
Bild 8	Einführen des Antennenkabel-Führungsrohres in den Antennenträger	89
Bild 9	Logarithmisch-periodische Antenne.	90
Bild 10	Breitband-Dipol.	91
Bild 11	Anflanschen der Antenne an den Antennenträger.	92
Bild 12	Antennenfaktoren	93
Bild 13	Nomogramm zur Umrechnung von Dämpfungswerten in Spannungs- bzw. Feldstärkewerte	94
Bild 14	Schaltung zum Schreiben einer Eichtreppe mit einer Eichleitung.	94
Bild 15	Teilansicht des Gerätes von links (ohne Kasten).	95
Bild 16	Klirrfaktorbehaftete HF-Spannung	96
Bild 17	Modulierte HF-Spannung mit Modulations- klirrfaktor.	96
Bild 18	Modulationsgrad abhängig vom Verhältnis Spitzenwert zu Mittelwert für Sinusmodulation.	97
Bild 19	Oszillografische Darstellung einer amplituden- modulierten HF-Schwingung zur Messung des Modulationsgrades.	97
Bild 20	Störfrequenzsicherheit HF-Teil I (35 MHz).	98
Bild 21	Störfrequenzsicherheit HF-Teil I (80 MHz).	99
Bild 22	Störfrequenzsicherheit HF-Teil I (165 MHz).	100
Bild 23	Störfrequenzsicherheit HF-Teil II (165 MHz).	101
Bild 24	Störfrequenzsicherheit HF-Teil II (310 MHz).	102

R 8406
863
Bl. 4

Bild 25	Störfrequenzsicherheit HF-Teil II (470 MHz)	103
Bild 26	Störfrequenzsicherheit HF-Teil III (460 MHz)	104
Bild 27	Störfrequenzsicherheit HF-Teil III (650 MHz)	105
Bild 28	Störfrequenzsicherheit HF-Teil III (890 MHz)	106
Bild 29	ZF-Selektionskurve für die Bandbreite ± 60 kHz.	107
Bild 30	ZF-Selektionskurve für die Bandbreite $\pm 12,5$ kHz.	108
Bild 31	Selektionskurve am ZF-Ausgang 2 MHz, $U_a = 1$ mV an 60Ω (Störmeßausgang)	109
Bild 32	Richtcharakteristik des Breitband-Dipols bei 25 MHz	110
Bild 33	Mittleres relatives Feldstärkediagramm der logarithmisch-periodischen Antenne bei 400 MHz (H-Ebene).	111
Bild 34	Mittleres relatives Feldstärkediagramm der logarithmisch-periodischen Antenne bei 400 MHz (E-Ebene).	112
Bild 35	Blockschema.	113
Bild 36	Stromlauf zum ESU.	114
Bild 37	Stromlauf zum ZF- und NF-Teil.	115
Bild 38	Stromlauf zum Netzteil	116
Bild 39	Stromlauf zum HF-Teil I.	117
Bild 40	Stromlauf zum HF-Teil II	118
Bild 41	Stromlauf zum HF-Teil III.	119
Bild 42	Positionierungsplan ZF- und NF-Teil.	120
Bild 43	Positionierungsplan HF-Teil I.	121
Bild 44	Positionierungsplan HF-Teil II	122
Bild 45	Positionierungsplan HF-Teil III.	123

1. Eigenschaften

1.1. Meßempfänger

Frequenzbereich 25...900 MHz

unterteilt in drei
HF-Einschübe

HF-Teil I 25...230 MHz

Frequenzskala Einbereich-Trommelskala

Treffsicherheit besser $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$

Auflösung etwa 25...250 kHz/mm
(je nach Frequenz)

1. Zwischenfrequenz 21,4 MHz

HF-Teil II. 160...470 MHz

Frequenzskala Einbereich-Trommelskala

Treffsicherheit besser $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$

Auflösung etwa 60...500 kHz/mm
(je nach Frequenz)

1. Zwischenfrequenz 76 MHz

2. Zwischenfrequenz 21,4 MHz

HF-Teil III 460...900 MHz

Frequenzskala. Einbereich-Trommelskala

Treffsicherheit. besser $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$

Auflösung. etwa 100...400 kHz/mm
(je nach Frequenz)

1. Zwischenfrequenz. 76 MHz

2. Zwischenfrequenz. 21,4 MHz

Eingangswiderstand $R_E = 60 \Omega$

Welligkeitsfaktor

bei Pegelschalter-
stellung > 20 db $s < 1,15$

bei Pegelschalter-
stellung < 20 db

HF-Teil I $s < 2$

HF-Teil II $s < 2$

HF-Teil III $s < 1,5$

R 8406
863
Bl. 6

Meßbereich als selektives

Röhren-Mikrovoltmeter 0...+120 db über 1 μ V
in 10-db-Stufen schaltbar

Anzeigebereich des Instrumentes	linear 20 db logarithmisch 40 db bzw. 60 db
Meßfehler	< ±1 db im linearen Anzeigebereich
Teilerfehler	< 0,5 db
ZF-Bandbreite (6 db Abfall)	umschaltbar ±12,5 kHz ±60 kHz
ZF-Selektion	
Schalterstellung ±12,5 kHz	6 db bei ±12,5 kHz 60 db bei ±50 kHz
Schalterstellung ±60 kHz	6 db bei ±60 kHz 60 db bei ±240 kHz
Eichgenerator	befindet sich im Gleichlauf mit der Eingangsfrequenz, Feinabstimmung von außen
Normalspannungsausgang (Eichgenerator)	abschaltbar, $R_i = 60 \Omega$ $U_a = 90$ db über $1 \mu V \pm 0,5$ db bei Abschluß mit 60Ω (nach Einstellung von Eichen I)
Anzeige	umschaltbar auf Mittelwert, Fernsehbildbewertung (TV) oder Spitzenwertkompensation
Anzeigefehler bei Fernsehbildsignalen (bezogen auf den Effektivwert der Synchronspitze)	3 db
Automatische Frequenznachstimmung abschaltbar	
Nachstimmbereich bei Schalterstellung ±12,5 kHz	±150 kHz für 3 db Abfall
Nachstimmbereich bei Schalterstellung ±60 kHz	±200 kHz für 3 db Abfall
A_1 -Überlagerer	abschaltbar
Demodulationsumschaltung	AM/FM
Registriererausgang	-3 V für Vollausschlag, $R_i = 500 k\Omega$
Hörerausgang	$R_a = 4 k\Omega$
LautsprecherAusgang	$R_a = 15 \Omega$; N_{max} etwa 1 W

} Lautstärke einstellbar

R 8406
863
Bl. 7

ZF-Ausgänge

1. ZF-Ausgang (1 mV, 60 Ω) umsteckbar für Anschluß von
- a) Panoramazusatz ESUP
ZF = 21,4 MHz \pm 500 kHz
 U_a eingangsspannungsabhängig
etwa 50 μ V...10 mV an 60 Ω
 - b) Störmeßzusatz EZS
bei Bandbreitenschalter-
stellung \pm 60 kHz ZF = 2 MHz.
ZF-Selektion < 1 db bei \pm 60 kHz.
Ausgangsspannung für Vollausschlag am Anzeigeinstrument
etwa 8 mV an 60 Ω , etwa 30 db
übersteuerungssicher
2. ZF-Ausgang (200 mV, 60 Ω) ZF = 2 MHz
6-db-Bandbreite
umschaltbar \pm 12,5 kHz
 \pm 60 kHz
 U_a etwa 200 mV an 60 Ω für
Vollausschlag

Spiegelselektion > 50 db

Rauschverhalten

Durch Empfängerrauschen
bedingte kleinste meßbare
Spannung bei einem Meßfehler
von 3 db (ZF-Bandbreite \pm 12,5 kHz) . 0,3...0,5 μ V (-10...-6 db)

Betriebsspannungen

Netzbetrieb 115/125/220/235 V,
47...400 Hz 110 VA

Batteriebetrieb 12 V, 8 A

Bestückung

HF-Teil I. 2 Röhren E 88 CC
1 Röhre EC 81
1 Röhre EF 80

HF-Teil II 5 Röhren E 86 C
1 Röhre E 88 CC
1 Röhre ECC 81

HF-Teil III. 1 Röhre RH 7 C
2 Röhren E 86 C
1 Röhre ECC 81
1 Röhre E 88 CC

ZF-Teil. 1 Röhre ECC 81
1 Röhre E 88 CC
5 Röhren EF 80
2 Röhren EF 85
2 Transistoren TF 78/30

R 8406
863
Bl. 8

Netzteil 1 Röhre E 180 CC
 1 Stabilisator 85 A 2
 1 Stabilisator 108 C 1
 1 Transistor TF 78/30
 8 Transistoren OC 28
 1 Transistor AC 124

Abmessungen (B x H x T) 430 x 300 x 440

Gewicht

Grundgerät mit einem HF-Einschub . . etwa 30 kg
 HF-Einschub. etwa 5 kg

1.2. Antennen

Breitbanddipol BN 1500202

Frequenzbereich. 25...80 MHz
 Antennenwiderstand $R_a = 60 \Omega$
 Welligkeitsfaktor. $s < 2$
 Antennenfaktor $k = 7...13 \text{ db}$ (frequenzabhängig
 nach Eichkurve)

Abmessungen

Länge etwa 3 Meter
 zusammengelegt etwa 1 Meter

Gewicht etwa 2 kg

Logarithmisch-Periodische
 Antenne BN 1500203

Frequenzbereich 80...1000 MHz
 Antennenwiderstand $R_a = 60 \Omega$
 Welligkeitsfaktor. $s < 2$
 Antennenfaktor $k = 0...20 \text{ db}$ (frequenzabhängig
 nach Eichkurve)

Abmessungen

Länge etwa 1,7 m
 Breite etwa 1,8 m
 größte Länge in zusammen-
 gelegtem Zustand etwa 1,7 m

Gewicht. etwa 4 kg

R 8406
 863
 Bl. 9

Antennenmast BN 1500207

Länge aufgebaut (ohne Stativ) etwa 3 m
Länge zusammengelegt. etwa 1,5 m
Gewicht etwa 10 kg

Stativ BN 1500206

Höhe bei ganz ausgezogenen
und gespreizten Beinen etwa 0,8 m
Umschriebener Kreis bei ganz
ausgezogenen und gespreizten Beinen . etwa 2,6 m
Länge zusammengelegt. etwa 0,9 m
Gewicht etwa 7,7 kg

1.3. VHF-UHF-Feldstärkemeßgerät

Meßempfänger ESU

Antennen

Breitbanddipol BN 1500202 25...80 MHz
Log.-Per.Antenne BN 1500203 80...900 MHz

Anzeigefehler bei Feldstärkemessung . . < ±3 db (einschließlich Antenne)

Kleinste meßbare Feldstärke. 1 µV/m...10 µV/m
(bei 0 db Anzeige am ESU)

1.4. Lieferumfang und Zubehör

1.4.1. Lieferumfang für Meßempfänger ESU

1 Grundgerät Sach-Nr. 150021
1 HF-Teil I Sach-Nr. 150022 } gesondert zu
1 HF-Teil II Sach-Nr. 150023 } bestellen
1 HF-Teil III. Sach-Nr. 150024 }

1 Netzkabel. Sach-Nr. 15001 - 4.42

1 Batteriekabel Sach-Nr. 15001 - 4.43

R 8406
863
Bl. 10

1.4.2. Zubehör für Feldstärkemeßgerät HFU

- 1 Transportkoffer Sach-Nr. 1500201
- 1 Breitbanddipol 25...80 MHz Sach-Nr. 1500202
- 1 Logarithmisch-Periodische
Antenne 80...1000 MHz Sach-Nr. 1500203
- 1 Stativ. Sach-Nr. 1500206
- 1 Mast Sach-Nr. 1500207
- 1 Dezifix-Kabel 60 Ω (5 m). BN 90536/500

1.4.3. Empfohlene Ergänzungen (gesondert zu bestellen)

- 1 Logarithmisch-Periodische
Antenne 450...2500 MHz Sach-Nr. 1500204
- 1 Kopfhörer Sach-Nr. ZBH 110

1.4.4. Zubehör für Störfeldstärkemessung nach VDE 0876
(gesondert zu bestellen)

- 1 Störmeßzusatz EZS BN 15131
- 2 Koaxiale Kabel 60 Ω Sach-Nr. 150021 - 20
(Dezifix auf 13-mm-Stecker)

R 8406
863
Bl. 11

2. Anwendung

Das VHF-UHF-Feldstärkemeßgerät Type HFU besteht aus dem VHF-UHF-Meßempfänger Type ESU, der zugleich als selektives, hochempfindliches Mikrovoltmeter verwendbar ist, und geeichten Antennen. Im Frequenzbereich von 25 bis 80 MHz wird als Antenne ein nicht abgestimmter Breitband-Dipol, im Frequenzbereich von 80 bis 900 MHz eine logarithmisch-periodische Antenne verwendet.

Für die Anwendung des Gerätes ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten. Als selektives Mikrovoltmeter benützt, eignet sich der Meßempfänger ESU hervorragend für Untersuchungen im Labor, wenn es sich darum handelt, kleine Spannungen mit Frequenzen zwischen 25 und 900 MHz zu messen.

Zusammen mit den eingangs erwähnten, geeichten Antennen dient das Gerät zur Feldstärkemessung, die z.B. für die Untersuchung der Ausbreitungsbedingungen unerlässlich ist. Es ist deshalb auch für den mobilen Einsatz ausgerüstet. Zur Stromversorgung wird dann eine 12-V-Batterie verwendet.

Eine dritte Anwendungsmöglichkeit des ESU als Empfänger liegt auf dem Gebiet der Funküberwachung. Zusammen mit dem Frequenzbandschreiber Type FBS (Abschn. 3.5.) kann die Frequenzbandbelegung über jeweils einen Frequenzbereich des ESU laufend registriert und kontrolliert werden.

Die Funküberwachung wird durch den Panoramazusatz Type ESUP (BN 1500211), der die spektrale Verteilung des empfangenen Signals und des Frequenzgebietes zu dessen beiden Seiten als Bild auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre liefert, wesentlich erleichtert. Dieser Panoramazusatz kann unmittelbar an den ESU angeschlossen werden.

Verschiedene, im ESU eingebaute Einrichtungen erweitern die Anwendungsmöglichkeiten des Gerätes. Es ist sowohl für die Demodulation amplituden- als auch frequenzmodulierter Träger eingerichtet, so daß sich Signale beider Modulationsarten abhören, messen und überwachen lassen. Bei der Überwachung getasteter Sender oder beim Messen unmodulierter Spannungen erleichtert der eingebaute A_1 -Überlagerer die Abstimmung.

Zum Abhören der Modulation oder des Interferenztönen beim Arbeiten mit dem A_1 -Überlagerer ist je eine Anschlußmöglichkeit für Kopfhörer und Lautsprecher vorgesehen.

R 8406
863
Bl. 12

Von den beiden umschaltbaren Bandbreiten ($\pm 12,5$ kHz und ± 60 kHz) ist die breite zum Empfang von FM-Signalen geeignet, während die schmale eine hohe Nachbarkanalselektion gewährleistet. Dadurch lassen sich auch bei dichter Belegung eines Frequenzbandes die einzelnen Sender noch gut trennen, was z.B. bei der Überwachung der Frequenzbandbelegung und in vielen anderen Fällen von großer Bedeutung ist. Bei der Feldstärkemessung oder bei Verwendung des ESU als Mikrovoltmeter können infolge der hohen Selektivität auch die Harmonischen der Empfangsfrequenz ausgemessen und auf diese Weise der Klirrfaktor des Senders bzw. der Spannungsquelle bestimmt werden. Auch Impulsspektren lassen sich messen.

Die Anzeigeart ist umschaltbar. Es kann deshalb sowohl der Mittel- als auch der Spitzenwert eines Signals gemessen werden. Die Mittelwertmessung wird im allgemeinen bei unmodulierten, sowie bei AM- und FM-Signalen angewandt, die Spitzenwertmessung dagegen bei impulsmodulierten. Bei der Spitzenwertmessung wird der absolute Spitzenwert des Signals durch Kompensation bestimmt. Eine dritte Anzeigeart dient der Feldstärkemessung von Fernsehsendern. Mit ihr kann entsprechend der CCIR-Norm der Effektivwert in der Synchronspitze unabhängig vom Bildinhalt gemessen werden.

Für die Zwischenfrequenzen sind Ausgänge vorhanden, aus denen das ZF-Signal zur weiteren Verwendung, z.B. im Störmeßzusatz EZS (Abschn. 3.3.5.4.), im Panoramazusatz ESUP oder zur oszillografischen Beobachtung usw. entnommen werden kann.

Ein mit der Frequenzabstimmung mitlaufender Eichgenerator erlaubt eine Spannungseichung des Gerätes bei jeder Meßfrequenz. Gleichzeitig kann er einen festen Pegel, der z.B. für Vierpolmessungen geeignet ist, an einen eigens dafür vorgesehenen Ausgang abgeben. Durch eine innere Anschaltung des Eichgeneratorpegels an den Eingang des Gerätes kann mit dem Pegelschalter die Spannung am Registriererausgang in Stufen von 10 db definiert verändert werden. An einem angeschlossenen Registriergerät läßt sich auf diese Weise der Maßstab der Aufzeichnung festlegen.

3. Bedienung

Durch die übersichtliche Anordnung der Bedienungselemente (Schalter, Buchsen usw.) an der Frontplatte und deren Beschriftung wird eine einfache und sichere Bedienung des Gerätes ermöglicht. Allerdings muß sich die Beschriftung auf Stichworte oder sogar Abkürzungen beschränken, um die Übersichtlichkeit nicht zu beeinträchtigen. Deshalb werden im nächsten Abschnitt (3.1.) die einzelnen Bedienungselemente der Reihe nach erläutert, während die einzelnen Bedienungsphasen dann in den folgenden Abschnitten behandelt werden. Die im Text eingestreuten Zahlen beziehen sich auf die Frontansicht (Bild 1).

3.1. Bedienungselemente an der Frontplatte

- ① Aus dieser Buchse, dem Normalspannungsausgang, kann die vom Eichgenerator erzeugte Spannung entnommen werden. Nach durchgeführtem Eichvorgang „Eichen I“ (Abschn. 3.3.3.) hat sie einen Wert von 90 db über 1 μ V (31,6 mV). Ihre Frequenz ist angenähert gleich der an der Skala ⑦ eingestellten, muß aber mit dem Knopf ⑩ genau auf die Empfangsfrequenz abgestimmt werden. Sie kann z.B. zu Vierpolmessungen, zum Schreiben einer Eichtreppe an einem Registriergerät unter Zuhilfenahme einer Eichleitung (Abschn. 3.4.1.), oder zu anderen Zwecken Verwendung finden. Der Innenwiderstand dieses Ausganges beträgt $R_i = 60 \Omega$.
- ② Dieser Ausgang liefert wahlweise eine Zwischenfrequenz von 2 MHz oder von 21,4 MHz bei einem Quellwiderstand von 60 Ω . Die Umschaltung der Zwischenfrequenz geschieht durch Umstecken eines Kabels innerhalb des Gerätes nach Abschn. 3.6. Liefert dieser Ausgang eine ZF = 2 MHz, so dient er zum Anschluß des Störmeßzusatzes EZS und ist damit mindestens 43,5 db übersteuerungssicher. Umgesteckt auf ZF = 21,4 MHz dient der gleiche Ausgang zum Anschluß des Panoramazusatzes ESUP und hat dann eine Bandbreite von etwa 1 MHz.
- ③ Dies ist ebenfalls ein ZF-Ausgang mit $R_i = 60 \Omega$, an dem eine Spannung von 200 mV mit einer Frequenz von 2 MHz und umschaltbarer Bandbreite steht. Das Signal ist hier zur oszillografischen Beobachtung oder zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

- ④ Durch Drücken dieser Taste wird die Beleuchtung der Frequenz- und Instrumentenskala eingeschaltet. Eine Drehung des gedrückten Knopfes verriegelt diesen.
- ⑤ Dieser Knopf dient zum Einstellen der Verstärkung beim Eichvorgang „Eichen II“ (Abschn. 3.3.3.).
- ⑥ Das Instrument zeigt unter Berücksichtigung der Pegelschalterstellung die am Eingang liegende Spannung in db über 1 μ V. Die 0-db-Marke jeder der drei Skalen entspricht daher dem Wert 1 μ V bei Spannungsmessungen bzw. 1 μ V/m bei Feldstärkemessungen. Im Falle der Feldstärkemessung muß zum angezeigten Wert noch der Antennenfaktor (Abschn. 3.3.5.2.) addiert werden.

Die obere schwarze Skala ist von 0 bis 20 db linear geteilt, die mittlere rote von 0 bis 40 db logarithmisch und die untere rote von 0 bis 60 db ebenfalls logarithmisch. Die 60-db-Skala hat eine geringere Genauigkeit als die beiden anderen Skalen und dient hauptsächlich zu informatorischen Messungen. Die drei Skalen sind den drei Anzeigebereichen zugeordnet, von denen jeweils einer mit dem Schalter ⑳ eingeschaltet werden kann.

Das Meßergebnis ist jeweils die Summe aus dem am Instrument abgelesenen und dem am Pegelschalter ⑲ eingestellten Wert.

Das Instrument dient außerdem noch zur Anzeige bei den Eichvorgängen und zum Prüfen der Batteriespannung.

Die mit ⑦ bis ⑪ bezeichneten Bedienungselemente befinden sich auf den Frontplatten der drei auswechselbaren HF-Teil-Einschübe. Diese Einschübe unterscheiden sich äußerlich nur in der Beschriftung, ansonsten im Frequenzbereich. In Bild 1 ist das HF-Teil III (460...900 MHz) dargestellt. Die Anordnung der Bedienungselemente ist bei allen drei HF-Teil-Einschüben gleich.

- ⑦ Die Frequenzskala ist in Form einer Schraube auf einen Zylinder gezeichnet, der sich bei Betätigung des Abstimmknopfes ⑨ um seine senkrechte Achse dreht. Ein schwarzer Rahmen wandert dabei entsprechend der Skalendrehung nach oben oder unten. Die eingestellte Frequenz ist durch die Skalenmarke gekennzeichnet, die hinter dem senkrechten Strich im Skalenfenster und in der Zeile steht, die von dem schwarzen Rahmen umgeben ist.

- ⑧ Mit diesen beiden Knebeln wird der Einschub verriegelt, wenn sie in Stellung „zu“ stehen. Drückt man beide gegen die Mitte des Einschubes, so ist dieser entriegelt und kann nach vorne herausgezogen werden.
- ⑨ Durch Drehen dieses Knopfes erfolgt die Frequenzabstimmung. Die eingestellte Frequenz kann an der Skala ⑦ abgelesen werden.
- ⑩ Der Eichgenerator ist mit der Frequenzabstimmung mechanisch gekuppelt und läuft infolgedessen mit, d.h. er ist stets auf die eingestellte Frequenz abgestimmt. Da aber ein völliger Gleichlauf nicht zu erreichen ist, soll die noch vorhandene Abweichung mit diesem Knopf ausgeglichen werden. Die Nachstimmung erfolgt auf maximalen Zeigeraus-
schlag am Instrument ⑥ .
- ⑪ Mit diesem Knopf wird die Spannung des Eichgenerators eingestellt und zwar auf Vollausschlag am Instrument ⑥ (Abschn. 3.3.3.).
- ⑫ Dieser Knopf dient zur Eichung im logarithmischen Anzeigebereich (Abschn. 3.3.3.).
- ⑬ Über diesen achtpoligen Flanschstecker wird das Gerät mit der Stromquelle verbunden. Das Anschlußkabel für Netzbetrieb ist mit einem Schukostecker, das für Batteriebetrieb mit Kabelschuhen versehen. Allein durch die Verwendung des einen oder anderen Kabels wird das Gerät auf Netz- bzw. Batteriebetrieb geschaltet.
- ⑭ Mit diesem Kippschalter wird das Gerät sowohl bei Netz- als auch bei Batteriebetrieb ein- bzw. ausgeschaltet.
- ⑮ Zum Abhören der Modulation oder des Interferenztones bei eingeschaltetem A_1 -Überlagerer kann an diese Buchsen ein Kopfhörer angeschlossen werden. Die oberen beiden sind geerdet. Der Innenwiderstand beträgt $R_1 = 4 \text{ k}\Omega$.
- ⑯ Zur Registrierung der Meßwerte kann an diese beiden Buchsen, an denen bei Vollausschlag des Instrumentes ⑥ eine Gleichspannung von -3 V steht, ein Schreiber angeschlossen werden. Der Innenwiderstand dieses Ausganges beträgt $R_1 = 500 \text{ k}\Omega$. Die obere der beiden Buchsen liegt an Masse.

- ①7 Soll an Stelle eines Kopfhörers ein Lautsprecher verwendet werden, so kann man ihn an diese beiden Buchsen, von denen die obere an Masse liegt, anschließen. Die Lautsprecherimpedanz soll etwa 15 Ω betragen.
- ①8 Mit diesem Knopf kann die Spannung an den Ausgängen ①5 und ①7 und damit die Lautstärke nach Bedarf eingestellt werden. Eine Drehung im Uhrzeigersinn erhöht die Lautstärke, wie der über dem Knopf angebrachte Amplitudenpfeil zeigt.
- ①9 Hiermit kann der Pegel in Stufen von je 10 db verändert werden. Dies geschieht durch eine programmierte Umschaltung des kapazitiven Teilers im ZF-Teil und des 60- Ω -Teilers am HF-Eingang. Außerdem hat dieser Schalter noch drei Eichstellungen. Die Stellungen Eichen I, II und III sind bei den Eichvorgängen (Abschn. 3.3.3.) nacheinander einzuschalten.
- ②0 Mit diesem Schalter kann die Bandbreite $\pm 12,5$ kHz bzw. ± 60 kHz gewählt werden.
- ②1 Empfängereingang ($R_E = 60 \Omega$). Hier wird die zu messende Spannung bzw. bei Feldstärkemessungen das Verbindungskabel zur Antenne angeschlossen.
- ②2 Mit diesem Schalter kann der Eichgenerator auch außerhalb des eigentlichen Eichvorganges eingeschaltet werden. Die vom Eichgenerator gelieferte Normalspannung wird dann entweder an den Normalspannungsausgang ① (Stellung „Ein“) oder innerhalb des Gerätes an den Eingang ②1 (Stellung „Ein Int.“) geschaltet.
- ②3 Mit diesem Schalter wählt man den Anzeigebereich des Instrumentes ⑥. Den drei Stellungen des Schalters sind die drei Skalen des Instrumentes zugeordnet.
- ②4 Mit diesem Knopf kann man die Kompensationsspannung, mit der bei Spitzenwertmessung die Meßdioden vorgespannt werden, in ihrer Größe verändern. Diese Spannung wird am Anzeigeinstrument angezeigt und entspricht bei richtigem Abgleich (Abschn. 3.3.6.) dem Spitzenwert des Signals. Der Knopf soll nach der Messung stets an den linken Anschlag gedreht werden.

- ②5 Der Betriebsartenschalter ermöglicht eine Umschaltung des Gerätes auf den Empfang amplitudenmodulierter (AM) oder frequenzmodulierter (FM) Sender. In der Stellung AM/A₁ ist der A₁-Überlagerer eingeschaltet.
- ②6 Dieser Schalter erlaubt die Wahl zwischen Mittelwert- und Spitzenwertmessung. Die Stellung „TV“ ist für die Messung von Fernsehbildsendern gedacht.
- ②7 Stellt man diesen Schalter auf „Ein“, so wird ein Oszillator des Gerätes etwaigen Frequenzschwankungen in einem bestimmten Bereich automatisch nachgeführt. Dadurch werden Meßfehler durch Frequenzschwankungen oder -driften weitgehend vermieden. In der Stellung „Batt.“ kann die Batteriespannung mit dem Instrument ⑥ geprüft werden. Solange sich der Zeiger des Instrumentes in die blaue Marke stellt, ist die Batterie ausreichend geladen.

3.2. Inbetriebnahme

Das Gerät kann sowohl aus einem Wechselstromnetz, als auch mit einer Gleichspannung aus einer 12-V-Batterie betrieben werden. Eine Umschaltung auf Netz oder Batterie ist nicht erforderlich, sie geschieht bereits durch Verwendung des entsprechenden Kabels. Ein- und ausgeschaltet wird das Gerät in beiden Fällen mit dem Kippschalter ⑭ (Bild 1).

3.2.1. Netzbetrieb

Das Netzkabel wird an den achtpoligen Flanschstecker ⑬ (Bild 1) angeschlossen.

Bei Auslieferung ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Soll es an einem Netz mit anderer Nennspannung (115, 125, 235 V) betrieben werden, so ist eine Umschaltung erforderlich. Hierzu muß der HF-Einschub entfernt und außerdem das Gerät aus dem Kasten genommen werden, nachdem man die vier Befestigungsschrauben, zwei am oberen und zwei am unteren Rand der Frontplatte, gelöst hat. Wie Bild 2 zeigt, sind dann der Spannungswähler und die Sicherungen zugänglich. Man löst nun die beiden Schrauben, die die Lasche A halten, verbindet durch diese Lasche die

Mittelschraube mit derjenigen, die mit der vorhandenen Netzennspannung beschriftet ist und zieht alle Schrauben wieder fest.

Erfolgt die Umstellung auf eine niedrigere Nennspannung (115 oder 125 V), so müssen auch die beiden Schmelzeinsätze Si1 und Si2, beide 0,8 A, gegen solche für 1,6 A ausgetauscht werden. Stellt man dagegen das Gerät auf 235 V um, so sind die beiden Schmelzeinsätze nicht auszutauschen.

Netzspannungsschwankungen bis zu $\pm 10\%$ vom Nennwert (115, 125, 220 und 235 V) sind ohne weiteres zulässig. Dadurch wird die Funktion des Gerätes nicht beeinträchtigt. Bei größeren Abweichungen empfiehlt es sich, einen Regeltransformator oder einen Konstanthalter vorzuschalten.

3.2.2. Batteriebetrieb

Hierzu ist eine 12-V-Batterie mit ausreichender Amperestundenzahl (etwa 100 Ah) erforderlich. Das Batteriekabel wird an den achtpoligen Flanschstecker (13) (Bild 1) angeschlossen. Durch Verwendung dieses Kabels wird das Gerät gleichzeitig auf Batteriebetrieb geschaltet. An die Batterie muß das Kabel polrichtig angeschlossen werden. Dazu sind die Kabelschuhe mit + und - bezeichnet. Nach dem Einschalten prüft man zweckmäßigerweise die Batteriespannung, indem man den Schalter (27) auf „Batt.“ stellt. Der Zeiger des Instrumentes (6) muß sich dann an die blaue Skalenmarke stellen. Bleibt er darunter, so ist die Batteriespannung für einen einwandfreien Betrieb zu niedrig. Die Batterie muß dann nachgeladen werden. Nach der Batterieprüfung den Schalter (27) wieder auf „Aus“ stellen.

3.2.3. Kontrolle des Instrument-Nullpunktes

Der Zeiger des Instrumentes (6) (Bild 1) muß bei ausgeschaltetem Gerät auf dem äußersten linken, mit „M“ bezeichneten Skalenstrich stehen. Das ist der mechanische Nullpunkt. Bei einer eventuellen Abweichung der Zeigerstellung läßt sich diese mit dem im Instrumentgehäuse eingelassenen Schlitzkopf korrigieren.

3.3. Messen von Spannungen und Feldstärken

Mit dem Meßempfänger ESU lassen sich kleine, hochfrequente Spannungen und in Verbindung mit einer der zugehörigen Antennen auch Feldstärken messen. Der Meßvorgang ist bei der Spannungs- und bei der Feldstärke-messung im wesentlichen der gleiche.

3.3.1. Anschließen der zu messenden Spannung

Die zu messende Spannung wird über ein koaxiales 60- Ω -Kabel in den mit einem Dezifix versehenen Anschluß (21) (Bild 1) eingespeist. Der Eingangswiderstand beträgt $R_E = 60 \Omega$.

Sind die zur Verfügung stehenden Kabel nicht mit Dezifix-Verbindungen, sondern mit einem anderen Steckersystem ausgerüstet, so kann der Anschluß (21) nach Abschnitt 3.10. auf dieses System umgerüstet werden.

3.3.2. Frequenzabstimmung

Durch Verwendung des entsprechenden HF-Teil-Einschubes wird der Frequenzbereich gewählt. Der geeignete Einschub wird in den rechts in der Frontplatte (Bild 1) befindlichen Ausschnitt geschoben und dadurch verriegelt, daß man die beiden Knebel (8) in Richtung auf die Bezeichnung „zu“ drückt. Nach einigen Minuten Einlaufzeit ist das Gerät betriebsbereit.

Das Abstimmen auf die Frequenz der Eingangsspannung erfolgt mit dem Knopf (9) am HF-Teil-Einschub unter Beobachtung des Instrumentes (6) (maximaler Zeigerausschlag). Während der Abstimmung muß meist gleichzeitig der Pegelschalter betätigt werden, damit der Zeiger des Instrumentes stets unter Vollausschlag gehalten wird und somit der Verlauf der Abstimmung beobachtet werden kann.

Eine Erleichterung beim Aufsuchen eines Senders, besonders in dicht belegten Frequenzbändern, ist durch Abhören der Modulation zu erreichen.

Zum Empfang getasteter, nicht tonmodulierter Signale besitzt das Gerät einen A_1 -Überlagerer, der mit dem Schalter (25) eingeschaltet werden kann (Stellung „AM/ A_1 “). Der A_1 -Überlagerer kann auch zum Aufsuchen schwacher, unmodulierter Signale verwendet werden.

R 8406
863
Bl. 20

Die eingestellte Frequenz wird an der Skala (7) abgelesen, deren gestreckte Länge etwa zwei Meter beträgt. Dadurch wird eine hohe Auflösung erreicht. Die Ablesemarke für die eingestellte Frequenz befindet sich auf der von zwei schwarzen Balken begrenzten Skalenzeile. Ein senkrechter Haarstrich ist sowohl in die Vorder- als auch in die Rückseite des Fensters eingraviert. Blickt man so auf die beiden Striche, daß sie zur Deckung kommen, so ist die Ablesung frei von einem Parallaxenfehler.

3.3.3. Eichen

Durch den Eichvorgang wird der noch vorhandene Frequenzgang der Verstärkung beseitigt. Sollen die in Abschn. 1. angegebenen Fehlergrenzen eingehalten werden, so muß nach jeder größeren Frequenzänderung geeicht werden. Bei kleinen Änderungen von einigen Prozent ist eine erneute Eichung meist nicht notwendig. Bei länger dauernden Messungen ist es zu empfehlen, zwischendurch die Eichung zu kontrollieren.

Während der Eichung kann die Eingangsspannung angeschlossen bleiben, sie wird innerhalb des Gerätes abgetrennt.

Der Eichvorgang gliedert sich in drei Teilvorgänge. Zunächst wird die Spannungsamplitude des Eichgenerators eingestellt (Eichen I). Mit Hilfe dieser Eichspannung, deren Frequenz auf die Eingangsfrequenz abgestimmt wird, ist in der Pegelschalterstellung „Eichen II“ die Gesamtverstärkung des Gerätes einzustellen. In der Schalterstellung „Eichen III“ wird die Regelspannung für den logarithmischen Anzeigebereich von 40 db eingestellt. Im einzelnen geht man in folgender Weise vor:

- a) Pegelschalter (19) (Bild 1) auf „Eichen I“ stellen und mit dem Knopf (11) den Zeiger des Instrumentes (6) auf Vollausschlag bringen.
- b) Pegelschalter auf „Eichen II“ stellen. Mit dem Knopf (10) den Eichgenerator auf die eingestellte Frequenz nachstimmen (maximale Anzeige am Instrument).
- c) Mit dem Knopf (5) („Eichen II“) Vollausschlag am Instrument einstellen.
- d) Eventuell Kontrolle von a, b und c.
- e) Pegelschalter auf „Eichen III“ stellen und mit dem Knopf (12) Vollausschlag am Instrument einstellen.

Der Eichvorgang nach Punkt e kann entfallen, wenn nicht im logarithmischen Anzeigebereich gemessen wird. Bei Frequenzwechsel braucht „Eichen III“ nicht korrigiert zu werden.

Wenn der Pegelschalter in einer der drei Eichstellungen steht, ist der Anzeigebereichschalter (23) wirkungslos. Er kann sich daher während der Eichung in einer beliebigen Stellung befinden.

3.3.4. Spannungsmessung

Zur Messung von Spannungen geht man folgendermaßen vor:

- a) Die zu messende Spannung wird über ein koaxiales Kabel in den Eingang (21) (Bild 1) eingespeist.
- b) ESU nach Abschn. 3.3.2. auf die Frequenz der Eingangsspannung abstimmen. Kopfhörer oder Lautsprecher an (15) bzw. (17) anschließen, wenn die Spannung moduliert ist und durch Abhören das Aufsuchen erleichtert wird. Dies ist häufig bei Feldstärkemessungen (Abschn. 3.3.5.) der Fall.
- c) Mit Schalter (20) Bandbreite wählen. In den meisten Fällen wird man die Bandbreite ± 60 kHz verwenden. Die Abstimmung ist dabei leichter. Die schmale Bandbreite $\pm 12,5$ kHz ist für Messungen kleinster Spannungen ($< 2 \mu\text{V}$) geeignet, weil dann das Rauschen wesentlich geringer ist. Bei Feldstärkemessungen bevorzugt man die schmale Bandbreite zum Ausmessen von Seitenbändern oder wenn andere Sender dicht benachbart sind.
- d) ESU nach Abschn. 3.3.3. eichen.
- e) Mit (23) Anzeigebereich wählen. Ist der Anzeigebereich „lin 20 db“ eingeschaltet, so gilt die obere schwarze Skala des Instruments. Dieser Anzeigebereich wird in den häufigsten Fällen ausreichen, wenn es sich um die Messung einigermaßen konstanter Spannungen handelt. In diesem Anzeigebereich wird die größte Meßgenauigkeit erreicht.

Der Anzeigebereich „log 40 db“ ist der mittleren, roten Skala des Instruments zugeordnet und eignet sich für die Messung bzw. Beobachtung veränderlicher Spannungen. Die Meßgenauigkeit ist der geringeren Auflösung der Skala wegen nicht so hoch wie im Bereich „lin 20 db“.

Im Anzeigebereich „log 60 db“, zu dem die unterste, rote Skala des Instruments gehört, ist die Meßgenauigkeit entsprechend vermindert. Er eignet sich deshalb hauptsächlich für informatorische Messungen. Bei Registrierungen kann auch dieser Anzeigebereich geeicht werden, wenn man den Registrierstreifen nach Abschn. 3.4.1. mit einer Eich-treppe versieht.

- f) Mit (26) Mittel-, Spitzenwert oder TV wählen (Abschn. 3.3.6.). Bei Messung amplituden- und frequenzmodulierter Spannungen verwendet man im allgemeinen die Mittelwertanzeige.
- g) Mit dem Pegelschalter (19) einen gut beobachtbaren Ausschlag am Instrument einstellen. Bei veränderlicher Spannung wird man den Pegel so einstellen, daß auch die maximalen Amplituden noch ablesbar sind, daß also der Zeiger des Instruments immer unter Vollausschlag bleibt.
- h) Soll eine Messung bei hoher Frequenz und schmaler Bandbreite erfolgen, oder sollen Langzeitbeobachtungen bzw. -registrierungen vorgenommen werden, so besteht die Möglichkeit, die geringe vorhandene Frequenz-unkonstanz der eingebauten Oszillatoren oder der zu messenden Span-nung durch Einschalten der automatischen Nachstimmung (27) zu verbesser. Vorher soll jedoch das Gerät auf die Mittenfrequenz abgestimmt sein.

Bei kurzzeitigem Aussetzen des Trägers, bei Tastung oder bei sehr starken Schwundeinbrüchen ist die Verwendung der automatischen Nachstimmung nicht zu empfehlen. Hierbei besteht nämlich die Gefahr daß der zu messende Sender während des Verschwindens des Trägers aus dem Fangbereich der automatischen Nachstimmung hinausläuft und nach dem Wiedereinsetzen nicht mehr verfolgt werden kann.

- i) Das Meßergebnis in db ist die Summe aus der Instrumentanzeige unter Berücksichtigung des eingeschalteten Anzeigebereiches und dem db-Wert der Pegelschalterstellung.

Als Bezugswert für 0 db ist 1 μ V zugrunde gelegt, so daß die Spannungswerte in

db über 1 μ V

angegeben werden. Für die Umrechnung des Meßergebnisses in das Spannungsmaß gilt die Beziehung

$$U = 10^{a/20},$$

wobei U die Spannung in Volt und a der abgelesene db-Wert ist.

Hierzu ein Beispiel:

Pegelschalterstellung	+20 db
Schalter (23) steht auf	lin 20 db
Anzeige am Instrument	14 db

Meßergebnis in db über 1 μ V:

$$U = 20 + 14 = 34 \text{ db}$$

Meßergebnis in μ V:

$$\begin{aligned} U &= 10^{34/20} \\ &= 10^{1,7} \\ &= 50,1 \mu\text{V} \end{aligned}$$

Die Umrechnung der gemessenen db-Werte in das Spannungsmaß V wird durch Ablesen aus einem Nomogramm (Bild 13) wesentlich vereinfacht.

- k) Bei Anwesenheit eng benachbarter Störfrequenzen kann ein zusätzlicher Fehler in der Anzeige auftreten, der in Abschn. 3.9. ausführlich behandelt ist.

3.3.5. Feldstärkemessung

Die Feldstärkemessung ist eine Spannungsmessung an einer Antenne mit bekannten Eigenschaften. Daher entspricht der Meßvorgang grundsätzlich dem der Spannungsmessung (Abschn. 3.3.4.). Als Antennen können zum Meßempfänger ESU ein nicht abgestimmter Breitband-Dipol und eine logarithmisch-periodische Antenne geliefert werden.

Der Breitband-Dipol ist seiner Länge nach nicht veränderlich, sein Quellwiderstand ist kompensiert. Er wird zu Messungen im Frequenzgebiet zwischen 25 und 80 MHz verwendet.

Für Feldstärkemessungen bei Frequenzen zwischen 80 und 900 MHz verwendet man die logarithmisch-periodische Antenne, die innerhalb dieses Frequenzbereiches einen konstanten Gewinn von etwa 6 db aufweist.

Eine Abstimmung der Antennen ist in keinem Fall notwendig.

R 8406
863
Bl. 24

3.3.5.1. Aufstellen und Bedienung der logarithmisch-periodischen Antenne und des Breitband-Dipols.

Beim Aufstellen der Antenne ist zu beachten, daß genügend Abstand von feldverzerrenden, reflektierenden Gegenständen eingehalten wird.

Im Betriebszustand ist jeweils eine der Antennen an einem Antennenträger befestigt, der an einem Mast auf- und abgefahren werden kann. Mast und Antennen sind für den Transport zerlegbar. Der Zusammenbau am Meßort geht folgendermaßen vor sich:

- a) Stativ (Bild 3) aufstellen. Dazu mit den drei Knebeln A die Klemmung der Stativbeine lösen, diese ausziehen und anschließend wieder festklemmen. Stativbeine soweit als möglich spreizen, um einen festen Stand des Statives zu erreichen. Unebenheiten des Bodens können durch verschiedene Auszugslängen der Stativbeine ausgeglichen werden.
- b) Den Lagerbolzen C des Schwenkarmes (Bild 4) in den Stativkopf einführen und mit dem Knebel B festklemmen.
- c) Durch leichtes Ziehen am Seil und gleichzeitiges Linksdrehen der Kurbel D (gegen den Uhrzeigersinn) das Seil auf gut drei Meter Länge von der Trommel abwickeln.
- d) Das Seil durch das Mastunterteil (Länge 1,5 Meter) fädeln (Bild 5) und dieses so in den Schwenkarm einführen, daß der Kopf der Zylinderschraube G in die Aussparung E am Schwenkarm zu liegen kommt. Mastunterteil mit der Klemmschraube F festklemmen.
- e) Das Seil durch den Antennenträger fädeln und diesen von oben über das Mastunterteil schieben wie Bild 6 zeigt. Dabei die Sperre I anheben (Pfeil in Bild 6).
- f) Seil weiter abwickeln wie unter c).
- g) Das Seil durch das Mastoberteil fädeln und dieses so auf das Unterteil setzen (Bild 7), daß der Kopf der Zylinderschraube M in die Aussparung H des Mastunterteiles zu liegen kommt. Das Seil in die Seilrolle N legen und den Deckel O aufsetzen.
- h) Das Seil wie unter e) weiter abrollen und den Haken in die Sperre I des Antennenträgers einhängen. Mit der Kurbel durch Rechtsdrehen das Seil spannen.

R 8406
863
Bl. 25

- i) Das Führungsrohr P für das Antennenkabel mit dem geschlitzten Ende in den Antennenträger einführen wie Bild 8 zeigt und mit der Schraube K festklemmen. Antennenkabel durch das Rohr schieben.
- k) Die einzelnen Stäbe der log.-per. Antenne in den Antennenholm einschrauben, wie Bild 9 zeigt.
Soll der Breitbanddipol verwendet werden, so schraubt man erst die Dipolstäbe, die aus je zwei Teilen bestehen, zusammen und anschließend werden die beiden Stäbe in den Dipolkopf eingeschraubt (Bild 10).
- l) Antennenkabel an die log.-per. Antenne oder den Breitband-Dipol anschließen. Flansch Q der Antenne an den Flansch des Antennenträgers setzen. Die beiden Flügelschrauben L am Antennenträger einschwenken und die Antenne damit befestigen (Bild 11).

Um die Antenne nach oben zu bewegen, dreht man die Kurbel D nach rechts (Uhrzeigersinn). Eine Sperrklinke, die in ein auf der Seiltrommel sitzendes Sperrrad einrastet, verhindert ein selbsttätiges Heruntergleiten. Beim Drehen der Kurbel gegen den Uhrzeigersinn ermöglicht eine Friktionskupplung die Bewegung der Antenne nach unten.

3.3.5.2. Messen von Nutzfeldstärken

Der Meßvorgang ist der gleiche wie bei der Spannungsmessung (Abschn. 3.3.4.) Er unterscheidet sich nur im Punkt i), weil bei der Feldstärkemessung noch der Antennenfaktor berücksichtigt werden muß.

Das Ergebnis der Feldstärkemessung ist die Summe aus der Instrumentanzeige unter Berücksichtigung des eingeschalteten Anzeigebereiches, dem db-Wert der Pegelschalterstellung und dem Antennenfaktor. Als Bezugswert für 0 db wurde der Wert $1 \mu\text{V}/\text{m}$ festgelegt, so daß das Meßergebnis in

db über $1 \mu\text{V}/\text{m}$

angegeben wird. Der Antennenfaktor ist frequenzabhängig und kann sowohl für den Dipol als auch für die logarithmisch-periodische Antenne aus dem Diagramm Bild 12 entnommen werden.

R 8406
863
Bl. 26

Für die Umrechnung des in dieser Maßeinheit gewonnenen Feldstärkewertes in das Feldstärkemaß $\mu\text{V}/\text{m}$ gilt die Beziehung

$$E = 10^{a/20},$$

worin E die Feldstärke in $\mu\text{V}/\text{m}$ und a der gemessene Wert in db über $1 \mu\text{V}/\text{m}$ ist. Diese Umrechnung kann auch an Hand des Nomogrammes Bild 13 vorgenommen werden.

Beispiel: Pegelschalterstellung	+10 db
Schalter (23) steht auf	lin 20 db
Anzeige am Instrument	13,5 db
Frequenz	300 MHz
Verwendete Antenne	log.-per. Antenne

Die Eingangsspannung U_e beträgt

$$U_e = 10 + 13,5 = 23,5 \text{ db über } 1 \mu\text{V}/\text{m}$$

Der Antennenfaktor k für die logarithmisch-periodische Antenne bei 300 MHz ist 10,5 db. Damit ergibt sich eine Feldstärke

$$\begin{aligned} E &= U_e + k \\ &= 23,5 + 10,5 \\ &= 34 \text{ db über } 1 \mu\text{V}/\text{m} \end{aligned}$$

Umgerechnet in das Feldstärkemaß ist

$$\begin{aligned} E &= 10^{34/20} \\ &= 10^{1,7} \\ &= 50,1 \mu\text{V}/\text{m} \end{aligned}$$

Bei Anwesenheit eng benachbarter Störsender kann ein zusätzlicher Fehler in der Instrumentanzeige auftreten, der in Abschn. 3.9. ausführlich behandelt ist.

3.3.5.3. Messen von Störfeldstärken

Es lassen sich zwei Arten von Funkstörungen unterscheiden: Sinusstörer und Impulsstörer. Die durch beide Störungsarten hervorgerufenen Feldstärken können mit dem HFU gemessen werden.

R 8406
863
Bl. 27

Durch Sinusstörer hervorgerufene Feldstärken werden wie Nutzfeldstärken gemessen (Abschn. 3.3.5.2.), wobei man wie dort im allgemeinen die Mittelwertanzeige verwendet. Der Meßvorgang und die Ermittlung des Ergebnisses unterscheiden sich ebenfalls nicht von Abschn. 3.3.5.2.

Bei Impulsstörungen kann mit dem HFU allein die Höhe der Impulse gemessen werden, wobei man die Spitzenwertkompensation anwendet (Abschn. 3.3.6.). Für eine bewertete Messung von Impulsstörungen ist der Störmeßzusatz Type EZS (BN 15131) erforderlich.

3.3.5.4. Bewertete Messung mit dem Störmeßzusatz Type EZS

Zur bewerteten Messung von Störimpulsen wird statt dem im ESU eingebauten Anzeigeteil ein Zusatzgerät, der Störmeßzusatz EZS, verwendet. Mit einem koaxialen Kabel (Dezifix auf 13-mm-Stecker) wird die Buchse „ZF-Ausgang 1 mV/60 Ω “ des ESU (2 in Bild 1) mit dem Eingang des EZS verbunden. Mit einem weiteren gleichartigen Kabel verbindet man den Ausgang des EZS mit der Buchse an dessen Rückseite. Der Zwischenfrequenzumschalter des EZS muß auf „2 MHz“ gestellt werden. Am Meßempfänger ESU müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- a) Der ZF-Ausgang (2) muß auf die ZF = 2 MHz umgesteckt sein (Abschn. 3.6.).
- b) Schalter (20) auf ± 60 kHz.
- c) Schalter (23) auf „lin. 20 db“.

3.3.5.4.1. Eichen mit dem Störmeßzusatz EZS

Durch den Eichvorgang wird die Verstärkung der beiden Geräte auf einen konstanten Wert eingestellt. Vor dem Einschalten soll der mechanische Nullpunkt des EZS-Anzeigeeinstrumentes kontrolliert werden. Eine eventuell erforderliche Korrektur der Zeigerstellung auf die Marke „M“ kann an der Stellschraube am Instrumentengehäuse vorgenommen werden. Nach einigen Minuten Einlaufzeit stimmt man den ESU nach Abschn. 3.3.2. auf die Empfangsfrequenz ab. Anschließend kann mit der Eichung begonnen werden, wobei man am besten folgendermaßen vorgeht:

- a) Bewertungsschalter am EZS in die Stellung „Bewertung 1“ bringen und die Dämpfung des EZS-Teilers auf Null stellen.
- b) Elektrischen Nullpunkt des EZS-Instrumentes einstellen. Der elektrische Nullpunkt ist ebenfalls die Marke „M“. Zur Einstellung dient der mit „El. Nullp.“ bezeichnete Knopf auf der Frontplatte des EZS. Während dieser Einstellung darf keine Eingangsspannung am EZS-Eingang liegen, deshalb die Verbindung ESU-EZS für die Dauer der Nullpunkteinstellung auftrennen.
- c) ESU-Pegelschalter auf „Eichen I“ stellen und mit dem Knopf (11) (Bild 1) Vollausschlag am ESU-Instrument einstellen.
- d) Pegelschalter des ESU auf 90 db drehen und den Schalter (22) auf „Ein Int.“ stellen. Den Eichgenerator des ESU mit dem Knopf (10) auf die eingestellte Frequenz nachstimmen (maximaler Ausschlag am Instrument).
- e) Mit dem Knopf (5) des ESU wird nun die Anzeige am EZS-Instrument auf 0 db gestellt.
- f) Eventuell Kontrolle von c, d und e.

Dieser Eichvorgang soll stets nach der Frequenzabstimmung vorgenommen werden. Bei einem Frequenzwechsel genügt es meistens, nur die Punkte c, d und e des Eichvorganges erneut durchzuführen.

3.3.5.4.2. Störfeldmessung (nach VDE 0876)

Nach vorausgegangener Abstimmung und Eichung wird durch Verändern der ESU-Pegelschalterstellung und des EZS-Teilers (Bereich 0 bis 9 db) am EZS-Instrument eine Anzeige von etwa 0 db eingestellt. Dabei muß beachtet werden, daß der Übersteuerungssicherheit wegen mit dem EZS-Teiler keine größere Dämpfung als 9 db eingeschaltet werden darf. Die 10-db-Schritte müssen mit dem ESU-Pegelschalter geschaltet werden.

Das Meßresultat bei bewertet gemessener Spannung in db über 1 μ V ergibt sich aus der Summe der db-Werte des EZS-Teilers, der Pegelschalterstellung des ESU und der Abweichung von 0 db am EZS-Instrument.

Bei bewertet gemessener Feldstärke muß dazu noch der Antennenfaktor addiert werden, um die Feldstärke in db über 1 $\mu\text{V}/\text{m}$ zu erhalten.

Zur Erläuterung ein Beispiel der Feldstärkemessung:

Stellung am ESU-Pegelschalter	30 db
Dämpfung des EZS-Teilers	2 db
Abweichung von 0 db am	
EZS-Instrument	-0,5 db
Antennenfaktor	10 db
Bewertet gemessene Feldstärke	41,5 db über 1 $\mu\text{V}/\text{m}$
	oder
	119 $\mu\text{V}/\text{m}$

3.3.5.4.3. Vorschriften zur Messung von Störspannungen und -feldstärken

VDE 0871/11.60	Funkstör-Grenzwerte für Hochfrequenzgeräte und -anlagen (Vorschriften)
VDE 0872 Teil 1/1.59	Funk-Entstörung von Ton- und Fernseh-Rundfunk-Empfangsanlagen Teil 1 Regeln für die zulässigen Grenzwerte der von Empfängern ausgehenden Funkstörungen
VDE 0872 Teil 1a/7.61	Funk-Entstörung von Ton- und Fernseh-Rundfunk-Empfangsanlagen Teil 1 Regeln für die zulässigen Grenzwerte der von Empfängern ausgehenden Funkstörungen
VDE 0874/3.59	Richtlinien für Maßnahmen zur Funk-Entstörung
VDE 0875/12.59	Regeln für die Funk-Entstörung von Geräten, Maschinen und Anlagen (ausgenommen Hochfrequenzgeräte sowie Fahrzeuge und Aggregate mit Verbrennungsmotoren)
VDE 0876/12.55	Vorschriften für Funkstör-Meßgeräte
VDE 0877 Teil 1/12.59	Leitsätze für das Messen von Funkstörungen Teil 1 Das Messen von Funkstörspannungen
VDE 0877 Teil 2/12.55	Leitsätze für das Messen von Funkstörungen Teil 2 Das Messen von Störfeldstärken
VDE 0879 Teil 1/3.60	Funk-Entstörung von Fahrzeugen und Aggregaten mit Verbrennungsmotoren Teil 1 Regeln für die Fern-Entstörung der Hochspannungs-Zündanlagen von Otto-Motoren
VDE 0879 Teil 2/1.58	Funk-Entstörung von Fahrzeugen und Aggregaten mit Verbrennungsmotoren Teil 2 Richtlinien für die Nah-Entstörung

++)

C.I.S.P.R. Publication 2 First Edition 1961
Specification for C.I.S.P.R. radio interference measuring apparatus for the frequency range 25 Mc/s to 300 Mc/s.

R 8406
863
Bl. 30

3.3.5.5. Messen der Feldstärke von Fernsehbildsendern

Feldstärken von Fernsehbildsendern werden wie Nutzfeldstärken (Abschn. 3.3.5.2.) gemessen. Den Schalter (26) (Bild 1) stellt man dabei auf „TV“. Es wird dann der Effektivwert der Feldstärke in der Synchronspitze bestimmt. Die Messung ist vom Bildinhalt weitgehend unabhängig. Beim vorhergehenden Eichvorgang muß aber der Schalter (26) auf „Mittelwert“ stehen. Es ist aber auch möglich, den Spitzenwert der Synchronspitze zu messen. Dazu wird (26) auf „Spitzenwert“ gestellt und nach Abschn. 3.3.6. Punkt a bis e verfahren.

3.3.6. Anzeigearten

Die Art der Anzeige, ob Mittel- oder Spitzenwert, kann mit dem Schalter (26) (Bild 1) gewählt werden. Welche Art für die Messung zu benutzen ist, hängt hauptsächlich von der Modulation ab.

Die Feldstärke von unmodulierten, frequenz- oder amplitudenmodulierten Sendern wird vorwiegend mit einer linearen Mittelwertanzeige gemessen. Diese wendet man besonders deshalb an, weil damit auch bei Amplitudenmodulation das Meßergebnis vom Modulationsgrad unabhängig ist.

Bei impulsmodulierten Sendern dagegen kann meist nur der Spitzenwert der Impulse gemessen werden. Das Ausmessen des Spitzenwertes erfolgt nach dem Slide-back-Kompensationsverfahren, bei dem den Meßdioden eine Gleichspannung gegengeschaltet wird, die so hoch ist wie die Impulse. Praktisch geschieht das folgendermaßen:

- a) Schalter (26) auf Spitzenwert stellen. Der Knopf (24) muß zu Beginn der Messung ganz am linken Anschlag stehen.
- b) Kopfhörer, Lautsprecher oder einen Oszillografen an (15) bzw. (17) anschließen, Modulation beobachten.

- c) Knopf (24) langsam nach rechts drehen (Uhrzeigersinn), bis die Modulation gerade verschwindet.
- d) Am Instrument (6) Spitzenwert der Feldstärke bzw. der Spannung ablesen.
- e) Knopf (24) wieder an den linken Anschlag drehen.

Die Spitzenwertanzeige kann auch zur Messung von Störspitzen benutzt werden. Diese Messung entspricht jedoch nicht den Forderungen nach VDE 0877. Außerdem besteht die Möglichkeit, bei amplitudenmodulierten Signalen konstanten Modulationsgrades aus dem Unterschied zwischen Mittel- und Spitzenwert den Modulationsgrad zu bestimmen (Abschn. 3.8.3.1.).

Die dritte mögliche Anzeigeart ist am Schalter (26) mit „TV“ bezeichnet und speziell für Fernsehbildsignale gedacht. Sie liefert den Effektivwert der Synchronspitze unabhängig vom Bildinhalt. Diese Effektivwertanzeige wird durch eine entsprechende Zeitkonstante in der Gleichrichtung erreicht und ermöglicht eine Registrierung der Feldstärke von Fernsehbildsendern.

3.4. Registrieren

Beobachtungen schwankender Feldstärken bzw. Spannungen wird man stets registrieren, weil ein kontinuierlich aufgezeichnetes Beobachtungsergebnis eine entsprechende Auswertung zuläßt und außerdem ein eindeutiges Meßprotokoll darstellt. Zu diesem Zweck liefert der ESU an den Buchsen (16) (Bild 1) bei Vollausschlag seines Instrumentes eine Spannung von etwa -3 V (Innenwiderstand $R_i = 500 \text{ k}\Omega$). An diesen Ausgang kann ein Schreiber angeschlossen werden, z.B. der Gleichspannungsschreiber Type ZSG, der über einen Bereich mit 3 V Vollausschlag verfügt und dessen Eingang mit $R_E = 10 \text{ M}\Omega$ ausreichend hochohmig gegenüber dem Registrier- ausgang des ESU ist. Ein Schreiber mit niedrigerem Eingangswiderstand kann bei entsprechender Empfindlichkeit ebenfalls verwendet werden. Erwähnt sei noch, daß mit dem ZSG nicht nur Registrierungen in Abhängigkeit von der Zeit, sondern auch solche in Abhängigkeit von anderen Größen durchgeführt werden können. Näheres hierüber enthält die ausführliche Beschreibung zum Gleichspannungsschreiber ZSG.

3.4.1. Eichung des Registrierstreifens

Die nutzbare Breite des Registrierstreifens ist im allgemeinen mit einer linearen Teilung bedruckt, die aber zur Registrierung der vom ESU gelieferten Werte nicht ohne weiteres brauchbar ist. Es ist deshalb eine zusätzliche Eichung für die drei Anzeigebereiche erforderlich. Zur Eichung des Registrierstreifens im 60-db-Anzeigebereich verfährt man folgendermaßen:

- a) Schreiber an die Buchsen (16) (Bild 1) anschließen.
- b) ESU nach Abschn. 3.3.3. eichen.
- c) Schalter (22) auf „Ein Int.“ (Normalspannung ein, intern) stellen. Dadurch wird die Normalspannung innerhalb des Gerätes an den Eingang gelegt. Eine etwa bereits angeschlossene Eingangsspannung kanngeschlossen bleiben, sie wird innerhalb des Gerätes abgetrennt.
- d) Pegelschalter (19) auf 40 db und Schalter (23) auf Log 60 db stellen. Die Anzeige am Instrument muß nun 60 db betragen. Wenn nötig, Eichgenerator mit (10) auf Maximum nachgleichen.
- e) Schreiber auf Vollausschlag einstellen (bei ZSG siehe zugehörige Beschreibung).
- f) Pegelschalter (19) nacheinander in 10-db-Stufen von +40 db auf +100 db schalten und nach jeder Stufe das Papier eine kurze Strecke laufen lassen.

Auf diese Weise wird eine Eichtreppe mit sechs Stufen geschrieben, auf die man später die durchgeführte Registrierung bezieht.

Wollte man nach dieser Methode auch in den Anzeigebereichen 40 db und 20 db eine Eichung des Registrierstreifens vornehmen, so würden sich nur vier bzw. zwei Stufen für die Eichtreppe ergeben. Eine genaue Eichung des Registrierstreifens in diesen Anzeigebereichen ist aber ebenfalls möglich, nur muß man dazu eine Eichleitung (z.B. Type DPU BN 18043 oder 18044) verwenden. Die Eichleitung wird, wie Bild 14 zeigt, mit koaxialen Kabeln zwischen den Normalspannungsausgang (1) und den Empfängereingang (21) geschaltet. Der Schalter (22) muß in seine Mittelstellung „Ein“ gebracht werden. Das Eichverfahren gleicht dem vorher für den 60-db-Bereich beschriebenen mit dem Unterschied, daß

- g) zum Schreiben der Eichtreppe nicht der Pegelschalter des ESU, sondern der entsprechende Schalter der Eichleitung betätigt wird und

h) die Stufen daher nicht 10 db betragen müssen, sondern daß sich mit der Eichleitung auch Stufen von z.B. 1 db schalten lassen und dadurch mehr Eichpunkte geschrieben werden können.

Das Eichverfahren mit einer Eichleitung kann selbstverständlich auch im 60-db-Bereich angewendet werden.

Zum Registrieren über längere Zeit ist es zweckmäßig, die automatische Nachstimmung einzuschalten.

3.5. Funküberwachung

Neben der Verwendung als selektives Mikrovoltmeter und als Feldstärkemesser eignet sich der ESU auch als Funküberwachungsempfänger. Er gestattet die Demodulation sowohl amplituden- als auch frequenzmodulierter Signale.

Die Frequenzbandbelegung kann automatisch registriert werden, wenn man in Verbindung mit dem ESU den Frequenzbandschreiber FBS⁺) verwendet.

Für die visuelle Beobachtung eines Frequenzbandes von etwa 1 MHz eignet sich in Verbindung mit dem ESU der Panoramazusatz Type ESUP (BN 1500211). Dieses Gerät wird an den ZF-Ausgang (2) (Bild 1) angeschlossen, der jedoch vorher im Gerät für Panoramabetrieb umgesteckt werden muß (Abschn.3.6.). Mit dem Panoramazusatz ist die direkte Beobachtung eines Spektrums von je etwa 0,5 MHz zu beiden Seiten eines Senders auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre möglich. Bei frequenzmodulierten oder anderen Signalen mit breitem Spektrum (z.B. Fernsehsignale) liefert dieses Gerät eine Darstellung der Modulationsseitenbänder. Die Auflösung beträgt 10 kHz bzw. 3 kHz. Eingblendete Frequenzmarken erlauben eine leichte Auswertung. Näheres über Wirkungsweise und Bedienung enthält die Beschreibung zum ESUP.

3.6. Die ZF-Ausgänge

Über die Buchsen (2) und (3) (Bild 1) sind die Zwischenfrequenzen herausgeführt. Aus Buchse (3) kann eine Spannung mit der ZF = 2 MHz entnommen werden. Sie beträgt bei Vollausschlag des Instrumentes etwa 200 mV. Der Innenwiderstand ist 60 Ω . Dieser Ausgang ist für oszillografische Beobachtungen und zur weiteren Auswertung des empfangenen Signals gedacht.

⁺) Vertrieb: Technisches Entwicklungsbüro Ing. W. Huber München

Die Bandbreite beträgt ± 60 kHz bzw. $\pm 12,5$ kHz.

An der Buchse (2) ist entweder die ZF = 21,4 MHz bei einer Bandbreite von 1 MHz, oder die ZF = 2 MHz mit einer 1-dB-Bandbreite von ± 60 kHz entnehmbar. Bei der Auslieferung des Gerätes ist die ZF = 2 MHz angeschlossen. Diese eignet sich zum Betrieb des Störmeßzusatzes EZS, mit dem Impulse nach VDE 0876 und 0877 bzw. nach C.I.S.P.R. bewertet gemessen werden können. Die Spannung an diesem Ausgang beträgt bei 2 MHz etwa 8 mV für Vollausschlag am Instrument.

Die ZF = 21,4 MHz wird zum Anschluß des Panoramazusatzes benötigt. Die Umschaltung der beiden Zwischenfrequenzen erfolgt im Innern des Gerätes. Nach Lösen der vier Befestigungsschrauben an der Frontplatte wird das Gerät aus dem Kasten genommen. Bild 15 zeigt die Ansicht des herausgenommenen Gerätes von links. Ist das Kabel A so angeschlossen, wie im Bild gezeigt, so liefert der Ausgang (2) 21,4 MHz. Löst man die Überwurfmutter B, zieht den Stecker heraus und bringt ihn in die Buchse C, so kann dem Ausgang (2) eine ZF von 2 MHz entnommen werden.

3.7. Der Normalspannungsausgang

Wenn der ESU nach Abschn. 3.3.3. geeicht ist, steht am Normalspannungsausgang (1) (Bild 1) eine Spannung von 90 dB über 1 μ V, das sind 31,6 mV, bei einem Innenwiderstand von 60 Ω zur Verfügung. Die Frequenz ist gleich der an der Skala (7) eingestellten. Damit enthält der ESU gleichzeitig einen Generator, der eine definierte Spannung abgibt, dessen Frequenzbereich den gleichen Umfang wie der ESU selbst hat und dessen Ausgangsfrequenz jederzeit zwangsläufig auf den Empfänger abgestimmt ist. Diese Einrichtung erweist sich für viele Zwecke als sehr praktisch. So kann der Eingangswiderstand einer Antenne durch Messung des Reflexionsfaktors bestimmt werden, wenn ein Reflektometer (z.B. Type ZUP oder ZDP BN 3569 oder 35691) verwendet wird. Als Generator wirkt der Normalspannungsausgang, als Empfänger der ESU selbst. Diese Messung ist besonders im Verlauf einer Antennenuntersuchung im Gelände interessant, weil man dort kaum über anderweitige batteriegespeiste Geräte zur Reflexionsfaktormessung verfügen wird.

Außerdem können Dämpfungsmessungen an Vierpolen ausgeführt werden, wenn man den Vierpol zwischen den Normalspannungsausgang und den Empfänger-eingang schaltet.

R 8406
863
Bl. 35

3.8. Messung der Oberwellen, des Modulationsklirrfaktors und des Modulationsgrades von Sendern

3.8.1. Ermittlung des Oberwellengehaltes

Zur Ermittlung des Oberwellengehaltes werden die Amplituden der vorhandenen Harmonischen einzeln gemessen. Bild 16 zeigt die Verhältnisse schematisch. f_0 ist die Grundfrequenz der Spannung, $2f_0$, $3f_0$ usw. sind die Harmonischen. Nach oben ist die Amplitude aufgetragen.

Will man den Oberwellengehalt des Strahlungsfeldes eines Senders bestimmen, so werden anstelle der Spannungen die Feldstärken der Harmonischen nach Abschn. 3.3.5. gemessen.

Die Messung wird folgendermaßen durchgeführt:

- a) Das Gerät auf die Grundfrequenz f_0 abstimmen und die Amplitude U_0 messen.
- b) Gerät auf die doppelte Grundfrequenz einstellen und nach vorausgegangener Eichung die Amplitude der ersten Oberwelle U_1 messen.
- c) In gleicher Weise die Amplituden der 2., 3. usw. Oberwellen ausmessen.
- d) Erforderlichenfalls die Amplituden der einzelnen Harmonischen, gemessen in db über $1 \mu V$ bzw. $1 \mu V/m$ in das Spannungsmaß umrechnen. Dies kann nach Abschn. 3.3.4. oder einfacher mit dem Nomogramm Bild 13 geschehen.

3.8.2. Ermittlung des Modulationsklirrfaktors

Die Ermittlung des Modulationsklirrfaktors beruht auf dem Ausmessen der bei der Modulation entstehenden Seitenbandamplituden, wenn die Modulationsseitenbänder durch die Selektivität des ESU genügend getrennt werden können. Bild 17 zeigt dies schematisch. f_0 ist der hochfrequente Träger, auf den zu Beginn der Messung abgestimmt wird.

Meßvorgang:

- a) Gerät auf die Empfangsfrequenz (Träger f_0) nach Abschn. 3.3.2. abstimmen, kleine Bandbreite ($\pm 12,5$ kHz) einschalten und anschließend nach Abschn. 3.3.3. eichen. Die Amplitude des Trägers interessiert in diesem Zusammenhang nicht.
- b) Auf eines der Modulationsseitenbänder A_0 oder B_0 abstimmen und die

Amplitude messen. Anschließend weiter in der gleichen Richtung verstimmen und die Harmonischen der Modulationsgrundfrequenz (B_1, B_2 usw. bzw. A_1, A_2 usw.) messen.

- c) Eine Eichung des Gerätes nach jeder Abstimmung auf die nächst höhere Harmonische ist meist wegen der geringen Frequenzänderung nicht erforderlich.
- d) Die Berechnung des Modulationsklirrfaktors aus den gemessenen Amplituden erfolgt nach der Beziehung

$$k_M = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}}$$

bzw.

$$k_M = \frac{\sqrt{B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_n^2}}{\sqrt{B_0^2 + B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_n^2}}$$

3.8.3. Messen des Modulationsgrades

Der Modulationsgrad einer sinusförmig amplitudenmodulierten HF-Spannung kann durch die Messung von Mittel- und Spitzenwert, durch eine Seitenbandmessung oder durch Ausmessen der Modulation am Oszillografen ermittelt werden. Auf die drei Verfahren ist im Folgenden näher eingegangen.

3.8.3.1. Ermittlung des Modulationsgrades aus Mittel- und Spitzenwert

Dieses Verfahren ist für sinusförmige Modulation geeignet, hat aber gegenüber den anderen Verfahren eine geringere Genauigkeit. Man verfährt folgendermaßen:

- a) Gerät nach Abschn. 3.3.2. auf die Empfangs- bzw. Meßfrequenz abstimmen.
- b) Nacheinander Mittel- und Spitzenwert messen (Abschn. 3.3.6.).
- c) Den Unterschied zwischen Mittel- und Spitzenwert in db auf der Abszisse des Diagrammes Bild 18 aufsuchen und über die Kurve an der Ordinate den Modulationsgrad in % ablesen.

R 8406
863
Bl. 37

3.8.3.2. Ermittlung des Modulationsgrades durch Messung der Seitenbandamplituden

Ohne nachgeschalteten selektiven Verstärker ist nach diesem Verfahren eine Messung des Modulationskoeffizienten erst ab einer Modulationsfrequenz ≥ 25 kHz möglich (hierzu Abschn. 3.9.).

- a) Gerät nach Abschnitt 3.3.2. auf die Empfangs- bzw. Meßfrequenz abstimmen.
- b) Amplitude U_0 des Trägers messen.
- c) Nacheinander auf die Modulationsseitenbänder A_0 und B_0 (Bild 17) abstimmen und die jeweilige Amplitude messen.
- d) Gemessene db-Werte in Spannungswerte umrechnen, am besten mittels des Nomogrammes Bild 13.
- e) Mit den so gewonnenen Werten den Modulationsgrad nach der Beziehung

$$m = \frac{A_0 + B_0}{U_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

errechnen.

3.8.3.3. Ermittlung des Modulationsgrades durch oszillografische Messung

- a) Einen geeigneten Oszillografen an den Ausgang (2) oder (3) anschließen.
- b) Auf dem Oszillogramm die Strecken a und b (Bild 19) ausmessen.
- c) Den Modulationsgrad nach der Beziehung

$$m = \frac{a - b}{a + b} \cdot 100 \quad [\%]$$

errechnen.

3.9. Messungen bei vorhandenen Störfrequenzen

Ist dem zu messenden Sender ein anderer Sender benachbart, so kann das Meßergebnis verfälscht werden. Der hierdurch verursachte Fehler ist sowohl von der Frequenzdifferenz zwischen Nutz- (U_N) und Störsignal (U_{St}), als auch vom Verhältnis der beiden Amplituden abhängig. Die Abweichung der Anzeige vom richtigen Wert kann dabei sowohl positiv (Anzeigevergrößerung) als auch negativ (Anzeigeverringering) sein. Ein positiver Fehler ergibt sich, wenn ein Störsignal innerhalb der ZF-Selektionskurve (Bild 29 bzw. 30) liegt. Ein negativer Fehler kann durch Übersteuerung der HF-Vorstufen verursacht werden.

Die grafischen Darstellungen Bild 20 bis 28 geben die Grenzkurven für einen Anzeigefehler von 1 db wieder. Für jedes HF-Teil sind drei Kurvenblätter vorhanden, je eines für die Bereichmitte und die Bereichenden.

An der Abszisse ist die Differenz zwischen Nutz- und Störfrequenz Δf in MHz, an der Ordinate das Verhältnis $\frac{U_{St}}{U_N}$ in db aufgetragen. Die gestrichelten Kurven gelten für die Bandbreite $\pm 12,5$ kHz, die ausgezogenen für ± 60 kHz.

Die mit einer leichten Krümmung von unten nach oben durchlaufenden Linien sind die Grenzkurven des durch die Selektion bedingten Fehlers von ± 1 db. Liegt ein Schnittpunkt von Δf und $\frac{U_{St}}{U_N}$ auf dieser Linie, so ist mit einem Anzeigefehler von ± 1 db zu rechnen. Liegt er links davon, so ist der positive Fehler > 1 db, rechts davon < 1 db.

Die zunächst waagrecht und nach einer scharfen Krümmung steil nach oben laufenden Linien sind Grenzkurven des durch die Übersteuerung bedingten Fehlers von -1 db mit dem Pegel des Nutzsignals als Parameter. Schnittpunkte von Δf und $\frac{U_{St}}{U_N}$, die unterhalb bzw. rechts von derjenigen Kurve liegen, die für den Pegel des vorhandenen Nutzsignals gilt, ergeben einen negativen Fehler von < 1 db, solche die darüber bzw. links davon liegen, einen solchen von > 1 db. Liegt der Schnittpunkt auf der Kurve, so ist der negative Fehler 1 db.

3.10. Umrüsten des Empfänger-Einganges und des Normalspannungs- Ausganges auf andere Steckersysteme

Müssen zum Anschluß des ESU Kabel mit anderen Steckern verwendet werden, so können der Empfänger-Eingang und der Normalspannungs-Ausgang auch nachträglich in einfacher Weise auf das vorhandene Steckersystem umgerüstet werden. Dabei braucht nur das Endstück des Dezifix-Außenleiters und das des -Innenleiters abgeschraubt und beide Teile durch die entsprechenden des gewünschten Systems ersetzt zu werden.

Zum Abschrauben des Außenleiters ist unter der Sachnummer FZM 10900 ein Spezialschlüssel lieferbar. Der Innenleiter läßt sich mit einem passenden Schraubenzieher abschrauben.

Die Umrüstung der Dezifix-Verbindungen auf andere Steckersysteme kann jedoch zu einer Verschlechterung des Reflexionsfaktors und der Strahlungsdichtheit führen.

In umseitiger Tabelle sind diejenigen Steckersysteme aufgeführt, für die Umrüstsätze geliefert werden können. Die in der Tabelle angegebenen Sachnummern sind zugleich Bestellnummern, die für einen kompletten Umrüstsatz, d.h. für einen Außen- und Innenleiter gelten. Zu beachten ist dabei, daß sich die Umrüstsätze für den Empfänger-Eingang und den Normalspannungsausgang innerhalb eines Systems unterscheiden.

Gewünschtes Anschlußsystem am Gerät	Z Q	Bestellnummer des Umrüstsatzes für Empfänger-Eingang	Bestellnummer des Umrüstsatzes für Normalspannungs-Ausgang
UHF-Buchse (Small Single) (MIL)	50	FHD 10900/50	FHD 10910/50
UHF-Stecker (Small Single) (MIL)	50	FHS 10900/50	FHS 10910/50
N-Buchse (MIL)	50	FHD 20900/50	FHD 20910/50
N-Stecker (MIL)	50	FHS 20900/50	FHS 20910/50
C-Buchse (MIL)	50	FHD 30900/50	FHD 30910/50
C-Stecker (MIL)	50	FHS 30900/50	FHS 30910/50
BNC-Buchse (MIL)	50	FHD 40900/50	FHD 40910/50
BNC-Stecker (MIL)	50	FHS 40900/50	FHS 40910/50
HF-Buchse 4,1/9,5	50	FID 20900/50	FID 20910/50
HF-Stecker 4,1/9,5	50	FIS 20900/50	FIS 20910/50
HF-Buchse 7/16	50	FID 40900/50	FID 40910/50
HF-Stecker 7/16	50	FIS 40900/50	FIS 40910/50
HF-Buchse 3,5/9,5 DIN 47281	60	FID 20900/60	FID 20910/60
HF-Stecker 3,5/9,5 DIN 47281	60	FIS 20900/60	FIS 20910/60
HF-Buchse 6/16 DIN 47282	60	FID 40900/60	FID 40910/60
HF-Stecker 6/16 DIN 47282	60	FIS 40900/60	FIS 40910/60
General-Radio-Anschluß 874	50	FLA 20900/50	FLA 20910/50
Marconi-Anschluß H4	50	FLB 20900/50	FLB 20910/50

4. Wirkungsweise

(hierzu Blockschaltbild Bild 35)

4.1. Allgemeines

Der UHF-VHF-Meßempfänger ESU besteht aus dem Grundgerät (BN 150021) und drei HF-Teilen für folgende Frequenzbereiche:

HF-Teil I	(BN 150022)	25 bis 230 MHz
HF-Teil II	(BN 150023)	160 bis 470 MHz
HF-Teil III	(BN 150024)	460 bis 900 MHz

Die HF-Teile sind auswechselbar und werden beim Einschieben in das Gerät durch rückseitige Steckverbindungen selbsttätig mit dem Grundgerät verbunden.

Die zu messende Spannung oder - bei Feldstärkemessungen - die von der Antenne gelieferte Spannung wird in den Eingang des Grundgerätes eingespeist und über einen veränderbaren ohmschen Teiler zum HF-Teil geführt.

4.2. HF-Teile

Die drei auswechselbaren HF-Teile sind äußerlich gleich aufgebaut. Bedingt durch die verschiedenen Frequenzbereiche unterscheiden sie sich aber in ihren Einzelheiten so, daß jedes für sich besprochen werden soll.

4.2.1. HF-Teil I (25 bis 230 MHz)

Das Eingangssignal gelangt über die rückseitige Steckverbindung aus dem Grundgerät an den induktiv und kapazitiv abstimmbaren Vorkreis des HF-Teiles. Über eine Kaskode-Verstärkerstufe und ein darauf folgendes abstimmbares Zweikreis-Bandfilter wird das Signal in die Mischstufe eingekoppelt. Dort erfolgt die Umsetzung auf die Zwischenfrequenz 21,4 MHz. Die Frequenz des durchstimmbaren Oszillators liegt um 21,4 MHz höher als die Eingangsfrequenz. Anschließend führen zwei auf 21,4 MHz abgestimmte Bandfilter mit dazwischengeschalteter Verstärkerstufe die ZF-Spannung über die HF-Teil-Ausgangsbuchsen in das Grundgerät. Über den in diesem HF-Teil eingebauten Eichgenerator enthält Abschn. 4.2.4. Näheres.

R 8406
863
Bl. 42

4.2.2. HF-Teil II (160 bis 470 MHz)

Ein induktiv abstimmbarer π -Kreis bringt die über die rückseitige Steckverbindung aus dem Grundgerät kommende Eingangsspannung an eine Kaskode-Verstärkerstufe. Ein zweiter abstimmbarer π -Kreis liegt zwischen deren Ausgang und dem Eingang der ersten Mischstufe. In dieser wird die Eingangsfrequenz durch Mischung mit einer vom ersten Oszillator gelieferten Frequenz, die 76 MHz über der Eingangsfrequenz liegt, auf die erste ZF von 76 MHz umgesetzt. Ein, der ersten Mischstufe nachgeschaltetes, dreikreisiges Bandfilter sorgt für die Selektion der ersten ZF. Die darauf folgende zweite Mischstufe setzt die 76 MHz auf die zweite ZF von 21,4 MHz um. Der zweite Oszillator ist quarzgesteuert und schwingt auf 48,7 MHz. Eine dem Oszillator nachgeschaltete Verdopplerstufe erhöht diese Frequenz auf 97,4 MHz und gibt sie an die Mischstufe. Die zweite ZF wird über ein zweikreisiges Bandfilter in das ZF-Teil des Grundgerätes geführt.

Über den in diesem HF-Teil eingebauten Eichgenerator informiert Abschn. 4.2.4.

4.2.3. HF-Teil III (460 bis 900 MHz)

Über die rückseitige Steckverbindung wird die Eingangsspannung aus dem Grundgerät an einen abstimmbaren $\lambda/2$ -Kreis gebracht. Die darauf folgende erste Verstärkerstufe enthält die Scheibentriode RH7C. Ein weiterer $\lambda/2$ -Kreis ist zwischen diese Verstärkerstufe und die erste Mischstufe geschaltet, in der die Umsetzung auf die erste Zwischenfrequenz von 76 MHz erfolgt. Die Frequenz des zu dieser Mischstufe gehörigen Oszillators liegt um 76 MHz höher als die Eingangsfrequenz. Die erste ZF wird über ein dreikreisiges Bandfilter, das auf 76 MHz abgestimmt ist, in die zweite Mischstufe eingekoppelt. Der zu dieser Mischstufe gehörige zweite Oszillator liefert eine quarzstabilisierte Frequenz von 48,7 MHz, die durch anschließende Verdopplung auf 97,4 MHz gebracht wird. Durch Mischung der ersten ZF mit diesen 97,4 MHz entsteht die zweite ZF von 21,4 MHz, die über ein auf diese Frequenz abgestimmtes, zweikreisiges Bandfilter in das ZF-Teil des Grundgerätes gebracht wird.

R 8406
863
Bl. 43

Über den in diesem HF-Teil eingebauten Eichgenerator informiert Abschn. 4.2.4.

4.2.4. Eichgenerator

In jedem der drei HF-Teile ist ein Eichgenerator eingebaut, der zum Eichen der Verstärkung und zu Messungen in Verbindung mit dem Normalspannungsausgang dient.

Die vom Eichgenerator erzeugte Frequenz befindet sich ungefähr im Gleichlauf mit der eingestellten Eingangsfrequenz. Eine bestehende Frequenzabweichung kann mit einem von außen bedienbaren Korrektionskondensator ausgeglichen werden („Eichgen.Nachst.“). Die Amplitude der Eichspannung wird, nach Gleichrichtung durch eine Diode, vom Instrument II angezeigt. Sie kann durch Ändern der Anodenspannung des Oszillators mit dem Widerstand „Eichen I“ auf einen konstanten Wert (90 db über 1 μ V, das sind 31,6 mV), eingestellt werden.

Der Eichgenerator ist mit zwei Ausgängen versehen, die durch ohmsche Teiler entkoppelt sind. Einer der Ausgänge bringt die Spannung in das Grundgerät zum Eichen der Grundverstärkung, der andere bringt sie an den Normalspannungsausgang.

4.3. Grundgerät

Das Grundgerät ist aus den drei großen Baugruppen ZF- und NF-Teil, Netzteil und Frontplatte mit Rahmen aufgebaut.

Wie aus Abschn. 4.2. ersichtlich, liefern alle drei HF-Teile die gleiche ZF von 21,4 MHz an den ZF-Eingang.

Unmittelbar nach dem Eingang wird die ZF an eine Buchse im Innern des Gerätes geführt, an die die ZF-Ausgangsbuchse an der Frontplatte (1 mV, 60 Ω) angeschlossen werden kann. Ist dies geschehen, so kann aus dieser Ausgangsbuchse der Panoramazusatz (Abschn. 3.5.) angesteuert werden.

Gleichzeitig wird das ZF-Signal an einen umschaltbaren, kapazitiven Teiler gebracht. Dieser Teiler, mit dem eine maximale Dämpfung von 40 db eingeschaltet werden kann, ist mit dem ohmschen Eingangsteiler, der sich unmittelbar am HF-Eingang befindet, mechanisch gekuppelt. Beide Teiler bilden zusammen den Pegelschalter. Die ersten zwei 10-db-Stufen werden mit dem kapazitiven Teiler im ZF-Kanal geschaltet, die folgenden sechs 10-db-Stufen vom ohmschen Eingangsteiler bei gleichbleibender Teiler-

stellung im ZF-Kanal. Die letzten zwei 10-db-Stufen schaltet wieder der kapazitive ZF-Teiler, bei unveränderter Eingangsteilerstellung.

Der ohmsche Eingangsteiler ist als nockengesteuerte Eichleitung aufgebaut. Außer dem HF-Eingang verfügt er über einen weiteren Eingang für die Eichspannung. Die vom Eichoszillator gelieferte Eichspannung kann somit über den Eingangsteiler in den Eingang des HF-Teiles eingespeist werden.

Außer den 10 Stellungen des Pegelschalters mit den Dämpfungswerten 0 bis 100 db sind noch weitere drei Schaltstellungen vorhanden, die bei der Verstärkungseichung (Abschn. 3.3.3.) gebraucht werden.

Nach dem kapazitiven ZF-Teiler folgt eine Verstärkerstufe. Diese wird, wenn der Anzeigebereich „log 40 db“ oder „log 60 db“ eingeschaltet ist, automatisch geregelt. An den Anodenkreis dieser Stufe ist eine Mischstufe angekoppelt, die die Zwischenfrequenz 21,4 MHz auf die zweite bzw. dritte ZF von 2 MHz umsetzt. Mit dem Potentiometer „Eichen II“ kann die Verstärkung dieser Mischstufe verändert und damit die Grundverstärkung des Gerätes eingestellt werden.

Wenn die automatische Nachstimmung eingeschaltet ist, wird der zu dieser Mischstufe gehörige Oszillator, der eine Frequenz von 23,4 MHz liefert, von einem am Ende des ZF-Teiles liegenden Diskriminator nachgestimmt. Dadurch wird die in dieser Mischstufe entstehende ZF von 2 MHz weitgehend konstant gehalten und Schwankungen der Eingangsfrequenz oder eine Drift der ESU-Oszillatoren ausgeglichen.

Zwischen der soeben erwähnten Mischstufe und der folgenden Verstärkerstufe, deren Verstärkung automatisch geregelt wird, wenn der Anzeigebereich „log 40 db“ oder „log 60 db“ eingeschaltet ist, liegen zwei Bandfilter mit verschiedener Bandbreite. Eines davon ist ein Vierkreisfilter mit $\pm 12,5$ kHz, das andere ein Zweikreisfilter mit ± 60 kHz Bandbreite. Jeweils eines der beiden Filter kann wahlweise eingeschaltet werden.

Nach der im logarithmischen Anzeigebereich geregelten Verstärkerstufe folgen nochmals zwei Zweikreisfilter unterschiedlicher Bandbreite, die zusammen mit den davor liegenden Bandfiltern umgeschaltet werden. Aus diesen Filtern wird die ZF in die nächste Verstärkerstufe und in einen Katodenverstärker eingekoppelt. Dieser ist bis 50 db übersteuerungssicher. An seinen Ausgang kann der ZF-Ausgang (1 mV) an der Frontplatte

angeschlossen werden, aus dem dann der Störmeßzusatz EZS gespeist wird (Abschn. 3.3.5.4.).

Die Verstärkerstufe ist im Anzeigebereich log 60 db automatisch geregelt. An den Ausgang dieser Verstärkerstufe ist über ein weiteres Zweikreisfilter das Gitter einer Katodenverstärkerröhre angekoppelt. An den Ausgangskreis dieser Röhre ist ein zweiter ZF-Ausgang angeschlossen. Außerdem sind über eine Gegentaktwicklung zwei Meßdioden angeschaltet. Diese liefern eine Gleichspannung für das Anzeigeelement, für die Regelung im logarithmischen Anzeigebereich und für den Registriererausgang. Außerdem dienen diese Dioden zur Demodulation amplitudenmodulierter Signale. Die Zeitkonstante dieser Gleichrichtung ist umschaltbar für Mittelwertmessung und für die Messung von Fernsehbildsignalen (Effektivwert in der Synchronspitze). Die Messung von Spitzenwerten wird durch Anwendung eines Kompensationsverfahrens ermöglicht. Dabei wird an die Meßdioden in Sperrrichtung eine Gleichspannung gelegt, die mit dem Potentiometer „Kompensation“ einstellbar ist. Ist diese Gleichspannung größer als die Spitze des Signals, so sind die Dioden gesperrt. Verkleinert man die Gleichspannung, bis die Signalspitzen geringfügig höher sind als diese, so werden die Spitzen gleichgerichtet und ergeben ein NF-Signal. Dieses kann am NF-Ausgang abgehört oder oszillografiert werden. Der Schwellwert der Gleichspannung entspricht dem Spitzenwert des Signals. Die eingestellte Gleichspannung wird am Instrument angezeigt.

Nach der Katodenstufe für die Anzeigegleichrichtung wird die Zwischenfrequenz 2 MHz an einen Trennverstärker geführt, dessen Ausgangskreis über einen Begrenzer den nachfolgenden Diskriminator ansteuert. Bei FM-Betrieb arbeitet dieser als Demodulator. Ist die automatische Frequenznachstimmung eingeschaltet, so liefert der Diskriminator eine der Frequenzablage proportionale Gleichspannung zur Steuerung des 23,4-MHz-Oszillators.

Vor der Begrenzerstufe liegt eine Mischdiode, der neben der ZF auch die Ausgangsspannung eines 2-MHz-Oszillators zugeführt wird, wenn der A_1 -Überlagerer eingeschaltet ist. Die dabei entstehende Überlagerungsfrequenz kann über den NF-Teil abgehört werden.

Die NF-Spannung wird über den Betriebsartenschalter und ein Potentiometer, mit dem die Lautstärke eingestellt werden kann, an die Treiberstufe des NF-Teiles gebracht. Der Treibertransformator steuert die beiden Transistoren des Gegentakt-Endverstärkers an. Die Sekundärwicklung des Gegentakt-Transformators ist an Buchsen der Frontplatte geführt, an die ein Laut-

sprecher und ein Kopfhörer angeschlossen werden können.

Die Versorgung sämtlicher Baugruppen des Gerätes mit den erforderlichen Betriebsspannungen übernimmt das Netzteil. Es kann sowohl aus einem Wechselstromnetz als auch aus einer 12-V-Batterie gespeist werden.

Für den Betrieb an verschiedenen Netzspannungen (115, 125, 220 und 235 V) ist ein Spannungswähler vorgesehen (Abschn. 3.2.1.). Die Umschaltung auf Netz- oder Batteriebetrieb erfolgt selbsttätig im Gerät, bei Verwendung des richtigen Anschlußkabels.

Um eine Beeinflussung der Funktionen des Gerätes durch Netzspannungsschwankungen zu vermeiden, sind bei Netzbetrieb die Anoden- und Heizspannungen, bei Batteriebetrieb nur die Anodenspannungen durch Regelschaltungen mit Transistoren stabilisiert.

Im Blockschaltbild (Bild 35) ist der Schaltzustand für Netzbetrieb gezeichnet. Über eine Verdrosselung und den Spannungswähler wird die Netzspannung an die Primärwicklung des Netztransformators geführt. Die fünf Sekundärwicklungen liefern folgende Spannungen:

- a) Nach Gleichrichtung und Stabilisierung durch Zenerdioden -6 V für die Einstellung der Verstärkung (Eichen II) und für die Gittervorspannung der Scheibentriode RH7C, wenn das HP-Teil III verwendet wird. Außerdem -20 V zur Vorspannung der Anzeigedioden bei Spitzenwertkompensation.
- b) Nach Gleichrichtung und Stabilisierung durch eine Transistorschaltung +180 V als Anoden- und Schirmgitterspannung für die Röhren.
- c) Nach Gleichrichtung die Bezugsspannung für die unter b) genannte Transistor-Stabilisierungsschaltung.
- d) Nach Gleichrichtung und Stabilisierung eine konstante Heizspannung von +12,3 V.
- e) Eine gleichgerichtete, nicht stabilisierte Spannung für Heizung und Beleuchtung. Diese Spannung wird außerdem noch zum Betrieb des Lüftermotors im Wärmetauscher verwendet. Vorher wird sie in einem Spannungswandler in eine Wechselspannung von 180 V umgeformt.

Bei Batteriebetrieb werden durch ein Relais die zwei Heizkreise direkt an die Batteriespannung (12 V) geschaltet. Ein transistorisierter Gegen-takt-Spannungswandler mit Wicklungen auf dem Netztransformator liefert die Betriebsspannungen für a), b) und c).

sprecher und ein Kopfhörer angeschlossen werden können.

Die Versorgung sämtlicher Baugruppen des Gerätes mit den erforderlichen Betriebsspannungen übernimmt das Netzteil. Es kann sowohl aus einem Wechselstromnetz als auch aus einer 12-V-Batterie gespeist werden.

Für den Betrieb an verschiedenen Netzspannungen (115, 125, 220 und 235 V) ist ein Spannungswähler vorgesehen (Abschn. 3.2.1.). Die Umschaltung auf Netz- oder Batteriebetrieb erfolgt selbsttätig im Gerät, bei Verwendung des richtigen Anschlußkabels.

Um eine Beeinflussung der Funktionen des Gerätes durch Netzspannungsschwankungen zu vermeiden, sind bei Netzbetrieb die Anoden- und Heizspannungen, bei Batteriebetrieb nur die Anodenspannungen durch Regelschaltungen mit Transistoren stabilisiert.

Im Blockschaltbild (Bild 35) ist der Schaltzustand für Netzbetrieb gezeichnet. Über eine Verdrosselung und den Spannungswähler wird die Netzspannung an die Primärwicklung des Netztransformators geführt. Die fünf Sekundärwicklungen liefern folgende Spannungen:

- a) Nach Gleichrichtung und Stabilisierung durch Zenerdioden -6 V für die Einstellung der Verstärkung (Eichen II) und für die Gittervorspannung der Scheibentriode RH7C, wenn das HF-Teil III verwendet wird. Außerdem -20 V zur Vorspannung der Anzeigedioden bei Spitzenwertkompensation.
- b) Nach Gleichrichtung und Stabilisierung durch eine Transistorschaltung +180 V als Anoden- und Schirmgitterspannung für die Röhren.
- c) Nach Gleichrichtung die Bezugsspannung für die unter b) genannte Transistor-Stabilisierungsschaltung.
- d) Nach Gleichrichtung und Stabilisierung eine konstante Heizspannung von +12,3 V.
- e) Eine gleichgerichtete, nicht stabilisierte Spannung für Heizung und Beleuchtung. Diese Spannung wird außerdem noch zum Betrieb des Lüftermotors im Wärmetauscher verwendet. Vorher wird sie in einem Spannungswandler in eine Wechselspannung von 180 V umgeformt.

Bei Batteriebetrieb werden durch ein Relais die zwei Heizkreise direkt an die Batteriespannung (12 V) geschaltet. Ein transistorisierter Gegentakt-Spannungswandler mit Wicklungen auf dem Netztransformator liefert die Betriebsspannungen für a), b) und c).