

R & S HFV

Inhaltsübersicht

1.	<u>Eigenschaften</u>	5
1.1.	Anwendung	5
1.2.	Arbeitsweise und Aufbau	6
1.3.	Technische Daten	8
1.4.	Mitgeliefertes Zubehör	10
1.5.	Empfohlene Ergänzungen	10
2.	<u>Betriebsvorbereitung und Bedienung</u>	11
2.1.	Legende zum Bedienungsbild	11
2.2.	Betriebsvorbereitung	14
2.2.1.	Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung	14
2.2.2.	Ein- und Ausbau der Batterien	14
2.2.3.	Aufstellen des Gerätes	15
2.2.4.	Einstellen des mechanischen Instrumenten-Nullpunktes	15
2.2.5.	Montieren und Abstimmen der Antenne	15
2.2.6.	Inbetriebnahme	16
2.2.7.	Kalibrieren	17
2.3.	Bedienung	18
2.3.1.	Allgemeine Spannungsmessung	18
2.3.2.	Feldstärkemessung	20
2.3.3.	Mittel- und Spitzenwertanzeige	21
2.3.3.1.	Begriffsbestimmung	21
2.3.3.2.	Anzeigeverlauf an der Empfindlichkeitsgrenze	22
2.3.3.3.	Abhängigkeit der Spitzenwertanzeige von der Pulsfrequenz	23
2.3.3.4.	Messung des Modulationsgrades bei AM	23
2.3.3.5.	Messung von HF-Breitbandstörern nach MIL-Vorschrift	24
2.3.4.	Bewertete Anzeige (Störbewertung)	24
2.3.4.1.	Störfeldstärkemessung	25

2.3.4.2.	Störleistungsmessung	25
2.3.4.3.	Anzeigeverlauf an der Empfindlichkeitsgrenze	26
2.3.4.4.	Absolutgenauigkeit bei bewerteter Anzeige	27
2.3.5.	Messungen mit Zusatzgeräten	27
2.3.5.1.	Messungen mit der Tastantenne	27
2.3.5.2.	Messungen mit dem HF-Stromwandler	28
2.3.5.3.	Messung der Schirmdämpfung von HF-Kabeln	28
2.3.5.4.	Meßwertregistrierung mit YT-Schreibern	29
2.4.	Literaturverzeichnis	30
<u>Bild 1-1</u>	Blockschaltbild	31
<u>Bild 1-2</u>	Mitgeliefertes Zubehör	32
<u>Bild 2-1</u>	Bedienungsbild	33
<u>Bild 2-2</u>	Positionierung des Spannungswählers und der Schmelzsicherungen	34
<u>Bild 2-3</u>	Auswechseln des Batteriesatzes	34
<u>Bild 2-4</u>	Antennenfaktor k des Halbwellendipols	35
<u>Bild 2-5</u>	Mittel- und Spitzenwertanzeige an der Empfindlich- keitsgrenze	36
<u>Bild 2-6</u>	Abhängigkeit der Spitzenwertanzeige von der Pulsfrequenz	37
<u>Bild 2-7</u>	Ermittlung des Modulationsgrades bei AM	38
<u>Bild 2-8</u>	Störbewertungskurve nach CISPR	39
<u>Bild 2-9</u>	Anzeigeverlauf über dem Rauschschlag bei bewerteter Anzeige	40
<u>Bild 2-10</u>	Messung der Schirmdämpfung von HF-Kabeln	41

Zusammenstell-Vorschrift

1. Eigenschaften

1.1. Anwendung

Der tragbare, selektive Feldstärkemesser HFV ist in Verbindung mit dem abstimmbaren Halbwellendipol zur Messung von Nutz- und Störfeldstärken in dem ohne Umschalten durchstimmbaren Frequenzbereich 25...300 MHz bestimmt. Ohne Antenne kann das Gerät als selektives Mikrovoltmeter mit abgestimmter Vorselektion und einem Eingangswiderstand von 50Ω für Spannungsmessungen verwendet werden. Mit dem HF-Stromwandler 100.1137.02 ist die Messung von HF-Strömen auf Leitungen und Kabeln möglich.

Durch umschaltbare Zeitkonstanten des Gleichrichters kann wahlweise der Mittel- oder der Spitzenwert des Eingangssignals gebildet werden. Die Skala des Drehspulinstrumentes ist in Effektivwerten einer unmodulierten Sinusspannung geeicht, der Meßbereich umfaßt linear 0...100 dB (μV) und logarithmisch 0...130 dB (μV). Es können amplituden-, frequenz-, pulsmodierte oder TV-Signale gemessen werden, z. B. der Effektivwert des Bildträgers in der Synchronspitze unabhängig vom Bildinhalt. Die Anzeige kann bei jeder Frequenz mit dem von einem eingebauten Pulsgenerator gelieferten Signal kalibriert werden. Zum Anschluß weiterer Geräte und zum Abhören der von einem AM- oder FM-Demodulator abgegebenen Spannung hat das Gerät einen ZF-, einen Schreiber- und einen NF-Ausgang sowie einen Lautsprecher.

Die HFV-Ausführung mit eingebautem Störbewertungszusatz ermöglicht Störspannungs- und Störfeldstärkemessungen nach VDE 0876 und CISPR. Publ. 2. Für Störleistungsmessungen, die unter bestimmten Voraussetzungen die aufwendige Feldstärkemessung ersetzen können, ist die Absorption-Meßwandlerzange MDS-20 als Ergänzung lieferbar.

Das Gerät kann am Netz oder mit wiederaufladbaren NiCd-Akkumulatoren betrieben werden. Ausgeschaltet an das Netz angeschlossen arbeitet es als Ladegerät für die eingebauten NiCd-Zellen.

Arbeitsweise und Aufbau

Hierzu Blockschaltbild Bild 1-1

Das Gerät ist ein Doppelüberlagerungsempfänger mit Vorselektion und oberhalb des Empfangsbereichs liegendem Frequenzbereich des 1. Oszillators. Dies ermöglicht ein Durchstimmen des gesamten Empfangsbereichs ohne Umschaltung. Die für Feldstärkemessungen mitgelieferte Antenne läßt sich dreh- und schwenkbar am Gerät befestigen und arbeitet unter 60 MHz als verkürzter, darüber als abstimmbarer Halbwellendipol.

Die Meßbereichumschaltung wird mit dem Eingangsteiler und dem ZF-Teiler vorgenommen. Der erste 10-dB-Dämpfungsschritt wird im ZF-Teiler geschaltet, um das Rauschen in der Anzeige und im NF-Teil zu vermindern. Über einen Eingangskreis, dessen Abstimmung mit der Oszillatorabstimmung gekoppelt ist und der bei etwa 120 MHz selbsttätig umgeschaltet wird, gelangt das Eingangssignal an die 1. Mischstufe, in der die 1. ZF = 400 MHz gebildet wird. Wegen der bei Messung von Impulsstörungen erforderlichen hohen Übersteuerungssicherheit wurde auf eine HF-Verstärkung verzichtet, jedoch durch den abstimmbaren Eingangskreis und einen fest abgestimmten Bandpaß ausreichende Weitabselektion sichergestellt. Die Trennung benachbarter Kanäle erfolgt durch ein Quarzfilter mit einer 6-dB-Bandbreite von 120 kHz in der 2. ZF.

Nach dem ZF-Teiler wird das Signal entweder nach linearer oder logarithmischer Verstärkung für Anzeige und NF-Ausgang demoduliert oder dem Störbewertungszusatz zugeführt. Die Betriebsspannung der nicht benutzten Baugruppe ist dabei abgeschaltet. Die logarithmische Verstärkercharakteristik wird durch einen gegengekoppelten, regelbaren Verstärker erreicht, dessen Regelspannung von einem Demodulator mit einer für Mittel- und Spitzenwertanzeige umschaltbaren Zeitkonstante erzeugt wird. Bei linearer Verstärkung wird eine fest eingestellte Regelspannung zugeführt.

Es folgen der Anzeige-, der AM- und der FM-Demodulator. Die Zeitkonstante des Anzeigedemodulators ist zwischen Mittel- und Spitzenwertbildung umschaltbar, die Spannung am Ausgang des Anzeigeverstärkers wird durch ein

Drehspulinstrument angezeigt und steht am Schreiber Ausgang zur Verfügung. Die Anzeige ist mit Hilfe eines eingebauten Pulsgenerators kalibrierbar: bei Drücken der Taste CALIB. wird der Geräteingang an den Generatorausgang gelegt, der ein bis über 300 MHz reichendes Frequenzspektrum konstanter Amplitude abgibt. Die Funktion des Pulsgenerators ist mit der Taste CHECK prüfbar, über die eine in dieser Baugruppe abgenommene Gleichspannung am Drehspulinstrument angezeigt wird.

Ein AM- und ein FM-Demodulator ermöglichen das Abhören und Auswerten der Modulation des Eingangssignals. Der NF-Verstärker mit vorgeschaltetem Drehwiderstand speist den eingebauten Lautsprecher oder das an den NF-Ausgang angeschlossene Gerät (Kopfhörer). Bei Einstecken des Miniatur-Klinkensteckers in den NF-Ausgang wird der Lautsprecher abgeschaltet, um eine bei hohen NF-Pegeln mögliche akustische Rückkopplung zu vermeiden. Die Gleichspannung am Ausgang des FM-Demodulators steuert ein Drehspulinstrument zur Anzeige der Ablage von der ZF-Mittelfrequenz.

Der in die Ausführung 203.6018.03 eingebaute Störbewertungszusatz gibt dem Gerät weitere in VDE 0876 und CISPR geforderte Eigenschaften. Er enthält die Schaltung zur Bewertung von Pulsstörungen in Abhängigkeit von der Pulsfrequenz und hat eine Übersteuerungsreserve von 43,5 dB über Vollausschlag, innerhalb der die Verstärkercharakteristik noch linear ist. Da dadurch der ausnutzbare Anzeigebereich auf 7 dB eingeengt wird, erfolgt die Dämpfungsumschaltung durch einen zusätzlich schaltbaren 5-dB-Teiler am Eingang der Baugruppe. Anschließend wird das 10,7-MHz-Signal auf die 3. ZF = 450 kHz umgesetzt, demoduliert und über die Bewertungsschaltung dem Drehspulinstrument zugeführt. Ein weiterer Demodulator speist den NF-Verstärker mit Lautsprecher oder NF-Ausgang.

Die Betriebsspannungsversorgung ist durch Netz oder eingebaute Batterie möglich. Nach der Gleichrichtung wird eine Gleichspannungsregelung, bei Batterieladebetrieb eine Gleichstromregelung vorgenommen. Eine elektronische Sicherung schaltet das Gerät ab, sobald die Ladung der Batterien unter einen bestimmten Wert abgesunken ist. Die Batteriespannung +12 V ist an der Frontplatte herausgeführt.

1.3. Technische Daten

Frequenzbereich	25...300 MHz
Antenne	
25...60 MHz	verkürzter Halbwellendipol
60...300 MHz	abgestimmter Halbwellendipol
Eingangswiderstand	50 Ω
Welligkeitsfaktor (VSWR)	
Pegelschalterstellung < 20 dB	2 (typisch)
≥ 20 dB	< 1,25
Trefffehler im Temperaturbereich	
+10...+30 $^{\circ}\text{C}$	< $\pm 5 \cdot 10^{-3} \cdot f_e \pm 500$ kHz
Skalenauflösung	300 kHz/mm
1. Zwischenfrequenz	400 MHz
2. Zwischenfrequenz	10,7 MHz
6-dB-Bandbreite	120 kHz ± 10 %
ZF-Störfestigkeit	> 80 dB
Spiegelfrequenz-Festigkeit	> 80 dB
HF-Dichtigkeit bei Batteriebetrieb	
für E = 1 V/m	Anzeige < 3 μV
Oszillatorstörspannung am	
HF-Eingang bei 50- Ω -Abschluß	< 30 μV
Anzeigebereich	
linear	20 dB
logarithmisch	60 dB
bewertet	7 dB
Meßbereich, linear	
Spannungsmessung	0...100 dB (μV)
Feldstärke minimal	3...23 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)
maximal	103...123 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)
Meßbereich, logarithmisch	0...130 dB (μV)
Max. Eingangsspannung (U_{eff})	3 V
Anzeige	Mittelwert/Spitzenwert (umschaltbar)
	bei Spitzenwert:
	Ladezeitkonstante 100 μs
	Entladezeitkonstante 1 s
	Störbewertung (VDE und CISPR-Publ. 2)
	mit eingebautem Störbewertungs-
	zusatz:
	Ladezeitkonstante 1 ms
	Entladezeitkonstante 550 ms

Meßfehler (bei Anzeige Mittelwert, linear)

Spannungsmessung	$\cong \pm 2$ dB	} bei Eingangssignalen < 10 dB (μ V) ist die Rausch Anzeige zu be- rücksichtigen
Feldstärkemessung	$\cong \pm 4$ dB	
Demodulation	AM und FM, umschaltbar	
Ausgänge		
ZF-Ausgang	10,7 MHz; $R_i = 50 \Omega$; EMK ≈ 50 mV für Vollausschlag	
Hörerausgang	$R_i = 15 \Omega$; $U_a \text{ max eff} = 1,5$ V (einstellbar)	
Schreiberausgang (nicht potentialfrei)	erforderlicher Eingangswiderstand des Schreibers $R_e \cong 100$ k Ω	
bei Mittelwert/Spitzen- wert-Anzeige	$U_a \approx 8,5$ V bei Vollausschlag	
bei bewerteter Anzeige	$U_a \approx 0,8$ V bei Vollausschlag	
Batteriespannungsausgang	$I_a \text{ max} = 50$ mA	
bei Batteriebetrieb	11,85... 14,3 V	
bei Netzbetrieb	$\approx 13,4$ V	
Lautsprecher	eingebaut, abschaltbar	
Stromversorgung		
Netzbetrieb	110/115/125/220/235 V $\begin{matrix} +10 \\ -15 \end{matrix}$ %, 47... 63 Hz (10 VA)	
Batteriebetrieb	NiCd-Zellen (nicht mitgeliefert) 10 Stück RS 1,8 (nach IEC KR 26/50)	
Betriebsdauer	7 Stunden	
Ladebetrieb	eingebaute Ladeschaltung	
Ladezeit	14 Stunden	
Nenntemperaturbereich	-10...+40 °C	
Lagertemperaturbereich (mit NiCd- Zellen)	-40...+60 °C	
Anschlüsse		
HF-Eingang und ZF-Ausgang	BNC-Buchsen	
NF-Ausgang	Miniaturkopfhörerbuchse 3,5 mm \emptyset nach DIN 45318	
Schreiber- und Batterie- spannungsausgang	4-mm-Telefonbuchsen	
Abmessungen (B x H x T) mit Deckel	326 mm x 96 mm x 310 mm	
Gewicht (mit Störbewertungszusatz, Antenne und Batterie)	7,5 kg	

1.4. Mitgeliefertes Zubehör

Hierzu Bild 1-2

1	Netzkabel	Sach-Nr. 025.2365.00
1	Dipolantenne mit Antennenfaktorkurve	Sach-Nr. 203.7108.02
1	Maßband	Sach-Nr. 015.3681.00
1	Tragbügel	Sach-Nr. 204.0936.00
1	Tragriemen	-
2	Ersatz-Schmelzeinsätze M 0,16 C DIN 41571 (für 220 V)	Sach-Nr. SS 020.7200
4	Ersatz-Schmelzeinsätze M 0,315 C DIN 41571 (für 110 V)	Sach-Nr. SS 020.7298
1	Ersatz-Schmelzeinsatz M 0,63 C DIN 41571 (für 12 V)	Sach-Nr. SS 020.7375
2	Beschreibungen	

1.5. Empfohlene Ergänzungen

DEAC-Zellen RS 1,8 (10 Stück) oder notfalls Trockenzellen (10 Stück)	Sach-Nr. 020.3805.00 (Sach-Nr. für 1 Stück)
HF-Stromwandler 25...300 MHz	Sach-Nr. 100.1137.02
HF-Verbindungskabel (zum Anschluß des Stromwandlers)	Sach-Nr. 204.1090.00
Absorptions-Meßwandlerzange MDS-20 (50 Ω)	Sach-Nr. 203.4421.50
Tastantenne	Sach-Nr. 204.1010.02
Kopfhörer	Sach-Nr. 204.0220.00
Breitbanddipol 25...80 MHz	Sach-Nr. 100.1089.02 *)
Logarithmisch-Periodische Breitbandantenne 80...1000 MHz	Sach-Nr. 100.1095.50 *)
Stativ	Sach-Nr. 100.1114.02 *)
Mast mit Schwenkarm und Antennenträger	Sach-Nr. 100.1120.02 *)
Antennenkabel, 5 m lang	Sach-Nr. 204.1561.00
YT-Schreiber ZSG 1	Sach-Nr. 110.1981.92
YT-Schreiber ZSG 2	Sach-Nr. 110.2007.92
Ledertasche (zum Transport des HFV mit Zubehör)	Sach-Nr. 204.1949.02

*) Standardausrüstung des VHF-UHF-Feldstörkernmeßgerätes HFU



2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

2.1. Legende zum Bedienungsbild

Hierzu Bild 2-1

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>1</u>	EING. 50 Ω	HF-Eingang, Eingangsimpedanz 50 Ω , $U_{\text{eff max}} = 3 \text{ V}$
<u>2</u>		Anzeigedisplay für Spannung, Feld- stärke und Kontrollen; Skalen I...III (von oben nach unten)
<u>3</u>		Einstellen des mechanischen Null- punktes für Instrument <u>2</u> auf die Marke „M“
<u>4</u>	CHECK	Taste zur Prüfung der Funktion des Kalibriergenerators Bei gedrückter Taste CALIB. <u>15</u> muß, bei Betätigung von CHECK, der Instrumentenzeiger im schmalen blauen Sektor CHECK oberhalb der Skala III stehen
<u>5</u>	0/+10/.../+80 dB	HF-ZF-Teilerschalter zur Empfind- lichkeitsumschaltung Der eingestellte Wert wird dem am Instrument <u>2</u> angezeigten Meßwert hinzugaddiert
<u>6</u>		Abstimmanzeiger Bei Anzeige 0 ist der Empfangsteil auf ZF-Mitte abgestimmt, oder es ist kein Eingangssignal vorhanden
<u>7</u>		Anzeigeskala der Frequenzabstimmung
<u>8</u>		Kurbelknopf zur Frequenzabstimmung

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>9</u>	NETZ	Kontrolllampe für den Netzbetrieb des Gerätes leuchtet immer, wenn die am Spannungswähler eingestellte Netzspannung zugeführt wird
<u>10</u>	AUSG. 10,7 MHz	Ausgang 2. ZF (EMK = 50 mV an $R_i = 50 \Omega$) ist bei gedrückter Taste STÖR <u>19</u> nicht in Betrieb
<u>11</u>	- RECORD. +	Schreiberausgang Beide Buchsen führen Potential gegen Masse (Ausgangsspannung s. Abschnitt 1.3.)
<u>12</u>	CALIB.	Drehwiderstand zur Kalibrierung der ZF-Verstärkung, wenn Taste CALIB. <u>15</u> gedrückt; der Instrumentenzeiger muß auf CAL (Vollausschlag an Skala I) eingestellt werden
<u>13</u>	<p>•○ [LADEN]</p> <p>⊙</p>	<p>Ein/Aus-Schalter für die Betriebsspannung</p> <p>Empfänger ausgeschaltet Bei Verbindung mit dem Netz wird der Akkumulator geladen</p> <p>Empfänger eingeschaltet Bei Verbindung mit dem Netz ist Netz- oder Pufferbetrieb, sonst Batteriebetrieb möglich</p>
<u>14</u>	BATT.	Prüfung der Batteriespannung bei eingebautem Akkumulator und gedrückter Taste <u>13</u> ; der Instrumentenzeiger muß im breiten blauen Sektor BATT. oberhalb der Skala III stehen
<u>15</u>	CALIB.	Umschalten des Empfängereingangs vom EING. <u>1</u> auf den Kalibriergenerator, wobei selbsttätig SPITZEN-W./LIN eingeschaltet wird; die Instrumentenanzeige wird mit dem Drehwiderstand CALIB. <u>12</u> auf CAL (Skala I) gebracht

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>16</u>	SPITZEN-W. MITTEL-W.	Umschaltung der Demodulator-Zeitkonstante
<u>17</u>	LIN LOG	Meßwertablesung auf der Skala I am Instrument <u>2</u> Meßwertablesung auf der Skala II am Instrument <u>2</u>
<u>18</u>	FM AM	NF-Verstärker an den FM- oder AM-Demodulator geschaltet
<u>19</u>	STÖR	Umschaltung von Instrumentanzeige (Skala III) und NF-Verstärker auf Störbewertungszusatz
<u>20</u>	0 dB + 5 dB	Einschalten der ZF-Dämpfung 0 oder 5 dB im Störbewertungszusatz zur Erweiterung der Skala III am Instrument <u>2</u> (wenn Taste STÖR <u>19</u> gedrückt)
<u>21</u>		Verstärkungseinstellung für den Lautsprecher <u>24</u> oder den NF-Ausgang <u>22</u>
<u>22</u>		NF-Ausgang Schaltbuchse nach DIN 45318; bei Einführen des entsprechenden Steckers wird der Lautsprecher <u>24</u> abgeschaltet
<u>23</u>	AUSG. +12 V	Batteriespannungsausgang ($I_{\max} = 50 \text{ mA}$) wird über die Taste <u>13</u> eingeschaltet
<u>24</u>		Lautsprecher kann über die Schaltbuchse <u>22</u> abgeschaltet werden
<u>25</u>		Konus mit Zentralgewinde zur Befestigung der Dipolantenne am Gerät

2.2. Betriebsvorbereitung

2.2.1. Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung

Hierzu Bild 2-2

Das Gerät wurde im Werk zum Anschluß an 220 V Wechselspannung vorbereitet. Zur Umstellung auf eine andere Netzspannung werden nach Entfernen des Netzkabels die vier Kreuzschlitzschrauben an der Frontplatte gelöst und das Gerät aus dem Kasten genommen. Der Spannungswähler befindet sich neben dem Netzstecker an der Rückseite. Werte der eingesetzten Schmelzeinsätze für SI2 und SI3 prüfen und, falls erforderlich, gegen die mitgelieferten Ersatz-

Schmelzeinsätze austauschen:

M 0,16 C (DIN 41571) bei 220/235 V

M 0,315 C (DIN 41571) bei 110/115/125 V

Anschließend ist das Gerät wieder in den Kasten einzusetzen.

2.2.2. Ein- und Ausbau der Batterien

Hierzu Bild 2-3

Gerät wie vorher beschrieben aus dem Kasten nehmen. Deckel des Batterie-faches, das sich an der rechten Seite des Gerätes befindet, nach Lösen von zwei Schrauben öffnen und die Batterien unter Beachtung der an der Seitenwand sichtbaren Polaritätssymbole einsetzen. Anschließend den Deckel wieder befestigen und das Gerät zusammenbauen.

Im Notfall können für den Batteriebetrieb auch Trockenzellen verwendet werden, deren Betriebsdauer allerdings auf etwa 3 Stunden beschränkt ist.

VORSICHT

Wenn Trockenbatterien eingebaut sind, darf das
Gerät nicht mit dem Netz verbunden werden!!!

2.2.3. Aufstellen des Gerätes

Der HFV kann in beliebiger Lage betrieben werden, der angegebene Meßfehler wird dadurch nicht erhöht. Auch die Erschütterungen eines normalen Transportes beeinträchtigen die Funktion nicht. Für die Umgebungstemperatur gelten die im Abschnitt 1.3. angegebenen Grenzen; dauernde Sonnenbestrahlung könnte das Gerät jedoch zu stark erwärmen, sie ist daher nach Möglichkeit zu vermeiden. Zu beachten sind auch die zulässigen Betriebstemperaturen der DEAC-Zellen RS 1, 8 beim

Laden: 0...+45 °C,
Entladen: -20...+45 °C und
Lagern: -40...+60 °C.

2.2.4. Einstellen des mechanischen Instrumenten-Nullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instrumentes 2 auf der Marke „M“ am linken Ende von Skala I stehen. Eine Korrektur der Zeigerlage kann mit der Stellschraube 3 vorgenommen werden.

2.2.5. Montieren und Abstimmen der Antenne

Zu Feldstärkemessungen wird die Antenne dem Deckel des Gerätes entnommen (vgl. Bild 1-2) und mit dem Antennenfuß in den Konus 25 eingesetzt. Danach wird das Stativ in die gewünschte Lage geschwenkt und mit dem Knebel am Antennenfuß im Konus festgeschraubt. Das Stativ ist im Antennenfuß um 90° drehbar, so daß in jeder Lage des Gerätes jede Polarisationsrichtung einstellbar ist.

Die Dipolararme werden am Antennenkopf ausgeklappt und mit Hilfe des mitgelieferten Maßbandes, dessen Rückseite eine MHz-Einteilung trägt, auf die Empfangsfrequenz abgestimmt. Gemessen wird jeweils von der Mitte des Antennenkopfes bis zum Ende eines Dipolarmes ($\lambda/4$). Bei Frequenzen unter

60 MHz werden die Dipolarme ganz ausgezogen. Das Antennenkabel wird an den EING. 1 angeschlossen.

Nach Beendigung der Messung Dipolarme zusammenschieben und durch Druck auf den grünen Knopf am Antennenkopf in Ausgangsstellung zurückbringen.

2.2.6. Inbetriebnahme

Die möglichen Arten der Betriebsspannungsversorgung sowie die Doppelfunktion als Empfänger und Ladegerät werden nachstehend beschrieben. Der Empfänger wird in allen Fällen über die Taste 13 ein- und ausgeschaltet; die Kontrolllampe 9 leuchtet, unabhängig von der Stellung der Taste 13, wenn der HFV an das Netz angeschlossen ist.

Das Gerät ist nach dem Einschalten sofort empfangsbereit. Oszillatorfrequenz und ZF-Verstärkung können sich infolge Eigenerwärmung etwas ändern, bleiben jedoch nach etwa 5 Minuten annähernd konstant.

Netzbetrieb ohne Batterie:

Das Gerät wird über den Stecker an der Rückseite mit dem mitgelieferten Kabel an das Netz angeschlossen. Die Lampe 9 leuchtet auf. Zum Einschalten Taste 13 drücken.

Netzbetrieb mit NiCd-Akkumulator (Pufferbetrieb):

Gerät anschließen und einschalten wie vorher. Batteriespannungskontrolle durch Drücken der Taste BATT. 14; der Zeiger des Instrumentes 2 muß im breiten blauen Sektor oberhalb der Skala III stehen.

Bei Verwendung der im Abschnitt 1. 5. empfohlenen DEAC-Zellen RS 1, 8 sinkt bei vollgeladenen Zellen die Spannung etwas ab. Es bleibt jedoch ein Ladezustand von etwa 90 % erhalten. Völlig entladene Zellen werden bei Pufferbetrieb bis auf etwa 10 % ihrer vollen Kapazität aufgeladen.

Ladebetrieb:

Gerät anschließen wie vorher, jedoch Taste 13 ausgelöst (Empfänger ausgeschaltet). Die DEAC-Zellen RS 1, 8 erfordern eine Ladezeit von etwa 14 Stunden.

Batteriebetrieb:

Einschalten durch Drücken der Taste 13, Batteriespannungskontrolle durch Drücken der Taste BATT. 14; der Zeiger des Instrumentes 2 muß im breiten blauen Sektor oberhalb der Skala III stehen (bei Betrieb mit Trockenbatterien ist eine etwas höhere Anzeige zulässig). Bei Absinken der Batteriespannung unter einen bestimmten Wert schaltet eine elektronische Sicherung das Gerät automatisch ab. Damit wird eine weitere Entladung der Batterie, besonders die bei starker Entladung mögliche Umpolung einzelner Zellen verhindert und die Lebensdauer der gesamten Batterie erhöht.

Mit voll aufgeladenen DEAC-Zellen RS 1, 8 sind etwa 7 Stunden Betrieb möglich.

Bei Verwendung von Trockenbatterien darf das Gerät nicht mit dem Netz verbunden werden!

2.2.7. Kalibrieren

Es wird der Frequenz- und Temperaturgang der Gesamtverstärkung durch Nachstellen der ZF-Verstärkung ausgeglichen. Hierbei ist die Stellung des Teilerschalters 5 und der Tasten SPITZEN-W./MITTEL-W. 16, LIN/LOG 17 und 0 dB/+5 dB 20 beliebig. Die Kalibrierung ist für SPW/MW-Anzeige und bewertete Anzeige getrennt durchzuführen. die Umschaltung erfolgt bei Betätigen der Taste STÖR 19.

Die Eingangsspannung sollte nur so hoch sein, daß die Anzeige des Instrumentes 2 bei der jeweiligen Stellung des Teilerschalters 5 und Stellung LIN von Taste 17 unter Vollausschlag liegt. Andernfalls könnte die Kalibrierung durch über das Umschaltrelais eingekoppelte Spannungsanteile verfälscht werden.

Taste CALIB. 15 drücken (Pulsgenerator eingeschaltet).

Taste CHECK 4 drücken: der Zeiger des Instrumentes 2 muß im schmalen blauen Sektor oberhalb der Skala III stehen (Funktionsprüfung des Pulsgenerators). Akustische Prüfung über Lautsprecher 24 oder NF-Ausgang 22; bei SPW/MW-Anzeige muß zusätzlich die Taste 18 gedrückt werden (AM).

Mittels Drehwiderstand CALIB. 12 die Instrumentenanzeige auf CAL (Vollausschlag von Skala I) bringen.

Taste CALIB. 15 auslösen.

2.3. Bedienung

Das Gerät dient mit aufgebauter Antenne zu Feldstärkemessungen, ohne Antenne zu allgemeinen Spannungsmessungen in Labor, Fertigung und Service, wobei Zusatzgeräte wie Tastantenne, HF-Stromwandler oder die Absorptions-Meßwandlerzange MDS-20 verwendet werden können. Es sind unmodulierte, amplituden-, frequenz- und pulsmodierte Sinusspannungen sowie TV-Signale meßbar.

Angezeigt wird der Mittel- oder der Spitzenwert der Feldstärke oder Spannung; bei Pulsstörern ist eine bewertete Messung nach VDE 0875 und CISPR. Publ. 2 möglich.

2.3.1. Allgemeine Spannungsmessung

Ohne Antenne ist der HFV als selektives Mikrovoltmeter mit einer 6-dB-Bandbreite von 120 kHz für eine Vielzahl von Messungen verwendbar. Die zu messende Spannung wird dem EING. 1 (50 Ω) zugeführt.

Je nach Meßaufgabe mit der Taste 16 Mittel- oder Spitzenwertanzeige (Taste STÖR 19 ausgelöst) oder durch Drücken der Taste STÖR bewertete Anzeige (für Pulsspannungen) wählen. Einzelheiten dazu enthalten die Abschnitte 2.3.3. und 2.3.4..

Wenn Taste STÖR 19 ausgelöst, Taste LIN/LOG 17 drücken (logarithmische Anzeige auf der Skala II des Instrumentes 2) oder auslösen (lineare Anzeige auf der Skala I) und Empfänger mit dem Kurbelknopf 8 auf die Frequenz der zu messenden Spannung abstimmen, bis das Instrument 2 ungefähr Maximalausschlag zeigt und der Zeiger des Instrumentes 6 auf Skalenn mitte steht. Dabei nach Bedarf Teilerschalter 5 betätigen, so daß sich eine gut ablesbare Anzeige ergibt. Ist die Taste STÖR 19 gedrückt, so wird auf der Skala III abgelesen, wobei zusätzlich zum Teilerschalter 5 auch die Taste 20 betätigt werden kann.

Vor Beginn einer Messung, nach jedem Frequenzwechsel und nach jedem Betätigen der Taste STÖR 19 ist das Gerät nach Abschnitt 2.2.7. zu kalibrieren.

Ablesen des Meßwertes:

Bei Mittel- oder Spitzenwertanzeige ergibt sich der Meßwert U_e in dB (μV) als Summe der Stellung des Teilerschalters 5 und der Anzeige des Instrumentes 2 auf der Skala I (LIN) oder II (LOG).

Bei bewerteter Anzeige ergibt sich der Meßwert U_{bew} in dB (μV) als Summe der Stellung der Teilerschalter 5 und 20 und der Anzeige des Instrumentes 2 auf der Skala III.

Abhören der Modulation:

Die Modulation des empfangenen Signals kann über den eingebauten Lautsprecher 24 oder einen zur Vermeidung akustischer Rückkopplung an den NF-Ausgang 22 anschließbaren Kopfhörer abgehört werden. Zur Lautstärke-Regelung dient der Drehwiderstand 21. Die Demodulationsart ist bei Mittel- oder Spitzenwertanzeige (Taste STÖR 19 ausgelöst) mit Taste 18 für AM oder FM umschaltbar; bei bewerteter Anzeige (Taste STÖR gedrückt) werden nur AM-Signale demoduliert.

Das ZF2-Signal (10,7 MHz) kann bei Mittel- oder Spitzenwertanzeige dem Ausgang 10 (EMK 50 mV bei Instrument-Vollauschlag, Innenwiderstand 50 Ω) zur weiteren Auswertung entnommen werden; z. B. ist die Modulation

der gemessenen Trägerspannung oder bei Wobbelbetrieb die ZF-Durchlaßkurve an einem angeschlossenen Oszillografen darstellbar.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten des HFV mit den Zusatzgeräten Absorptions-Meßwandlerzange MDS-20, Tastantenne, HF-Stromwandler und YT-Schreiber sind in den Abschnitten 2.3.4.2. und 2.3.5. beschrieben.

2.3.2. Feldstärkemessung

Zur Feldstärkemessung Antenne montieren und gemäß Abschnitt 2.2.5. auf die Meßfrequenz abstimmen.

Lineare oder logarithmische Anzeige einschalten und Empfänger so abstimmen, wie im Abschnitt 2.3.1. beschrieben.

Antenne auf den Sender ausrichten:

Da der Dipol Richtwirkung hat, kann durch Drehen seiner Symmetrieebene in Richtung der einfallenden Welle das Feldstärkemaximum ermittelt werden. Da dieses breit ist, wird zuerst das besser ausgeprägte Minimum gesucht und dann das Stativ um 90° gedreht.

Wie bei einer allgemeinen Spannungsmessung den Mittelwert-, Spitzenwert- oder die bewertete Anzeige wählen und das Gerät kalibrieren.

Ablesen des Meßwertes:

Addiert man zum gemessenen Spannungspegel U_e noch den Antennenfaktor k , so erhält man den Feldstärkepegel E zu

$$\frac{E}{\text{dB } (\mu\text{V}/\text{m})} = \frac{U_e}{\text{dB } (\mu\text{V})} + \frac{k}{\text{dB}}$$

Der Antennenfaktor k ist eine frequenzabhängige und in $\text{dB } \left(\frac{1}{\text{m}}\right)$ angegebene Konstante, die anhand der mitgelieferten Antennenfaktorkurve direkt bestimmt werden kann.

In gleicher Weise gilt dies für die bewertete Störfeldstärkemessung:

$$\frac{E_{\text{bew}}}{\text{dB } (\mu\text{V}/\text{m})} = \frac{U_{e \text{ bew}}}{\text{dB } (\mu\text{V})} + \frac{k}{\text{dB}}$$

Der rechte, mit wachsender Frequenz ansteigende Zweig der Antennenfaktorkurve gilt für den abgestimmten Halbwellendipol, der linke, abfallende Zweig (unterhalb 60 MHz) für den auf volle Länge ausgezogenen, verkürzten Dipol (Bild 2-4).

Das Abhören der Modulation und das Auswerten der ZF2-Spannung ist im Abschnitt 2.3.1. beschrieben.

2.3.3. Mittel- und Spitzenwertanzeige

Zur Messung unmodulierter, amplituden- oder frequenzmodulierter Träger- und Rauschspannungen wird die Anzeige MITTEL-W. durch Drücken der Taste 16 eingeschaltet (Taste STÖR 19 ausgelöst).

Spitzenwerte von amplitudenmodulierten Signalen und von Impulsen werden in Stellung SPITZEN-W. (Taste 16 ausgelöst) ermittelt, z. B. der Effektivwert des Bildträgers von TV-Signalen in der Synchronspitze. Auch zur Messung von Signalen mit einem Frequenzhub > 40 kHz wird zweckmäßig die Anzeige SPITZEN-W. gewählt.

2.3.3.1. Begriffsbestimmung

Als Spitzenwert, Effektivwert und Mittelwert einer unmodulierten Sinusspannung $u = A \cdot \sin \omega t$, mit $\omega t = 2\pi/T$, werden in streng physikalischem Sinn folgende Ausdrücke bezeichnet:

Spitzenwert: A

$$\text{Effektivwert: } \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A^2 \sin^2 \omega t \, dt} = A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Mittelwert: } A \cdot \frac{2}{T} \int_0^{T/2} \sin \omega t \, dt = \frac{2}{\pi} \cdot A$$

Der Effektivwert liegt 3 dB unter dem Spitzenwert, der Mittelwert (eigentlich: linearer Mittelwert des Absolutwertes) liegt 3,9 dB unter dem Spitzenwert.

Bei Amplitudenmodulation erhöht sich der Spitzenwert entsprechend dem Modulationsgrad und der Effektivwert entsprechend dem Energieanteil der Seitenbänder. Der Mittelwert wird durch den Modulationsgrad nicht beeinflusst. Frequenzmodulation ändert bei genügend kleinem Hub (< 40 kHz) weder den Spitzen-, noch den Mittelwert.

Für die Eichung der Anzeige des HFV ist folgendes zu beachten:

Bei der Mittelwert (Spitzenwert)-Anzeige bildet der Gleichrichter den physikalischen Mittelwert (Spitzenwert) des Eingangssignals; die Instrumentenskala ist jedoch in Effektivwerten einer unmodulierten Sinusspannung geeicht, die den gleichen physikalischen Mittelwert (Spitzenwert) wie das Eingangssignal hat. Bei der Messung einer unmodulierten Sinusspannung wird in beiden Fällen der Effektivwert angezeigt.

Diese Definition der Spitzenwertanzeige hat den Vorteil, daß bei TV-Signalen mit Negativmodulation der Effektivwert des Bildträgers in der Synchronspitze abgelesen werden kann. Beim Umschalten von MITTEL-W. auf SPITZEN-W. steigt die Anzeige entsprechend dem Modulationsgrad über die Mittelwertanzeige an.

2.3.3.2. Anzeigeverlauf an der Empfindlichkeitsgrenze

Bei kleinen Eingangssignalen wird das ebenfalls erfaßte Rauschen, abhängig von der Zeitkonstante des Gleichrichters, zum Nutzsignal addiert. Bei der Anzeige SPITZEN-W. ist der Fehler daher größer als bei der Anzeige MITTEL-W. Die Kurven im Bild 2-5 zeigen den typischen Verlauf der Anzeige über der Eingangsspannung U_e (unmodulierte Sinusspannung).

Ermittlung des Anzeigefehlers:

Bei einem Eingangssignal von z. B. $1 \mu\text{V}$ ergibt sich bei der Eingangsteilerstellung 0 dB und Mittelwertgleichrichtung ein Anzeigefehler von 1,9 dB.

2.3.3.3. Abhängigkeit der Spitzenwertanzeige von der Pulsfrequenz

Bei der Spitzenwertgleichrichtung eines pulsmodulierten Trägers oder des innerhalb der Empfangsbandbreite des HFV erfaßten Spektrums eines Gleichspannungsimpulses ergibt sich ein von der Pulsfrequenz abhängiger Anzeige- fehler.

Für einen pulsmodulierten Träger mit einer Impulsbreite von $20 \mu\text{s}$ und einer Pulsfrequenz von 50 Hz beträgt dieser Fehler etwa -2 dB . Für Gleichspannungs- und geträgerte Impulse, deren Breite

$$\tau \ll 1/B_{ZF}$$

($B_{ZF} \approx 6\text{-dB-Bandbreite des Empfängers}$) ist, ist der Anzeigefehler über der Pulsfrequenz im Bild 2-6 aufgetragen. Die Kurve gilt für Impulse der Breite $\tau \approx 5 \mu\text{s}$ bei konstanter Impulsbreite und -höhe sowie für Impulse der Breite $\tau < 50 \text{ ns}$ bei konstanter Impulsfläche (Impulsbreite \times Impulshöhe) in Abhängigkeit von der Pulsfrequenz. Bei Pulsfrequenzen oberhalb 20 kHz ergeben sich Meßfehler infolge der Überlagerung des durch die nahezu rechteckförmige Quarzfilter-Durchlaßkurve entstehenden Ausschwingvorgangs des vorangehenden mit dem nachfolgenden Impuls. Bei der Messung von Impulsen der Pulsfrequenz $50 \text{ Hz} < f_p < 20 \text{ kHz}$ ist der Fehler nach Bild 2-6 stets kleiner als -3 dB .

2.3.3.4. Messung des Modulationsgrades bei AM

Aus dem Unterschied von Mittel- und Spitzenwertanzeige der modulierten Sinusspannung

$$u(t) = U_0 \cdot (1 + m \cdot \sin \Omega t) \cdot \sin \omega t$$

kann der Modulationsgrad m ermittelt werden. Bei der Mittelwertgleichrichtung wird der Effektivwert von $U_0 \cdot \sin \omega t$ und bei der Spitzenwertgleichrichtung der Effektivwert von $U_0 \cdot (1 + m) \cdot \sin \omega t$ angezeigt. Die Differenz beträgt

$$\Delta U/\text{dB} = 20 \lg(1 + m).$$

Für Modulationsfrequenzen von 100 Hz bis 10 kHz kann m der im Bild 2-7 dargestellten Kurve entnommen werden.

2.3.3.5. Messung von HF-Breitbandstörern nach MIL-Vorschrift

Bei dieser Messung ist die Angabe der Störintensität in dB ($\mu\text{V}/\text{MHz}$) üblich. Diese kann, bei bekannter 6-dB-Bandbreite B_{ZF} des Empfängers, durch Addition des Bandbreitefaktors mit

$$20 \lg (1 \text{ MHz}/B_{ZF})$$

zur Spitzenwertanzeige ermittelt werden. Für den HFV ergibt sich somit ein Summand von 18 dB.

2.3.4. Bewertete Anzeige (Störbewertung)

Mit der Ausführung 203.6018.03 des HFV, die einen Störbewertungszusatz enthält, kann eine durch elektrische Maschinen, Ein- und Ausschaltvorgänge in Stromkreisen, Gasentladungen und andere Quellen verursachte Störstrahlung über eine Antenne oder die Absorptions-Meßwandlerzange MDS-20 nach VDE 0875 und CISPR Publ. 2 gemessen werden. Meßaufbau, Begriffsdefinitionen und zulässige Grenzwerte können für die BRD den VDE-Bestimmungen [1] und [3] entnommen werden (Abschnitt 2.4.). Entsprechende Bestimmungen gelten auch in anderen Ländern.

Die psychophysische Störwirkung von Pulsstörungen hängt von der Pulsfrequenz ab. Nach CISPR Publ. 2 ist für den Frequenzbereich 25...300 MHz die Bewertungskurve nach Bild 2-8 festgelegt, der zu entnehmen ist, wie für eine konstante Anzeige der Eingangspegel (Pulsamplitude) mit abnehmender Pulsfrequenz erhöht werden muß. Um diese Kurve zu erreichen, müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

6-dB-ZF-Bandbreite	120 kHz
Ladezeitkonstante	1 ms
Entladezeitkonstante	550 ms
Zeitkonstante des Anzeigeinstrumentes	100 ms
Übersteuerungsreserve der Stufen vor der Gleichrichtung über einem Sinussignal, das maximale Anzeige am Instrument hervorruft	43,5 dB
Übersteuerungsreserve des Gleichstromverstärkers zwischen Gleichrichter und Anzeigeinstrument	6 dB

Während sich Störspannungen im Bereich 0,15... 30 MHz vorwiegend der Netzspannung überlagern und dadurch Funkstörungen verursachen, werden Störungen im Bereich über 30 MHz hauptsächlich über strahlungsfähige Teile von Geräten und über Netzzuleitungen abgestrahlt und können mit dem HFV erfaßt werden (Abschnitte 2.3.4.1. und 2.3.4.2.).

2.3.4.1. Störfeldstärkemessung

Die Störfeldstärkemessung ist für die BRD nach VDE 0877 Teil 2 [3] festgelegt.

Ein geeigneter Meßplatz muß groß genug und frei von Fremdstörungen und Reflexionen sein. Außerdem muß die Maßantenne in einer definierten Höhe über dem Erdboden aufgestellt werden. Hierfür können die zur Ausrüstung des HFU gehörenden Antennen mit Mast und Stativ verwendet werden (s. Abschnitt 1.5.). Genaue Daten der Meßanordnung sowie zulässige Grenzfeldstärken sind den entsprechenden nationalen Vorschriften zu entnehmen.

2.3.4.2. Störleistungsmessung

Um den Meßaufwand zu verringern, wurde in einer Ergänzung zur CISPR-Publ. 2 und nach VDE 0875 die Messung der maximal abstrahlbaren Störleistung mit der Absorptions-Meßwandlerzange MDS-20 festgelegt. Damit lassen sich Störmessungen einfach und schnell in geschlossenen Räumen durchführen. Die Meßanordnung ist in [1] und [5] beschrieben.

Sind bei elektrischen Geräten die Abmessungen strahlender Metallteile klein gegen die halbe Wellenlänge der erzeugten Frequenz, so wird die Störleistung hauptsächlich über das Netzkabel abgestrahlt. Dieses ist daher in der Meßwandlerzange von einem Ferritabsorber umschlossen, der einen Verlustwiderstand für die hochfrequente Störenergie darstellt. Am Eingang des Absorbers wird durch einen mit dem Störmeßempfänger verbundenen Stromwandler der in den Absorber fließende Strom gemessen. Wird der Korrekturfaktor k'

der Meßwandlerzange zum Meßwert U_e addiert, so ergibt sich die maximal abstrahlbare Störleistung zu

$$\frac{P_{\max}}{\text{dB (pW)}} = \frac{U_e}{\text{dB } (\mu\text{V})} + \frac{k'}{\text{dB}}$$

Nationalen Vorschriften [1] sind auch hierfür die Grenzwerte zu entnehmen.

2.3.4.3. Anzeigeverlauf an der Empfindlichkeitsgrenze

Auch bei Störbewertung trägt das Rauschen zu einer Verfälschung der Anzeige bei. Die Kurven im Bild 2-9 zeigen die Anzeigerhöhung Δ über den Rausch-
ausschlag U_R , abhängig von dem zum Rauschschlag addierten Eingangssi-
gnal U_E , das als 100-Hz-Puls und als unmodulierter Sinus zugeführt wurde.

Den Kurven ist zu entnehmen, daß der Fehler bei Pulsmessungen wesentlich geringer ist als bei der Messung unmodulierter Sinussignale. Sinusstörer an der Empfindlichkeitsgrenze sollen daher mit Mittelwert-Anzeige gemessen werden. Auch die Eichung der Störbewertung sollte nicht mit einem unmodulierten Sinussignal, sondern nur mit einem Impulsgenerator nach CISPR-Norm vorgenommen werden.

Meßbeispiel zur Bestimmung der Eingangsspannung

Bei geeichtem Gerät betrage die Anzeige in der Betriebsart STÖR weniger als 10 dB (μV), wenn Störimpulse am Eingang liegen.

- ▶ Eingangssignal abtrennen, Eingang mit 50 Ω abschließen und Rausch-
anzeige U_R ablesen.
- ▶ Eingangssignal zuführen und Anzeige $U_R + \Delta$ ablesen.
- ▶ Aus Bild 2-9 den zu Δ gehörenden Wert A/dB (100-Hz-Puls) entnehmen.
 A ist die Differenz zwischen Eingangsspannung U_E/dB (μV) und Rausch-
spannung U_R/dB (μV).
- ▶ U_R zu A addieren, dann erhält man U_E zu

$$\frac{U_E}{\text{dB } (\mu\text{V})} = \frac{A}{\text{dB}} + \frac{U_R}{\text{dB } (\mu\text{V})}$$

Beträgt der Rauschschlag z. B. 2 dB (μV) und erhöht er sich nach Anlegen der Eingangsspannung auf 5 dB (μV), so entnimmt man Bild 2-9 bei der Differenz $\Delta = 3$ dB (μV) einen Wert $A = 2,8$ dB. Daraus ergibt sich

$$U_E = 2,8 + 2 = 4,8 \text{ dB } (\mu\text{V}).$$

2.3.4.4. Absolutgenauigkeit bei bewerteter Anzeige

In [4] und [2] wird der Zusammenhang zwischen einem definierten Sinus- und einem definierten Pulssignal angegeben: 100-Hz-Pulse mit einer EMK (Spitzenwert) von 0,044 μV und einem bis 300 MHz konstanten Spektrum ergeben bei jeder Empfangsfrequenz die gleiche Anzeige wie ein auf die Empfangsfrequenz abgestimmtes Sinussignal mit einer EMK (Effektivwert) von 2 mV (66 dB (μV)), wobei Puls- und Sinusgenerator gleiche Ausgangsimpedanz haben müssen. Der Fehler darf maximal $\pm 1,5$ dB betragen.

2.3.5. Messungen mit Zusatzgeräten

Die nachfolgend verwendeten Zusatzgeräte sind im Abschnitt 1.5. zusammengestellt.

2.3.5.1. Messungen mit der Tastantenne

Die induktive Tastantenne dient zur Ortung von Störstrahlungsquellen. Hochfrequenzspannung führende Teile von Kraftfahrzeugen, Sendern und anderen Geräten können damit auf Spannungs- und Abstrahlungsmaximum hin untersucht werden. Der Korrekturfaktor k der Tastantenne beträgt etwa 30...50 dB. Ein definierter Wert ist jedoch nicht erforderlich, weil sich die Anwendung meist auf das Erfassen stark inhomogener Felder beschränkt.

2.3.5.2. Messungen mit dem HF-Stromwandler

Mit dem HF-Stromwandler 100.1137.02 können HF-Ströme auf Leitungen gemessen werden.

Der Stromwandler hat einen Übertragungsleitwert $Y_{\bar{u}} = 0,1 \text{ S}$, damit gilt

$$I_e = Y_{\bar{u}} \cdot U_e.$$

Die am HFV angezeigte Spannung U_e/dB (μV) entspricht daher einem HF-Strom I_e/dB ($0,1 \mu\text{A}$). Zusätzlich ist ein Korrekturwert von $0,8 \text{ dB}$ zu addieren, da die Eingangsimpedanz des HFV 50Ω beträgt.

Der folgende Abschnitt bringt ein spezielles Anwendungsbeispiel des Stromwandlers.

2.3.5.3. Messung der Schirmdämpfung von HF-Kabeln

Mit dem HF-Stromwandler 100.1137.02 und dem Meßadapter BN 1500209-12 können die im Kabel und auf dem äußeren Kabelschirm fließenden HF-Ströme gemessen werden. Das Verhältnis der beiden Ströme ist ein Maß für die Schirmdämpfung des Kabels. Den Meßaufbau zeigt Bild 2-10.

Zur Speisung des mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossenen HF-Kabels dient ein HF-Generator mit angepaßtem Innenwiderstand und hoher Ausgangsleistung. Bei der Ermittlung des Kabelstroms wird zwischen Generator und Kabel ein Meßadapter geschaltet, der den Stromwandler a aufnimmt. Er hat mit 80 dB eine ausreichende Schirmung und beeinflusst die Anpassung zwischen Generator und Kabel nicht. Der über den Schirm fließende Strom wird mit dem unmittelbar über das Kabel gelegten Stromwandler b gemessen. Der HFV zeigt den Wandlerstrom an.

Die Messung großer Schirmdämpfungen ($> 80 \text{ dB}$) erfordert einen sorgfältigen Meßaufbau. Der Generator muß ausreichend geschirmt sein, da sonst ein durch die Strahlung verursachter Strom zusätzlich über das zu messende Kabel zum Generator fließen und so das Meßergebnis verfälschen kann. Weiterhin muß bei der Bestimmung des Schirmstroms der Meßadapter aus der Schaltung ent-

fernt werden, da durch dessen begrenzte Schirmung (≈ 80 dB) ebenfalls Meßfehler entstehen. Das selektive Mikrovoltmeter ist vor Beeinflussung durch den Generator über die Netzzuleitung oder über Erdverbindungen zu schützen, außerdem muß die Kontaktgabe der verwendeten Steckverbindungen stets gewährleistet sein. Bei Beachtung dieser Auflagen lassen sich nach dem Verfahren Schirmdämpfungen bis über 100 dB mit relativ geringem Aufwand messen. Außerdem eignet sich das Verfahren zur schnellen Ermittlung von Kabeldefekten und zum Auffinden mangelhaft ausgeführter Verbindungen von Kabelschirmen.

2.3.5.4. Meßwertregistrierung mit YT-Schreibern

YT-Schreiber werden an den Ausgang RECORD 11 angeschlossen. Bei Verwendung anderer als der im Abschnitt 1.5. empfohlenen Schreiber ZSG 1 und ZSG 2 ist darauf zu achten, daß sie erdfreie Eingänge haben, da beide Buchsen (11) Potential gegen Masse führen. Der Eingangswiderstand sollte >100 k Ω sein. Die Einschwingzeitkonstante üblicher Schreiber ist meist wesentlich geringer als die nach CISPR Publ. 2 geforderte Zeitkonstante von 100 ms des kritisch gedämpften Anzeigeelementes (vgl. Abschnitt 2.3.4.). Daher ergeben sich bei der Störbewertung niederer Pulsfrequenzen (unter 10 Hz) gewisse Fehler. Die Spitze des bei 1 Hz Pulsfrequenz geschriebenen Sägezahnbildes liegt bei dem für Versuchszwecke verwendeten ZSG 2 etwa 2 dB über dem von Instrument 2 angezeigten Wert, wobei vorher mit Hilfe eines Sinussignals eine dB-Skala auf das Registrierpapier geschrieben wurde.

R ?

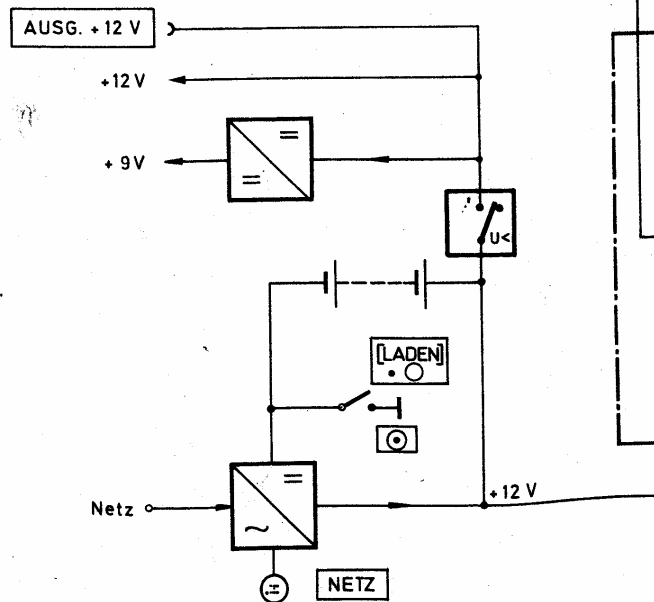
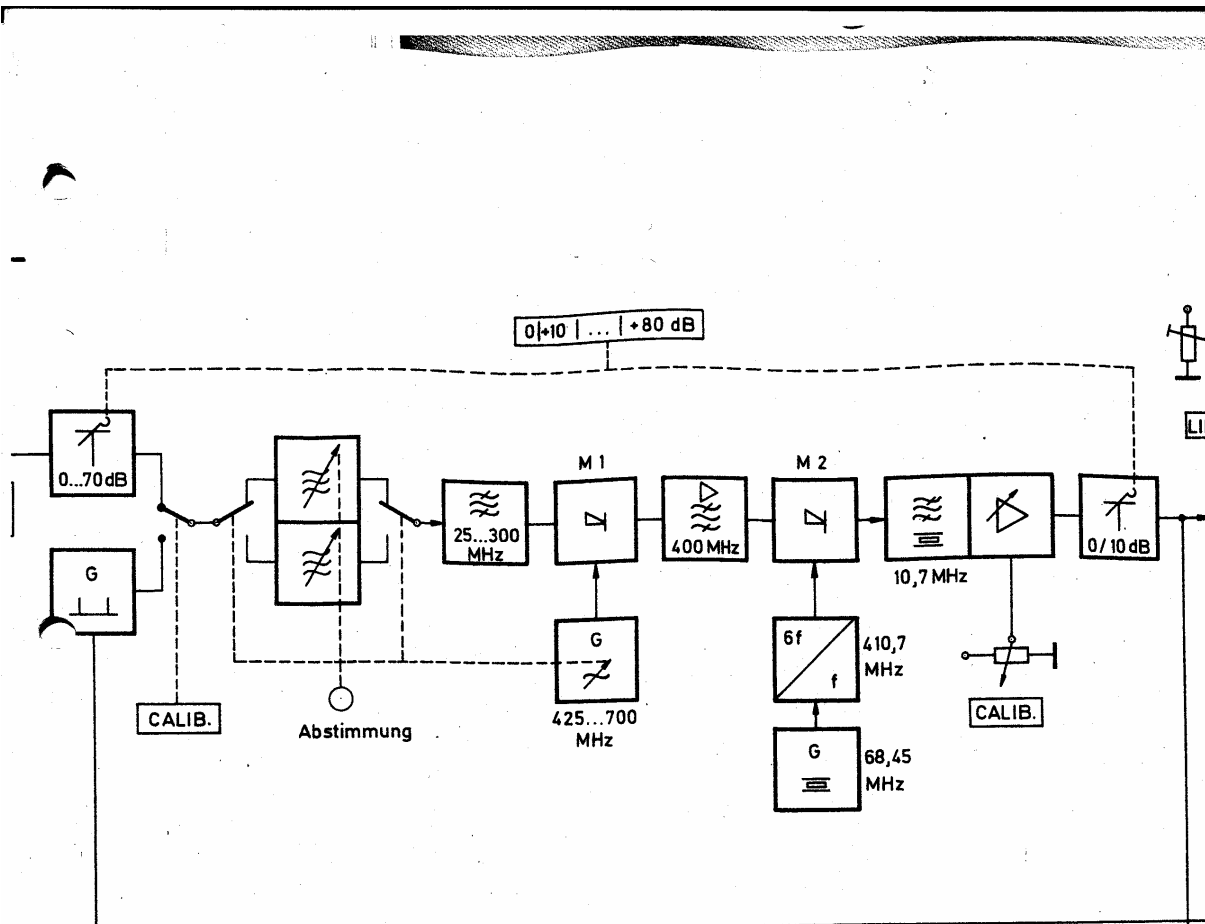
R 298

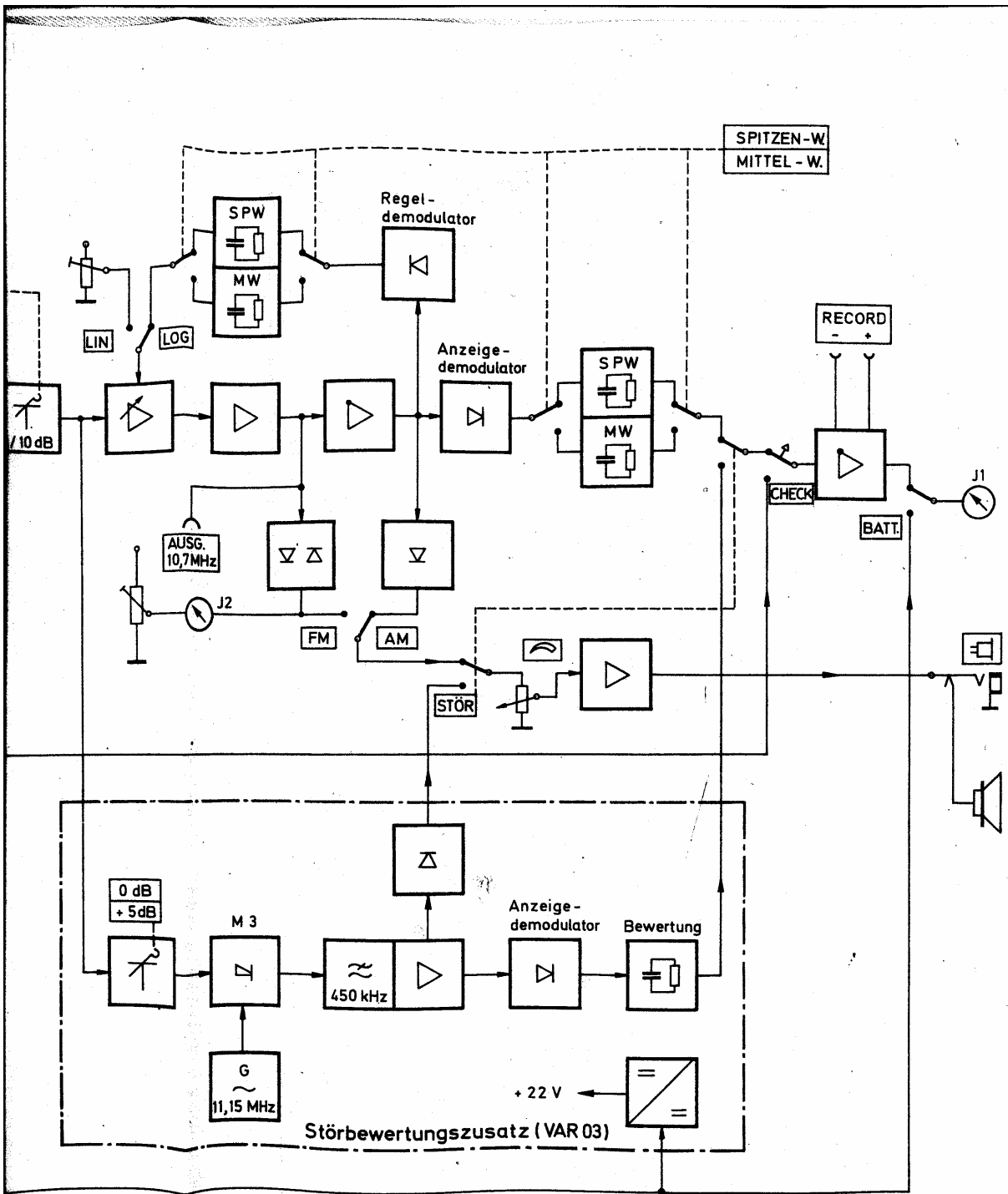
EV

Bild 1-1

2.4. Literaturverzeichnis

- [1] VDE 0875/7.71: Bestimmungen für die Funkentstörung von Geräten, Maschinen und Anlagen für Nennfrequenzen von 0 bis 10 kHz.
- [2] VDE 0876: Vorschriften für Funkstör-Meßgeräte
- [3] VDE 0877: Leitsätze für das Messen von Funkstörungen
Teil 2: Das Messen von Störfeldstärken
- [4] CISPR Publ. 2: Specification for CISPR radio interference measuring apparatus for the frequency range 25 Mc/s to 300 Mc/s. First edition 1961, Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale, Genève, Suisse.
- [5] Goldmann H.: Absorptions-Meßwandlerzange MDS-20 zur Störleistungsmessung im VHF-Bereich. Neues von Rohde & Schwarz Nr. 46 (1970/71), S 18-20.





Blockschaltbild zum VHF-Feldstärkemesser HFV