



SCHWARZBECK MESS-ELEKTRONIK

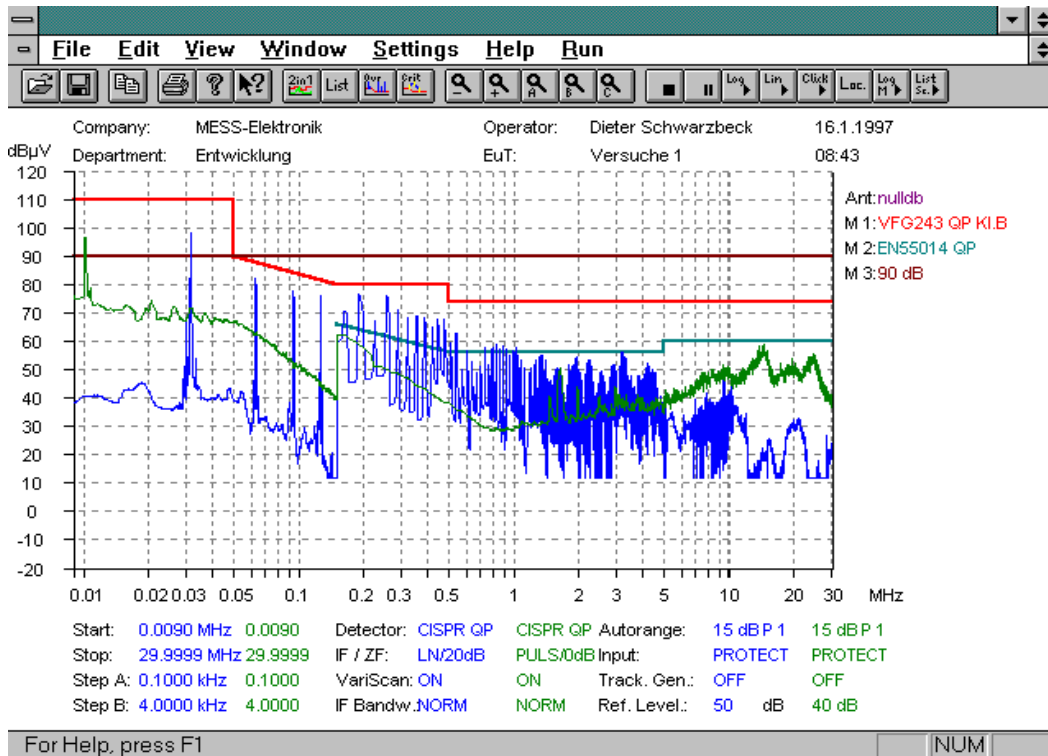
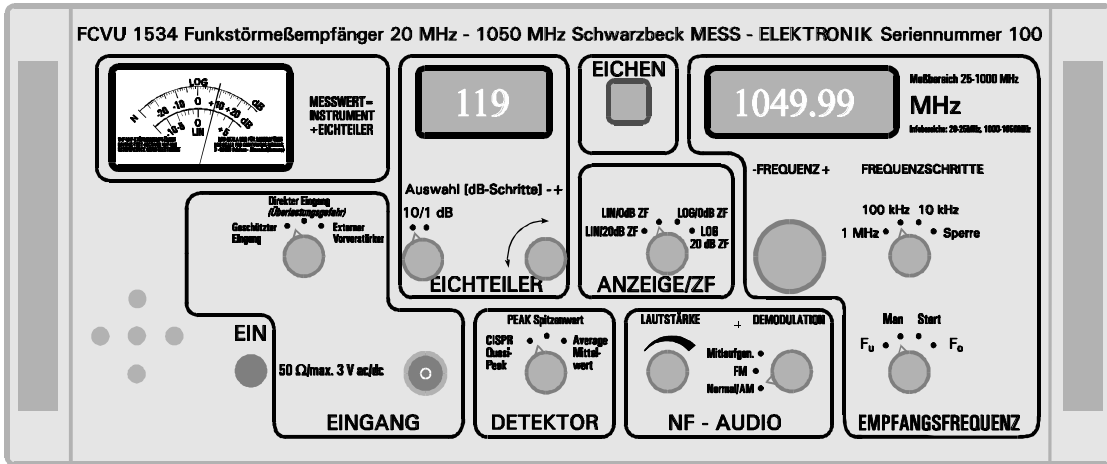
D-69250 Schönau-Altneudorf, Klinge 29, Tel. (0)6228-1001 FAX 49 6228 1003

KURZBESCHREIBUNG, DATENBLATT

20 MHz - 1050 MHz

Funkstörmeßempfänger

FCVU 1534



- ◆ Frequenzbereich 20 MHz - 1050 MHz
- ◆ Feldstärkemessung mit Antennen
- ◆ Störleistungsmessung mit Meßwandlerzangen
- ◆ Störspannungsmessung mit Bordnetz-nachbildungen
- ◆ Eingebautes Leistungsdämpfungsglied für optimalen Empfängerschutz
- ◆ Vorverstärker an der Antenne für höchste Empfindlichkeit (Option)
- ◆ Filtermessung, Felddämpfungsmessung und Ansteuerung von Leistungsverstärkern mit eingebautem (Option) Hochpegel-Mitlaufgenerator
- ◆ Manueller Betrieb, halbautomatischer Schreiberbetrieb und Rechnersteuerung über IEEE-Bus
- ◆ Zeitsparende lückenlose CISPR-Quasipeakmessung mit VARISCAN.

Bis in die jüngste Zeit lagen die Aufgaben von Störmeßempfängern vorwiegend im Laborbereich. Die Vorgehensweise war meist manuell. Diese Anwendung (und damit auch die Frontplattenbedienung) ist auch in Zukunft unverzichtbar, jedoch führt der Wunsch nach Zeitersparnis und einfacher, klarer Dokumentation zur Rechnersteuerung. Die herausragende HF- und Analogschaltungstechnik des FCVU 1534 ermöglichen ohne und mit Rechnersteuerung genaue Messungen. Die schon gute Serienausstattung kann durch preiswerte Optionen weiter ausgebaut werden.

Wertmerkmale des FCVU 1534

Ausgefeilte HF-Technik

- ◆ Eichteiler mit Koaxialrelais und 1-dB-gestuftem π -Dämpfungsgliedern.
- ◆ Zusätzlich 10 dB Leistungsdämpfungsglied zum Schutz des Empfängers.
- ◆ 7 selektive Vorverstärker mit insgesamt 28 mitlaufenden Kreisen für bestes Großsignalverhalten bei *gleichzeitig* geringstem Rauschen.
- ◆ Eingebautes 100 Hz Pulsnormal ähnlich IGUU 2916 zur Kalibrierung. Abweichungen vom Standardgenerator sind in EPROM-Tabelle abgelegt.
- ◆ Rauscharmer, großsignalfester GaAs-Vorverstärker (Option) kann direkt am

Antennenstecker angeschraubt werden und eliminiert die Kabeldämpfung. Er ist ohne zusätzliche Verkabelung vom FCVU aus an- und abschaltbar.

- ◆ Eingebauter (optionaler) Mitlaufgenerator mit 120 dB μ V (1 V) an 50 Ω ermöglicht Messungen von Filterdämpfungen, Felddämpfungen und die Ansteuerung von Leistungsverstärkern zur **Beeinflussungsmessung nach IEC 801**. (Externer Modulator als Zubehör)

Präzise Anzeige

- ◆ Übersichtliches Drehspulinstrument mit 2 Skalen. Spannungslinere Skala mit dB-Teilung für den Bereich -10 dB / 0 dB Instrumentenmitte / +6 dB. Log. Übersichtsskala -25 dB / 0 dB Mitte / +25 dB.

Benutzerfreundlichkeit

- ◆ Übersichtliche Frontplatte
Klare Gliederung, einfache Bedienung
- ◆ Günstige Gehäusegröße und Gewicht
- ◆ Robustes Alu-Gehäuse
- ◆ Geringe Wärmeentwicklung
- ◆ Durch sehr gute Abschirmung problemloser Betrieb auch im Schirmraum

Schnittstellen

IEC-Bus-Schnittstelle 24-polig

25-polige Sub D-Buchse belegt mit

Versorgungsspannungen +12 V / -12 V für Zusatzgeräte

Schreiberspannungen Frequenz, Amplitude, Pen-Lift-Steuerung

Ausgangsspannung des aktiven Demodulators (Hüllkurve) zur Betrachtung mit Oszillograph oder für Zusatzgeräte

BNC - Ausgänge

ZF-Ausgänge optional

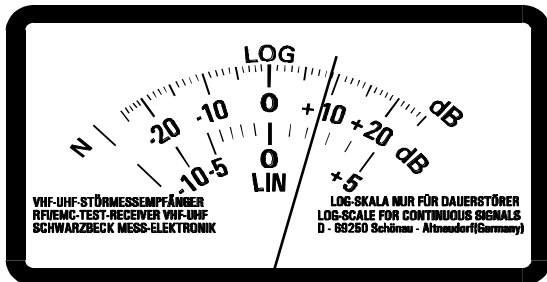
Mitlaufgeneratorausgang 120 dB μ V an 50 Ω optional

Betriebsarten

Der FCVU 1534 deckt mehrere Betriebsarten ab:
Handbedienung mit Frequenzeinstellung am Frequenzrad und Ablesung am Anzeigeelement. Dabei extrem schnelle Eichteilereinstellung mit Drehencoder und Knackunterdrückung.
Halbautomatischer Betrieb mit Schreiberaufzeichnung.
Rechnergesteuerter Betrieb über IEEE-Bus mit Steuersoftware Messbase.

Handbedienung

Diese Betriebsart erlaubt wie keine andere den direkten Zugriff auf den Empfänger ohne Kollisionen mit Rechner oder Software. Die AM/FM Mithörmöglichkeit mit dem eingebauten Lautsprecher erweist sich vor allem im Freifeld als sehr nützlich. Das übersichtliche Ableseelement erlaubt eine absolut normgerechte Ablesung vom Dauerstörer bis zum Einzelknack. *Der 1-dB-stufige Eichteiler wird durch einen Drehimpulsgeber an der Frontplatte gesteuert und erlaubt schnelle und knackfreie Einstellung.*



Durch die klassische Skaleneinteilung mit 0 dB Instrumentenmitte sind auch schwierige Vorgaben buchstabengetreu und ohne Interpretation einstellbar.

Diese Skala kommt ohne Logarithmierschaltung aus, daher keine Probleme durch Momentanlogarithmik.

Für jedes Störsignal vom Dauerstörer bis zum Einzelknack ist 0 dB Instrumentenmitte übersteuerungsfrei verfügbar. Zusätzlich logarithmische Übersichtsskala mit 50 dB skaliertem Bereich.

Halbautomatischer Betrieb

Zusammen mit einem Schreiber können mit dem automatischen Abtastlauf Spektren aufgezeichnet werden.

VARISCAN ermöglicht eine zeitsparende Aufzeichnung durchgehend in CISPR-Quasipeak ohne Nachmessung. Diese Aufzeichnungsart ist auch mit manueller Frequenzeinstellung mit dem Frequenzrad möglich, wobei der Schreiber der Abstimmung folgt. Somit kann auf jeder beliebigen Frequenz angehalten und z. B. durch Höhen- und Richtungsänderung der Antenne das Maximum gefunden und aufgezeichnet werden.

Rechnergesteuerter Betrieb

Zusammen mit einem normalen PC mit IEEE-Buskarte und der Messbase-Software bildet der FCVU 1534 einen rechnergesteuerten Meßplatz. Durch den Einsatz moderner PCs mit hoher Rechengeschwindigkeit und großen Festplatten wird sowohl die Messung als auch die Dokumentation vereinfacht. Ziel der Entwicklung war, den gesamten Bereich der möglichen Störsignale *sicher* messen zu können. Dabei dürfen besonders bei Pulsstörern gegenüber manueller Messung keine Abstriche gemacht werden. Der in dieser Art völlig neue Lösungsansatz mit dem vierten Demodulator VARISCAN ermöglicht zeitsparende Quasipeak-Messungen, ohne daß dazu der Quasipeak-untypische Spitzenwertdetektor bemüht werden muß. VARISCAN ermöglicht eine Charakterisierung des Störsignals bevor es gemessen wird. Die in der Praxis oft vorkommenden Störsignalschwankungen und Knacke unterliegen damit nicht mehr den Unwägbarkeiten der späteren Nachmessung.

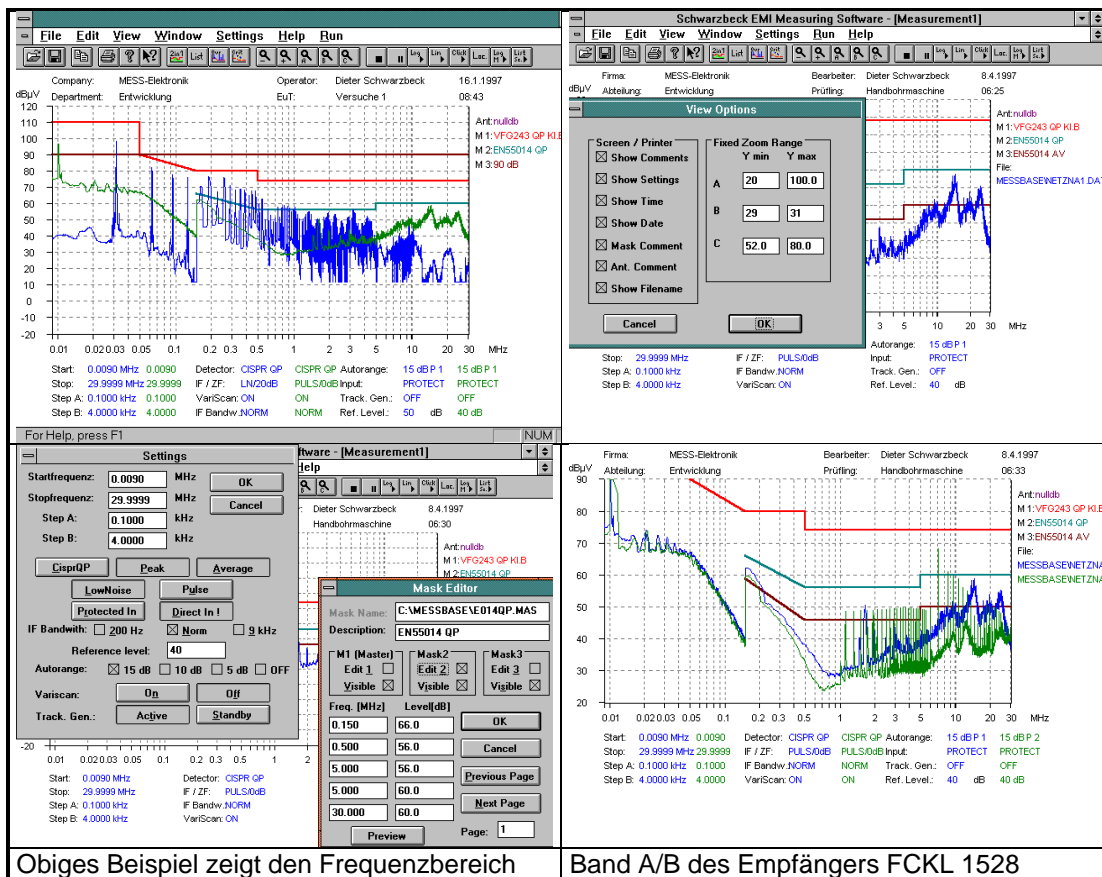
Die Steuerung (Führung) des Empfängers entlang einer Grenzwertlinie ist der zweite Schritt zum Ziel der Meßsicherheit für jedes Störsignal. Da jeder Autorangevorgang (Umschaltung des Eichteilers) Zeit braucht, kommt es bei langsamen Pulsen zu Problemen. Die Lösung ist, den Empfänger so voreinzustellen, daß der Grenzwert genau in der Mitte zwischen Rauschen und Übersteuerung liegt. In diese Voreinstellung werden auch die Antennenfaktoren mit einbezogen.

Messbase-Software zur Messung der Störaussendung unter MS-WINDOWS 95/98/NT/2000/XP

- Praxisorientiert und benutzerfreundlich
- Schnell & Sicher durch Variscan und Autorange
- Hohe Sicherheit gegen Übersteuerung durch Maskenführung des Empfängers
- Frei editierbare Grenzwertlinien sowie Wandlungsmaße garantieren hohe Flexibilität
- Interaktive Nachmessung mit Meßwertübernahme ins Protokoll
- Erstellung und Abarbeitung von Frequenzlisten
- Stufenlos skalierbare Druckausgabe
- Benutzerdefinierbare Anpassung der Testprotokolle
- Komfortable Grafikfunktionen und Datentransfer in andere Windows-Anwendungen
- Markerfunktion mit integrierter Nachmessmöglichkeit und Protokollerstellung
- Teilbereichsmessung zur Datenreduktion
- Fernsteuermöglichkeit für eine Netznachbildung oder Schaltmatrix inklusive
- Einbindung weiterer IEEE-488 Busgeräte auf Anfrage möglich
- Dämpfungsmessungen >100 dB zur Meßplatzüberprüfung oder für Filtermessungen
- Vergleich von zwei unterschiedlichen Meßkurven mit bis zu 3 Masken gleichzeitig möglich
- Schnell Tasten für häufig benötigte Funktionen beschleunigen den Meßablauf
- Knackmessung mit 10 Abtastwerten pro Sekunde
- Kontextsensitive Online-Hilfe
- Makromessungen
- Bildung der Einhüllenden aus mehreren Messungen

Hardware - Voraussetzungen:

IBM-kompatibler PC mit 80386 Prozessor und math. Coprozessor 80387 oder besser, 4 MByte RAM, VGA-Grafik, min. 10 MByte freie Festplattenkapazität, 3.5" Diskettenlaufwerk, INES IEEE 488 16 bit Karte. Auf Wunsch auch mit PCMCIA-Schnittstelle für tragbare Rechner verfügbar!



Obiges Beispiel zeigt den Frequenzbereich

Band A/B des Empfängers FCKL 1528

FCVU 1534 Technische Daten

Frequenzbereich	20 MHz-1050 MHz
Frequenzeinstellung mit Einstellknopf	10 kHz, 100 kHz, 1 MHz
Anzeige	6-stellig LED
In Software	Anfangs- und Endfrequenz beliebig, beliebige Schritte > 10 kHz, Automatischer Ablauf, Meßgraphik
Frequenzabweichung	$1 \cdot 10^{-5}$ +/- 10 kHz

HF-Eingang	N-Buchse, 50 Ω
Stehwellenverhältnis	<1,2 für Eichteiler >10 dB <2 für Eichteiler 0 dB

Oszillatorstörstrahlung am Eingang	<30 dBpW für Eichteiler 0 dB, <20 dBpW für 10 dB Leistungsdämpfungsglied
------------------------------------	---

HF-Vorverstärker

7 Verstärker mit mitlaufenden Bandfiltern am Ein- und Ausgang	1 20 MHz - 50 MHz
	2 50 MHz - 100 MHz
	3 100 MHz - 200 MHz
	4 200 MHz - 400 MHz
	5 400 MHz - 600 MHz
	6 600 MHz - 800 MHz
	7 800 MHz - 1050 MHz

Kalibrierung

Pulsnormal für CISPR-Normpulse 100 Hz Schaltkontakt wie IGU 2912.	
Spannung nominell	30 dB μ V (100 Hz)

Maximaler Eingangspegel (ohne ext. Vorverst.)

HF-Dämpfung 0 dB (D. C.-Trennung)	
Gleichspannung	15 V
Sinusförmige Wechselspannung	130 dB μ V (3,16 V)
HF-Dämpfung 10 dB (D. C. - Trennung)	
Spektrale Impulsdichte	96 dB μ V/MHz (<0,5 ns)
HF-Dämpfung 10 dB Leistungsdämpfungsglied	
Gleichspannung	15 V
Sinusförmige Wechselspannung	137 dB μ V (entspr. 1 W)
Maximale Impulsspannung	200 V

Nebenempfangsstellen, Großsignalverhalten

Spiegelfrequenzdämpfung	>65 dB / typ. 90 dB
ZF-Durchschlagsdämpfung	>70 dB / typ. 90 dB
Interceptpunkt d3 (Standardeinstellung)	>17 dBm

HF-Dichtigkeit

(1 dB Abw., ohne Empfangsfr.) 10 V/m

Zwischenfrequenzen

1. ZF Bereiche 1-4	300 MHz
1. ZF Bereiche 5-7	500 MHz
2. ZF	82,72 MHz
3. ZF	10,72 MHz
4. ZF	2,03 MHz

ZF-Normbandbreite nach CISPR 120 kHz/ (-6 dB)

Rauschanzeige

Mittelwert (120 kHz)	-5 dB μ V (typ. -7 dB μ V)
Spitzenwert (120 kHz)	typ. +1 dB μ V
CISPR Quasipeak	typ. -4 dB μ V

Rauschanzeige

mit ext. Vorverst.	
Mittelwert (120 kHz)	typ -11 dB μ V
Spitzenwert (120 kHz)	typ. -5 dB μ V
CISPR Quasipeak	typ. -10 dB μ V
Pulskompression 1 dB bei 30 dB μ V, 100 Hz	CISPR Normpuls

Spannungsmeßbereich

Untere Meßgrenze bei	<1 dB Rauschfehler
Mittelwert (120 kHz)	-1 dB μ V
Spitzenwert (120 kHz)	+15 dB μ V
CISPR Quasipeak	
Normpuls 100 Hz	<4 dB μ V
	mit ext. Vorverst.
Mittelwert (120 kHz)	-7 dB μ V
Spitzenwert (120 kHz)	+8 dB μ V
CISPR Quasipeak	
Normpuls 100 Hz	< -2 dB μ V
Obere Grenze	137 dB μ V (3,16 V)

mit ext. Vorverst.
116 dB μ V Sinus

Eigenempfangsstellen entspr. < -3 dB μ V
typisch: keine

Pegelanzeige

Digital	3 stellige LED Anzeige des Referenzpegels
Analog	Drehspulinstrument mit 0 dB Instrumentenmitte. Spannungslinere
Skala in	dB skaliert ohne logarithmierung (spez. Pulse). Logarithmische Skala mit -25 dB/0 dB/+25 dB (Dauerstörer, rauscharm)

Pegelanzeige mit XY-Schreiber
 Y-Achse innerhalb des Arbeitsbereiches des Demodulators linear oder logarithmisch entspr. Instrumentenskala, X-Achse über Eprom-Tabelle und D/A-Wandler von Empfangsfrequenz abgeleitete Spannung lin/log. Beigefügte Meßblätter

Detektoren Mittelwert , Spitzenwert (MIL), Quasipeak (CISPR)

Meßfehler analog, digital
 < 1 dB (0 dB Instrumentenmitte, Grenzwertlinie)

Demodulationsarten AM, FM

Schnittstellen, Ein- und Ausgänge

Analog

Schreiberausgänge Y-Achse, Amplitude 0 dB Instrumentenmitte entspricht 0,5 V, linear und logarithmisch, Ri < 10 kΩ
 X-Achse, Frequenz, 30 MHz bei 0 V, 1000 MHz bei 1,000 V Pen Down Ri < 2 kΩ

Meßausgänge Aktiver Demodulator (Hüllkurvendemod. ZF) 0 dB Instrumentenmitte entspr. 15 mV, Ri > 10 kΩ
 Bewerteter Ausgang siehe Y-Achse Schreiber
 ZF-Ausgang optional

Spannungsversorgung von Zusätzen +12 V/100 mA
 -12 V/50 mA

Optionen

Mitlaufgenerator (optional, im Empfänger)
 Frequenzbereich 30 MHz-1000 MHz
 Frequenzschritte Gleichlauf mit Empfänger
 Ausgangsspannung 120 dBµV (1 V)/50 Ω
 Steuerung Frontplattenschalter, Software

Vorverstärker (optional, separat)
 Frequenzbereich 20 MHz-1050 MHz nom.
 Verstärkung 10 dB typ.
 Pulskompression 1 dB bei 30 dBµV CISPR-Normpuls 100 Hz
 Anschlüsse N-Buchse, N-Stecker
 Steuerung Umschaltung zwischen Verstärkung und Umgehung über Koaxialkabel vom Empfänger aus über Schalter oder Software

Speisung Fernspeisung über Koaxialkabel vom Empfänger für abgesetzten Betrieb am Antennenanschluß.

Abmessungen (ohne Buchse / Stecker) 50 mm x 30 mm x 30 mm

Option 19" Einbaufähigkeit

Allgemeines

Nenntemperaturbereich 0°C bis 50°C

Lagertemperaturbereich -20°C bis +70°C

Kühlung Temperatureregelter, superleiser Lüfter

Funkentstörung entspr. VDE 0876, 1a

Schock, Vibration entspr. DIN IEC 68-2-7/29

Stromversorgung 110,130,220,240 V +-10%
 50 , 60 Hz 80 W
 12V DC optional

Abmessungen

B x H x T 447 mm x 180 mm x 460 mm

Mitgeliefertes Zubehör Standard

Netzkabel,
 Betriebshandbuch

Empfohlenes Zubehör

A) Störspannung

mit Netznachbildung Kfz-Norm bis 300 MHz	NNBM 8126 b
50 Ω / 4 x 25 A bis 300 MHz	UNN 8122

B) Störleistung

mit Absorberzange 30 MHz-1000 MHz	MDS 21
mit Absorberzange bis 2 GHz	MDS 22

C) Störfeldstärke mit Meßantennen

Bikonische Elemente 30-300 MHz	BBA 9106
Halter für obige Elemente	VHA 9103
Halter mit Trafo 50/200 Ω	VHBA 9123
Halter mit Trafo 50/200 Ω hochsymm	VHBB 9124
Bikonische Antenne 200-100 MHz	UBA 9116

Log. Per. Antennen

VHF-UHF Log.-Per. Ant. 75 (50)-1500 MHz	VULP 9118 E
VHF-UHF Log.-Per. Ant. 95 (80) - 1500 MHz	VULP 9118 D
VHF-UHF Log.-Per. Ant. 140-1100 MHz	VULP 9118 C
VHF-UHF Log.-Per. Ant. 170-1100 MHz	VULP 9118 B
VHF-UHF Log.-Per. Ant. 200-1100 MHz	VULP 9118 A
Log.-Per. Ant. 300-1000 MHz	UHALP 9108 A
Logbicon Super- Breitband-Kombinationen	VULB 9160 VULB 9165

$\lambda/2$ Dipolantennen mit Teleskopstäben

VHF-Dipol mit Teleskopstäben	VHA 9103
UHF-Dipol mit Teleskopstäben	UHA 9105

Präzisions-Dipolantennen

VHF Präzisions-Dipol 30 MHz-300 MHz	VHAP
UHF Präzisions-Dipol 300 MHz-1000 MHz	UHAP

Kabel

Kalibriertes Koaxialkabel 10 m Länge	AK 9513
---	---------

Mastanlagen

Mastanlage, zerlegbar, leicht transportierbar, 4 m Höhe	AM 9104
Kleiner Antennenmast	AM 9144

D) Sonstiges

Übertrager, Wandler, Modulator

Symmetrier-Übertrager 105 Ω	SYM 9223
Stromwandler 10 kHz-200 MHz	SW 9602

Modulator UVM 7002 30 MHz-1 GHz zur Erzeugung modulierter HF nach IEC 801

Nahfeldsondensatz FS-SET 7100, magnetisch, elektrisch, Weiche, Netzteil im Koffer.

Der zum FCVU 1534 passende Empfänger für den Bereich 9 kHz-30 MHz ist der **FCKL 1528**. Er ist speziell für die Erfordernisse der Störmeßtechnik in diesem Frequenzbereich ausgelegt. Sein serienmäßig eingebautes Leistungsdämpfungsglied ermöglicht problemlose Zusammenarbeit mit großen Netznachbildungen. Der optionale Mitlaufgenerator mit 1 V Spannung erlaubt u. a. Filtermessungen mit außerordentlich hoher Dynamik. Die beiden Empfänger entsprechen sich sowohl im manuellen als auch im rechnergesteuerten Betrieb. Dort sind beide Empfänger aus *einer* Benutzeroberfläche steuerbar. Eine Vielzahl von Netznachbildungen, Feldstärkemeßzusätzen, Tastköpfen und sonstigem Zubehör macht auch diesen Empfänger universell einsetzbar.

Dies ist nur ein kleiner Teil unseres Angebotes. Bitte fordern Sie zusätzliche Informationen an. Änderungen vorbehalten. Werte ohne Toleranzangabe weisen nur Größenordnung aus.



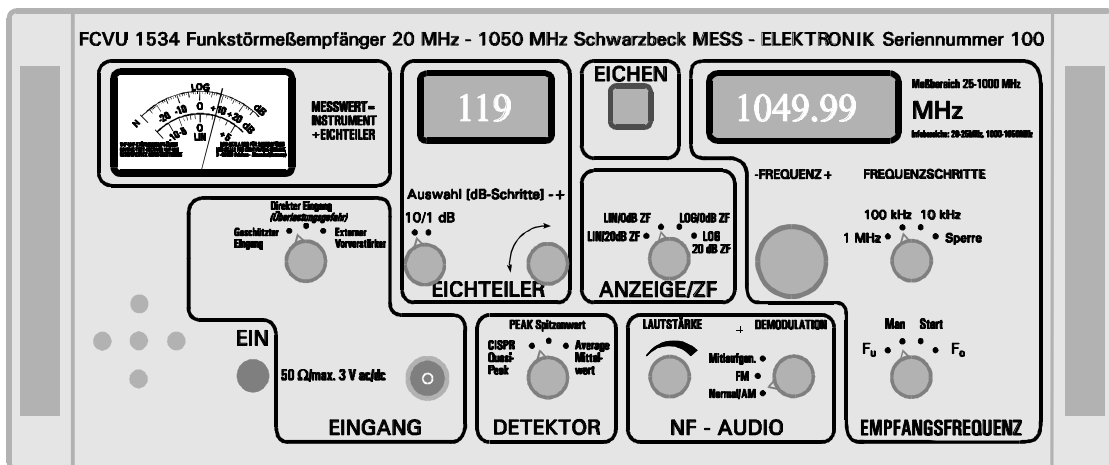
SCHWARZBECK MESS-ELEKTRONIK

D-69250 Schönau-Altneudorf, Klinge 29, Tel. (0)6228-1001 FAX 49 6228 1003

Handbuch Bedienungsanleitung

Störmeßempfänger 20 MHz - 1050 MHz

FCVU 1534



Störmeßempfänger für Frontplattenbedienung mit oder ohne
X/Y-Schreiber zur Aufzeichnung von Spektren

und für

PC-gesteuerten Betrieb über IEEE-Bus mit der
Schwarzbeck Steuersoftware Messbase

FCVU 1534 Handbuch, Bedienungsanleitung

Inhaltsverzeichnis

Abschnitt	Titel	Seite
1	Einleitung, Beschreibung	1
2	<i>Gefahren-Hinweise, Spannungswähler, Sicherungshalter</i>	2
3	Anzeige- und Bedienelemente Frontplatte	3,4
4.	Anzeige - und Bedienelemente Beschreibung	
4.1	Instrument-Feld, Störspannungsanzeige	5
4.2	Eichteiler-Feld	5
4.2.1	Anzeige des dB-Teilers (Abschwächers)	6
4.2.2	10 dB-Dämpfungsstufen	6
4.2.3	1 dB-Dämpfungsstufen	6
4.3	Kalibriertaste	6
4.4	Anzeige/ZF	6
4.5	Frequenz-Feld	7
4.5.1	Frequenzfenster (Frequenzanzeige)	7
4.5.2	Frequenzrad	7
4.5.3	Frequenzschritte	7
4.5.4	Frequenz Man/Scan	8
4.6	NF-Audio-Feld	8
4.7	Detektor-Feld	8
4.7.1	Quasipeak (CISPR)	8
4.7.2	Peak (Spitzenwert)	9
4.7.3	Average (Mittelwert)	9
5	Erste Schritte	10

ANHANG

6	Frontplattenbetrieb, Automatischer Frequenzablauf 11	
7	Automatischer Frequenzablauf mit XY-Schreiber	12
8	Rückwand, Darstellung, Hinweise, Warnungen	13
9	Anschluß und Einregelung des XY-Schreibers	14
10	Praktische Hinweise zur Arbeit mit Meßempfängern oberhalb 30 MHz	15- 17
11	Der externe Vorverstärker (Hinweise)	18
12	Mitlaufgenerator	19, 20
13	Anzeigeinstrument und Skalen	21- 25
14	Funktionsweise	26, 27
15	Schreibervorlagen	28, 29

1. Einleitung, Beschreibung

Der Funkstörmeßempfänger FCVU 1534 ist das Basisgerät für Messungen der *Funkstörspannung*, der *Funkstörfeldstärke*, des *Störstroms*, von Teilentladungs-Puls-Spannungen, von *Antennenspannungen* und anderen abgeleiteten Größen mit der Möglichkeit der Bewertung durch *Quasi-Spitzenwert-Detektor*, *Spitzenwertdetektor* und *Mittelwertdetektor*.

Im Gegensatz zu Spektrumanalysatoren oder Nachrichtenempfängern mit "hinzugefügter" Störmeßmöglichkeit wurde der FCVU 1534 *speziell für die Erfordernisse der Störmeßtechnik* entwickelt.

Er vereinigt die **Vorteile** klassischer analoger Frontplattengeräte wie

Überschaubarkeit des Meßplatzes

Handlichkeit

Zuverlässigkeit

Instrumentenablesung oder Aufzeichnung mit X/Y-Schreiber

mit den **Vorteilen** der Steuerung durch PC's wie

komfortable menügesteuerte Software

extrem großen Dynamikbereich durch Autorange

Berücksichtigung von Grenzwertkurven

Berücksichtigung von Antennenfaktoren

Aufwertung der Grafik durch lin/log-Darstellung und Zoomfunktion

Einfache Dokumentation.

In beiden Betriebsarten werden die besonderen Erfordernisse der Störmeßtechnik optimal abgedeckt.

So ist die normgemäße Messung von Pulstörern bis hinunter zum Einzelknack möglich.

Zusätzlich erlaubt **Variscan** die sichere *zeitsparende* Erfassung beliebiger Spektren durchgängig mit dem "langsamen" Quasipeak-Detektor, da sich die *Abtastgeschwindigkeit* über eine ZF-Analyseschaltung im voraus dem zu messenden Signal *anpaßt*.

Dies ermöglicht eine *kontinuierliche Quasipeak-Messung*, ohne daß dazu der Spitzenwert - Detektor als Entscheidungskriterium herangezogen werden muß.

Besonders beachtet wurde der *Schutz* des Empfängers vor *Überlastung*. Eingangsüberlastungen durch überstarke Störleistungen werden weitgehend vermieden oder auf robuste, kostengünstige Bauelemente verlagert.

Ein fergespeister, ferngeschalteter, rauscharmer und übersteuerungsfester Vorverstärker kann ohne zusätzliche Verkabelung direkt am Antennenfußpunkt angeschlossen werden. Durch Umgehung aller folgenden Dämpfungen wird eine sehr hohe Empfindlichkeit erreicht. Durch die Fernsteuerung kann vom Empfänger aus eine eventuelle Übersteuerungsgefahr erkannt werden.

2. GEFAHREN-HINWEISE

Das Gerät wird mit Netzspannungen von 110 V (100 V) bis 240 V Wechselspannung 50 Hz / 60 Hz betrieben. Bei geöffnetem Empfänger sind keine gefährlichen Spannungen zugänglich, da das Netzteil völlig geschlossen ist und nur Niederspannungen von dort in den Empfänger gelangen. Bei geöffnetem Netzteil ist unbedingt vorher die Versorgungsspannung durch Abnahme des Netzkabels zu entfernen.

Das Netzteil ist eine geschlossene Einheit, die mechanisch mit dem rückwärtigen Kühlkörper (schwarze Rippen zur Wärmeabfuhr) fest verschraubt ist. Über einen dreipoligen Europa-Einbaustecker erhält das Gerät die Netzspannung über ein mitgeliefertes dreipoliges Netzkabel mit gelb-grünem Schutzleiter. Dieser verbindet die Schutzkontakte von Stecker und Buchse des Kabels.

Damit ist das Gerätegehäuse nach Anschluß an das Lichtnetz mit dem Schutzleiter verbunden, es entspricht der Schutzklasse 1 nach den VDE-Bestimmungen.

Innerhalb des Netzteils ist der Schutzleiteranschluß über eine Ferrit-Ringkerndrossel mit dem Gerätechassis verbunden. Erdschleifen für hochfrequente Ströme können daher nicht entstehen. Die Schutzleiterdrossel ist für ein Mehrfaches des Auslösestromes der beiden Schmelzsicherungen dimensioniert.

*Der Netztransformator ist nach den Grundsätzen **schutzisolierter (Klasse 2)** - Geräte aufgebaut.*

*Die Netzwicklung liegt in einer separaten, hochisolierten Kammer und hat eine sehr geringe Kapazität gegen die übrigen Wicklungen. Beide Netzleitungen sind mit 5*20 mm - Schmelzsicherungen abgesichert und sind nur mit Werkzeug zugänglich. Netz-Gerätetecker, Sicherungshalter und Spannungswähler sind eine Einheit. Von dort gehen die Leitungen über den Schalter zum Netztransformator. Die Leitungen werden in einem Isolierschlauch geführt, der von einem Epoxyhalter fixiert wird.*

*Der **Netzschalter** ist ebenfalls innerhalb des Netzteilgehäuses untergebracht und wird mit einer isolierenden Schubstange von der Frontplatte her bedient. Im Gerät sind daher keinerlei netzspannungsführende Teile oder Leitungen vorhanden. Sowohl der Netztrafo als auch der zweipolige Netzschalter halten einer Dauerprüfspannung von 4000 Volt AC, effektiv, 50/60 Hz, stand.*

Das Gerät ist zwecks Erfüllung auch aller wesentlichen ausländischen Schutzbestimmungen dennoch in Schutzklasse-1-Technik (Verbindung mit dem Schutzleiter) aufgebaut. Sollte in besonderen Fällen eine Schutzleiterverbindung nicht erwünscht sein, wird die Vorschaltung eines Trenntransformators (100 VA) empfohlen.

Wenn (z.B. beim Netzbetrieb an anderen Netzsteckdosensystemen im Ausland) der Kabelstecker des mitgelieferten Kabels ausgewechselt wird, ist darauf zu achten und durch Kontrolle zu verifizieren, daß der gelb - grüne Schutzleiter mit dem Schutzleiter des Lichtnetzes verbunden wird. Im endgültigen Geräteaufbau ist in der Regel eine zweite Erdung über die Netznachbildung gegeben, die z. B. mit der Metallwand der Abschirmkammer verbunden ist.

Probleme durch Erdschleifen bei "Doppelerdung" entstehen nicht, da der Schutzleiter über eine Schutzleiterdrossel läuft.

Obwohl im Frequenzbereiches dieses Empfängers vorwiegend mit Antennen und weniger mit Netznachbildungen gemessen wird, ist folgender Abschnitt zu beachten:

Beim Anschluß der Netznachbildungen ist größte Sorgfalt erforderlich: Diese enthalten nach den CISPR-(16)- und VDE(0876)-Vorschlägen große Ableitkapazitäten. Beim Netznachbildungstyp NSLK (50 Ω // 50 μ H + 5 Ω) kann dieser Ableitstrom etwa 0,6 A betragen. Diese Netznachbildungen sind daher vor Anschalten an das Lichtnetz entweder mit den direkten Erd- bzw. Bezugmasseklemmen mit der Metallwand der Schirmkabine und / oder über die rückwärtige Schutzleiterklemme mit dem "S.L." zu verbinden. Die NSLK-Typen sind mit festmontiertem Netzanschluß versehen, so daß bereits beim Einstecken in die Versorgungssteckdose eine Schutzleiterverbindung hergestellt wird. Die vorher herzustellende Verbindung mit der geerdeten Metallwand der Kabine bringt doppelte Sicherheit. Zur Versorgung sind Steckdosen mit FI-Schalter (Ableitstrom-Auslöser) *nicht* geeignet, der FI-Schalter würde sofort das Netz abtrennen. Ggf. kann die Verwendung von Trenntransformatoren für die Stromversorgung von Netznachbildungen erwogen werden.

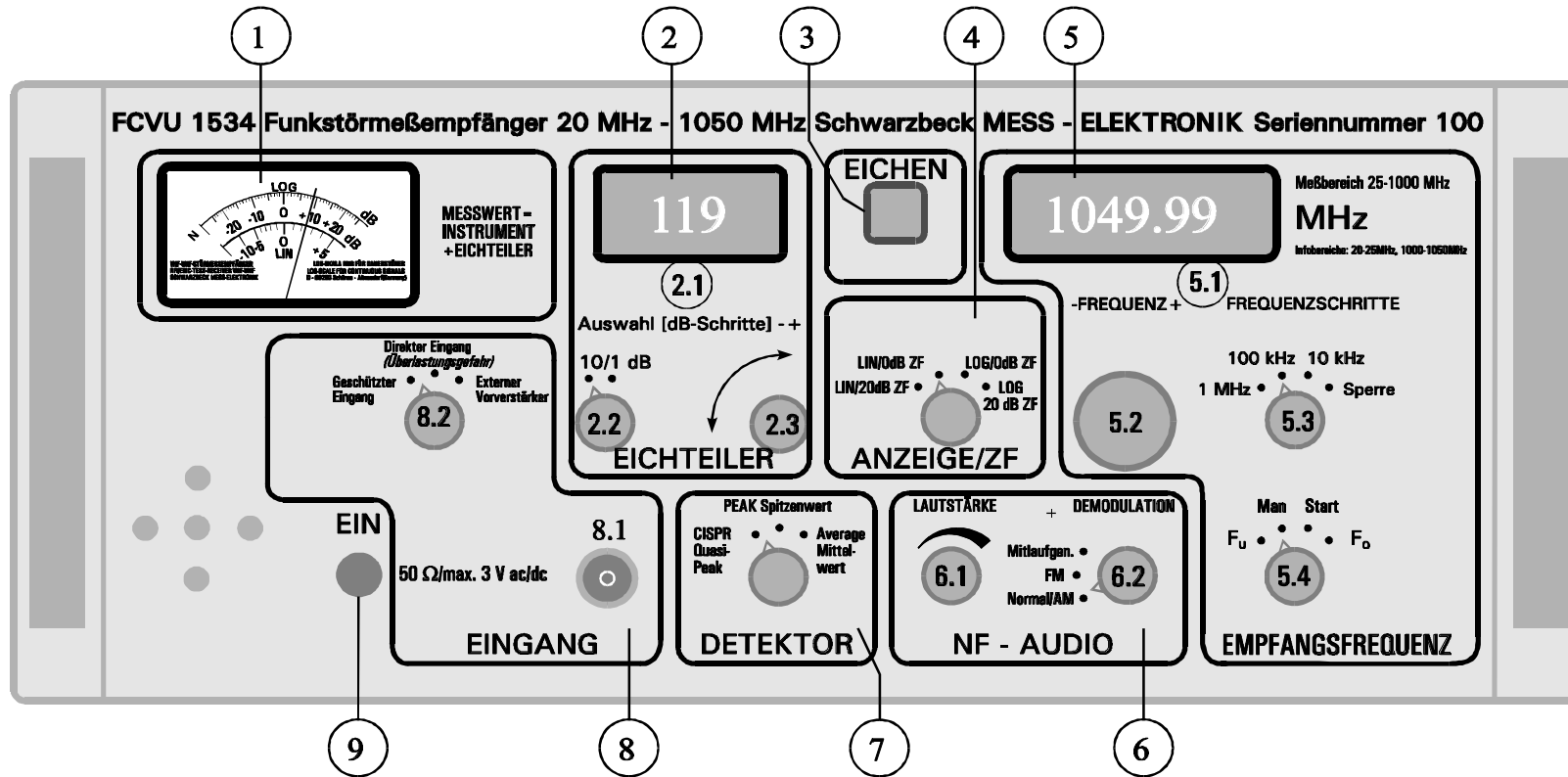
Netznachbildungen dürfen nur von qualifiziertem Personal angeschlossen werden.

Spannungswähler/Sicherungshalter

Vor jeder Arbeit am Spannungswähler/Sicherungshalter muß der Empfänger vom Netz getrennt werden!

Der Empfänger besitzt ein Netzteil mit Linearregler und konventionellem Netztrafo um Störungen von Schaltnetzteilen zu vermeiden. Der kombinierte Netzspannungswahlschalter/Sicherungshalter an der Rückwand (Seite 13) muss auf die örtliche Netzspannung eingestellt werden. Unterschiedliche Netzspannungen ergeben unterschiedliche Betriebsströme, daher ergeben sich zwei Sicherheits-Stromwerte. Zur Spannungswahl und zum Sicherungswechsel wird das kleine Gehäuse mit dem gelben Spannungsschriftfeld herausgenommen, indem die kleine seitliche Lasche betätigt wird. Die Sicherungen sind nun zugänglich. Das Gehäuse wird nun mit den für die jeweilige Netzspannung vorgesehenen Sicherungen so eingesetzt, dass die korrekte Netzspannung sichtbar wird.

3. FCVU 1534 ANZEIE- und BEDIENELEMENTE (FRONTPLATTE)



Die Frontplatte ist in 8 Felder aufgeteilt, die wichtige oder zusammengehörnde Bedienelemente und Anzeigen hervorheben oder zusammenfassen.

Diese sind:

- | | | |
|-------------------|------------------------------|---------------|
| (1) Meßinstrument | (4) Anzeige/ZF | (7) Detektor |
| (2) Eichteiler | (5) Empfangsfrequenzfrequenz | (8) Eingang |
| (3) Eichen | (6) NF-Audio | (9) Gerät EIN |

(1) INSTRUMENT-Feld

Störspannungsanzeige (dB μ V) am Instrument.

Obere Skala: Logarithmischer Übersichtsbereich der Störspannung über 50dB (dB-Teilung linear).

Untere Skala: Spannungslinear, dB-Teilung in rechter Skalenhälfte gedehnt.

(2) EICHTEILER-Feld

Oben: 7-Segment-Anzeige 3 stellig (2.1) des dB-Teilers (Abschwächers) in dB(μ V) unter Berücksichtigung des Eingangsschalters und der ZF-Dämpfung.

Unten: Drehencoder (2.3) zur Steuerung des Teilers in 10/1dB-Stufen in Abhängigkeit vom Drehschalter (2.2).

(3) Bedienfeld "Kalibrieren"

Drücken der Taste Eichen für halbautomatische Verstärkungskalibrierung.

Kurzes Antippen bewirkt Kalibrierung.

Dauerdruck für Überprüfung am Instrument

(4) ANZEIGE/ZF-Feld

Kombinierter Drehschalter für Lin/Log-Y, Lin/Log-X und 20db-ZF-Dämpfung.

Linke Seite für Lin x/y Darstellung, rechte Seite für Log x/y Darstellung

Für reine Sinusstörer ist Log, 20dB möglich.

Für langsame Knacke Lin, 0dB empfehlenswert.

(5) EMPFANGSFREQUENZ-Feld

Die Anzeige (5.1) zeigt die Empfangsfrequenz 6-stellig.

Die höchstwertige Stelle (links) entspricht 1 GHz.

Die niedrigste einstellbare Frequenz ist 20 MHz, die höchste 1049.99 MHz.

Beim Überschreiten dieser Grenzen der Übersichtsbereiche springt der Empfänger zurück auf die Grundbereichsgrenzen.

Mit dem (5.2) Frequenzrad wird die Empfangsfrequenz eingestellt.

Der Schalter (5.3) bestimmt die Frequenzschritte.

Die rechte Stellung sperrt die Frequenzeingabe.

Schalter (5.4) wählt Frequenzradeingabe oder Scan-Abtastlauf.

Die äußeren Stellungen setzen den linken und rechten Rand (30 MHz, 999.99 MHz) am X/Y-Schreiber

(6) NF-AUDIO-Feld

Einstellung der Lautstärke mit (6.1) Lautstärkeregler.

Schalter (6.2) wählt die Demodulationsart zum Abhören.

Norm entspricht AM-Demodulation. Die FM-Stellung erleichtert die Identifikation von Fremdsignalen besonders bei Freifeldmessungen. Stellung ganz oben für optionalen Mitlaufgen.

(7) DETEKTOR-Feld

Wahl der Detektorart für die Anzeige.

Links: Quasi-Spitzenwert, CISPR

Mitte: Spitzenwert, Peak

Rechts: Mittelwert, Average

(8) Bedienfeld "EINGANG"

N-HF-Eingangsbuchse (8.1) (50 Ohm Koaxialeingang)

Der Eingangsumsch. (8.2) dient der Anpassung an die Quelle.

Links: Geschützter Eingang mit Leistungsdämpfungsglied
Schützt den Empfänger vor Überlastung, z.B: wenn sich die Empfangsantenne im Bereich starker Felder befindet
(Immunitätsmessung mit Leistungsverstärkern)

Mitte: Direkter Eingang mit höchster Empfindlichkeit.
Eventuell Gefahr der Beschädigung durch Überlastung.
Verboten für Netznachbildung, Tastkopf!

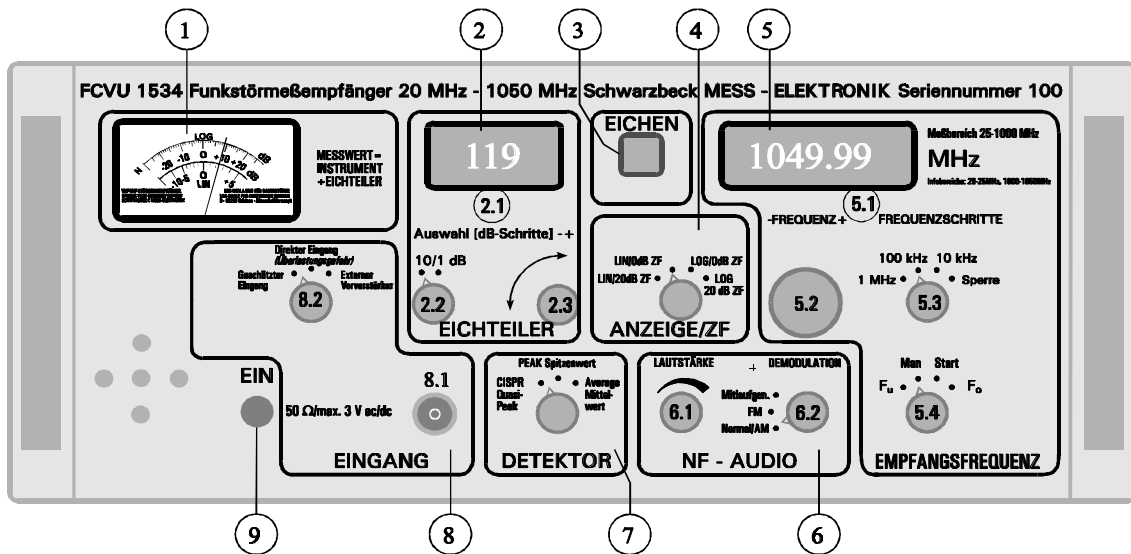
Rechts: Für den FCVU ist als Zubehör ein kleiner, rauscharmer, großsignalfester Vorverstärker lieferbar, der direkt an der Anschlußbuchse der Antenne angebracht werden kann
Um ihn einzuschalten, werden **+5V auf den Innenleiter der Eingangsbuchse** gelegt. Die Sicherung a. d. Rückwand schützt bei Kurzschlüssen.

Die dB μ V-Anzeige (2.1) berücksichtigt den geschützten Eingang ebenso wie den (externen) Vorverstärker, das Leistungsdämpfungsglied und die ZF-Dämpfung.

(9) Schalter Gerät EIN

Der Empfänger besitzt ein eingebautes IEEE-Interface. Ist kein Bus angeschlossen, muß der "Schlafaugenschalter" auf der Rückwand ausgeschaltet sein, d.h. der rote Punkt im Sichtfenster ist nicht sichtbar

4 FCVU 1534 Anzeige - und Bedienelemente, ausführliche Funktionsbeschreibung



4.1 Störspannungsanzeige ($\text{dB}\mu\text{V}$): Analoganzeige der nach verschiedenen Kriterien bewerteten Störspannung in dB über $1\mu\text{V}$. Ohne Vorverstärker in Stellung "Direkter Eingang" von (8.2) ist die Skalierung $10\text{ dB}\mu\text{V}$ für 0 dB Instrumentenmitte. Dazu muß der Schalter ANZEIGE/ZF im Feld (4) auf einer seiner mittleren 0 dB -Stellungen stehen. Der "GESCHÜTZTE EINGANG" in der linken Stellung von (8.2) ergibt durch das dann eingeschaltete 10 dB Leistungsdämpfungsglied $20\text{ dB}\mu\text{V}$ für 0 dB Instrumentenmitte. Wird der optionale externe Vorverstärker eingesetzt und mit der rechten Schalterstellung von (8.2) eingeschaltet, so ergibt sich $0\text{ dB}\mu\text{V}$ für 0 dB Instrumentenmitte. Die obere Instrumentenskala erstreckt sich von -25 dB bis $+25\text{ dB}$ mit guter linearer dB -Teilung. Dies entspricht einer *logarithmischen* Spannungsanzeige. Der Bezugspunkt ist 0 dB in Skalenmitte. Dieser logarithmische Übersichtsbereich ist eingeschaltet, wenn sich der Schalter (4) in einer seiner beiden rechten Stellungen befindet. Obwohl dieser Übersichtsbereich mit guter Näherung auch bewertete Quasipeak-Messungen nach CISPR-VDE erlaubt, können bei sehr langsamen Pulsfolgen Einschränkungen bei Ablesungen rechts der 10 dB -Marke auftreten. Da der logarithmische Anzeigebereich bis -25 dB skaliert ist, wird bei 0 dB ZF-Dämpfung (4) ein Rausch-Grundausschlag erkennbar. Dies ist physikalisch bedingt und entspricht dem Grundrauschpegel des Empfängers. Die untere Instrumentenskala zeigt, stärker gedehnt als im logarithmischen Bereich, eine lineare Proportionalität bezüglich der Eingangsspannung. Wegen des logarithmischen Bezugs der dB -Pegel zur Spannung sind Skalenteile links zunehmend zusammengedrängt und in der rechten Skalenhälfte gedehnt. Im Anzeigefeld von -5 dB über 0 dB in Skalenmitte bis $+6\text{ dB}$ ist die Auflösung besonders gut. Mit diesem linearen Spannungsbereich werden besonders genaue Messungen durchgeführt, die weitgehend auf einen Signalvergleich zwischen dem zu messenden Prüflingssignal und der Impulsspannung des Kalibriergenerators über die Eichleitung (2.3) hinausläuft. Sehr langsame Pulse ($<10\text{ Hz}$) müssen in der Einstellung Lin $Y/0\text{ dB ZF}$ mit der Eichteilereinstellung auf 0 dB Instrumentenmitte gebracht werden, um eine Kompression und damit Minderanzeige zu vermeiden.

4.2 Eichteileranzeige

4.2.1 Anzeige des dB-Teilers (Abschwächers) in dB μ V: Diese dreistellige Anzeige ist die Summe der Dämpfungen des Eichteilers (2.3), des Hochlast-Festteilers 10 dB im Eingang (8.2) und der 20-dB ZF-Dämpfungsstufe, die in den beiden äußeren Stellungen des Schalters (4) wirkt. Berücksichtigt wird auch die Verstärkung des optionalen externen Vorverstärkers. Dieser dB-Wert plus Instrumentenanzeige ergibt bewertete Funkstörspannung in dB über 1 μ V. Im Gegensatz zur Rechnersteuerung, bei der die Software die Einrechnung der Antennenfaktoren übernimmt, muß dies bei Frontplattenbetrieb durch den Benutzer übernommen werden. Dazu werden die Diagramme und Tabellen herangezogen, die unseren Antennen beiliegen.

4.2.2 10 dB-Dämpfungsstufen des Eichteilers: Mit den 10 dB-Drehencoder-Stufen (linke Stellung des Drehschalters 2.2) wird der gewünschte Pegelbereich des Empfängers eingestellt. Der im Anzeigefeld (2.1) ablesbare dB-Wert entspricht der 0 dB-Marke in Skalenmitte des Meßinstruments und der mittleren horizontalen Linie in den Schreibervorlagen; links endet diese Linie in einem kleinen Rechteckfeld, in das diese dB-Anzeige einzutragen ist. Rechts ist an dieser Bezugslinie der relative Pegel "0 dB rel." vermerkt. Wenn der Eingangsumschalter (8.2) in der Stellung "Direkter Eingang" steht, reicht der Einstellbereich dieses 10 dB-Stufenteilers von 10 dB bis 90 dB. Da die Einerstelle auf 0 vorgesetzt ist, sind die letzten 9 dB nicht verfügbar. In Stellung "Geschützter Eingang" und mit dem Schalter (4) noch 20 dB-ZF-Dämpfung hinzugefügt, erstreckt sich der Einstellbereich bis 120 dB.

4.2.3 1 dB-Dämpfungsstufen des Eichteilers: Mit dem 1 dB-Stufenteiler kann eine direkte Substitutionsmessung durch Vergleich der Störspannung mit dem Impuls-Kalibriernormal (3) auf der unteren, linearen Spannungsskala des Instrumentes durchgeführt werden. In der rechten Stellung des Drehschalters (2.2) wird mit dem Drehencoder (2.3) diejenige Dämpfung eingestellt, die den gleichen Zeigerausschlag (z.B. 0 dB in Skalenmitte der unteren Skala im LIN Y-Bereich) bewirkt. Hiermit wird die höchste, von keinem anderen Verfahren zu übertreffende Genauigkeit erzielt. Eine spezielle Muteschaltung unterdrückt die Schaltknacke, so daß ohne Wartezeit gemessen werden kann.

4.3 Kalibriertaste (EICHEN) für die halbautomatische Pulskalibrierung der Verstärkung des Empfängers. Der Empfänger besitzt ein eingebautes Puls-Kalibriernormal. Dieses interne Normal wird im Prüffeld mit unserem Labornormal verglichen und die Korrekturwerte frequenzabhängig in einem EPROM abgelegt. Während der Kalibrierung ist immer automatisch der Quasipeak-Detektor (CISPR) ausgewählt, unabhängig vom Schalter (7), um die Überprüfung am Instrument (1) zu ermöglichen. Nach dem Einschalten des Gerätes wird eine vollautomatische Vorkalibrierung (nach einer Sekunde) ausgelöst. Vor Beginn der Messungen und in der Anwärmphase ist diese halbautomatische Kalibrierung durch kurzes Antippen der Taste (3) zu wiederholen. Während des Kalibriervorgangs bewegt sich der Instrumentenzeiger langsam auf die Skalenmitte zu (ohne die 0 dB-Marke ganz zu erreichen wegen der Trägheit der Anzeige). In manchen Anwendungen kann auch ein Dauerdruck auf Taste (3) sinnvoll sein, z. B. zur Justage des Y-Ausschlags des XY-Schreibers mit dessen Verstärkungsregler auf die Referenzlinie 0 dB.

4.4 Anzeige/Zf: Dieser Schalter kombiniert die beiden Funktionen LIN/LOG Y und 20 dB-ZF-Dämpfung zu vier Schalterstellungen. Die Schalterstellungen mit 20 dB ZF-Dämpfung reduzieren das Rauschen um etwa 20 dB und ermöglichen dadurch eine bessere Ausnutzung der linken Skalenhälfte des Instrumentes (1), vor allem bei logarithmischer Anzeige.

Da aber auch das zu messende Signal um 20 dB weniger verstärkt wird, muß für die gleiche Anzeige jetzt die Dämpfung des Eingangsteilers reduziert werden, wodurch der Empfänger stärker ausgesteuert wird, was problematisch sein kann. Dennoch können diskrete Signale und höhere Pulsfolgefrequenzen bis zum Vollausschlag des Instruments (+25 dB) angezeigt werden.

Bei langsamen Pulsfolgefrequenzen sollte kein Gebrauch von dieser ZF-Dämpfung gemacht werden, insbesondere wenn der logarithmische Bereich benutzt wird.

Die Schalterstellungen mit LOG Y haben bei Benutzung der oberen Instrumentenskala den Vorteil eines Übersichtsbereiches mit 50 dB Umfang in dB-linearer Darstellung. Auch hierbei ist zu bemerken, dass nur die Stellung LIN Y / 0 dB ZF am Schalter (4) uneingeschränkt pulstauglich ist. Wird hingegen nur eine Übersichtsmessung bei Abwesenheit langsamer Pulsfrequenzen gewünscht, ist die Einstellung LOG Y / 20 dB ZF ideal.

Die Wahl LIN/LOG Y bestimmt auch die Funktion des Schreiberausgang Frequenz X. Da eine lineare Frequenzdarstellung den unteren Frequenzbereich scheinbar benachteiligt, ist dieser gegebenenfalls am X-Teil des XY-Schreibers mit dessen Verstärkungseinstellung zu dehnen.

Die in (4) aufgezeigte Problematik der Anpassung des Dynamikbereiches an ein zu messendes Spektrum und seine Abbildung in einem Diagramm werden durch die Rechnersteuerung des FCVU 1534 mit der Schwarzbeck Software Messbase sehr vereinfacht.

4.5 Frequenz-Feld

4.5.1 Frequenzfenster: Dieses Fenster besteht aus 6 Stück 7-Segment-Anzeigen. Die Wertigkeit der Anzeige ganz links ist 1 GHz (1000 MHz), die ganz rechts 10 kHz. 10 kHz als kleinste Schrittweite ist für einen Störmeßempfänger mehr als ausreichend, da die Normbandbreite hier 120 kHz bei 6 dB Absenkung beträgt. Dadurch sind immer noch mindestens 3 Abstimmsschritte möglich, ohne daß sich an der Anzeige etwas ändert. Die Anwendung von 1 kHz-Schritten bei 120 kHz Bandbreite ist ebenso zeitraubend wie nutzlos, da mindestens 30 Abstimmsschritte ohne Auswirkung auf das Meßergebnis bleiben. In den meisten Fällen wird bei Rechnersteuerung aus Zeitgründen sogar mit 50 kHz-Schritten gemessen.

Der Grundbereich 30 MHz-1000 MHz wird durch die beiden Übersichtsbereiche 20 MHz bis 30 MHz und 1000 MHz-1050 MHz erweitert. Diese Übersichtsbereiche dienen nur zur Information, nicht zur Messung. Die reduzierte Verstärkung in diesen Bereichen macht eventuell eine Automatikkalibrierung unmöglich. In diesem Fall muß in den Grundbereich zurückgekehrt und neu kalibriert werden.

Der Wechsel vom Grundbereich in die Übersichtsbereiche erfolgt als ganz normaler Frequenz-Abstimmvorgang. Jeweils mit dem Schritt, der zu 19,99 MHz bzw. 1050 MHz führen würde, setzt sich der Empfänger auf die am anderen Ende liegende "Norm-Endfrequenz" zurück, also 999,99 MHz bzw. 30 MHz. Durch das Fehlen fester "Anschläge" wird im Mittel die Zeit für die Einstellung einer beliebigen Frequenz verkürzt, da sie immer auf 2 Wegen erreichbar ist. Soll der Übersichtsbereich nicht verlassen werden, so ist es ratsam, sich den Grenzen der Übersichtsbereiche vorsichtig zu nähern. Die Übersichtsbereiche stehen nur bei manuellem Betrieb zur Verfügung, nicht jedoch bei Schreiber- und rechnergesteuertem Betrieb.

Keinesfalls sollte in den Übersichtsbereichen kalibriert (3) werden, da dies auf anderen Frequenzen zu Fehlern führt!

4.5.2 Frequenzrad: Die manuelle Frequenzeingabe erfolgt mit dem Frequenzrad. Drehen nach rechts erhöht, drehen nach links verkleinert die Empfangsfrequenz.

Die Schrittweite wird vom Schalter (5.3) bestimmt. Eine Magnetastung macht die Schritte "fühlbar".

4.5.3 Frequenzschritte: Mit diesem Schalter sind Frequenzschritte von 10 kHz, 100 kHz und 1 MHz wählbar. In der Stellung ganz rechts ist die Frequenzeingabe gesperrt.

Die Einstellung gilt gleichermaßen für manuelle Abstimmung mit dem Frequenzrad und für den automatischen Frequenzablauf (Sperrung beachten!)

Um jede Schmalbandstörung sicher zu erkennen, muß "10 kHz" gewählt werden.

Dies trifft besonders für Schreiberbetrieb zu. Für eine schnelle Übersicht ist "100 kHz" möglich. Dabei können Schmalbandstörer schon eine Minderanzeige von mehreren dB aufweisen. "1 MHz" dient vorwiegend zum schnellen Wechsel der Empfangsfrequenz.

4.5.4 Schalter zur Auswahl manueller oder automatischer Frequenzlauf und XY-Schreibereinstellung. In der Stellung Mitte-Links (Man) wird die Empfangsfrequenz mit dem Frequenzrad eingegeben. In der Stellung Mitte-Rechts (Start) übernimmt ein Taktgenerator diese Aufgabe und stimmt die Empfangsfrequenz von 30 MHz-999.99 MHz ab. *Der Frequenzlauf beginnt bei 30 MHz oder bei der mit Man eingestellten Frequenz und ist nur in Richtung steigender Frequenz möglich!*

Die beiden äußeren Schalterstellungen setzen den Empfänger auf die Anfangsfrequenz 30 MHz oder die Endfrequenz 999.99 MHz. Damit kann auf einfache Weise der XY-Schreiber auf die Diagrammvorlage justiert werden.

4.6 NF/AUDIO: Dieses Feld enthält den Lautstärkeregel (**6.1**) und den Demodulatorschalter (**6.2**). Mit dem Lautstärkeregel kann man die Lautstärke des Lautsprechers den Erfordernissen anpassen. Zusätzlich zur Norm-Demodulationsart AM steht noch ein FM-Demodulator zur Verfügung. Dieser erlaubt die Identifizierung von Rundfunksendern, die vor allem im Freifeld sehr stark sind. Obwohl dies durch die automatisierte Rechnersteuerung etwas aus dem Blickfeld gerät, ist die akustische Überwachung von Störsignalen bedeutungsvoll zur Identifizierung der Art der Störung und zur Ausschaltung von Fremdsignalen.

Eine weitere Schalterstellung schaltet den optionalen Mitlaufgenerator ein, dessen Ausgangssignal an einer BNC-Buchse an der Rückwand zur Verfügung steht.

4.7 Detektor - Umschaltung, Quasi-Spitzenwert, Spitzenwert, Mittelwert: Während unmodulierte Signale sinusförmiger Struktur unabhängig von der Art des Detektors in gleicher Höhe angezeigt werden (mit Effektivwert), ist die Reaktion verschiedener Detektoren auf pulsförmige oder modulierte Signale unterschiedlich. So ist der unbewertete ("wahre") ZF-Spitzenwert eines Einzel-Impulses genau so hoch wie der einer schnellen Pulsfolge, der Quasi-Peak-Wert jedoch (im Band B) etwa 30 dB geringer, der Mittelwert gar (praktisch) null.

4.7.1 CISPR Q.P.=Quasi-Spitzenwert-Detektor, linke Schalterstellung: Der damit angezeigte Pegel bei Pulsfolgen nähert sich (asymptotisch) bei hohen Pulsfrequenzen dem nicht bewerteten Anzeigeverhalten des Spitzenwertdetektors. Bei niedrigen Pulsfrequenzen folgt die Anzeige der "Impulsbewertungskurve", wie sie in VDE 0876 und in der CISPR-Publikation 16 festgelegt ist. Die Anzeige entspricht etwa dem "Lästigkeitsgrad", den Pulsstörungen beim Rundfunkempfang aufweisen.

Dieser Detektor ist im Bereich der üblichen Funkentstörung von Geräten in Haushalten, Werkstätten, Industrie (wo primär an die Vermeidung von Störungen des Rundfunkempfangs gedacht wird) anzuwenden. Bei der Messung von Einzelknacken oder langsamen Pulsfolgen wird sollte bei (4) die Stellung Lin Y / 0 dB ZF gewählt werden.

Die höchste Meßgenauigkeit wird erzielt, wenn die beiden Eichteiler (2.2) und (2.3) im linearen Spannungsmeßbereich (untere Instrumentenskala) benutzt werden, um das zu messende Signal auf 0 dB-Marke in Skalenmitte zu bringen.

Die Ablesung erfolgt dann (bei 0 dB Instrumentenanzeige) am dB-Anzeigefeld (2.1).

4.7.2 Spitzenwert, Peak: (Mittelstellung des Schalters (7) ergibt eine Anzeige der unbewerteten Spitzenspannung. Diese entspricht bei sinusförmiger Meßspannung dem Effektivwert, da alle Detektoren bei der Eichung mit dem quadratischen Mittelwert (RMS) einer Sinusspannung justiert sind. Bei Impulsen wird der Wert angezeigt, den eine Sinusspannung mit dem gleichen Spitzenwert aufweist. Dabei handelt es sich nicht um den breitbandigen Video-Impuls-Spitzenwert, sondern denjenigen, der nach Durchlaufen der Filterselektion aufgrund deren Impulsbandbreite entsteht.

Dieser Spannungswert kann um Größenordnungen kleiner sein als der breitbandige Scheitelwert der Eingangsimpulse.

Die Anzeige ist unabhängig von der Pulsfolgefrequenz (bis etwa zur Hälfte des Reziprokwertes der Filterbandbreite, darüber erfolgt individuelle Spektralaufklärung).

Der Spitzenwert-Detektor hat eine extrem kurze Aufladezeitkonstante, während die Entladezeitkonstante sehr lang ist. Daher genügt bereits eine sehr kurze Beaufschlagung mit einem Signal, um den vollen Spannungswert zur Anzeige zu bringen, andererseits muß die erfolgte Anzeige nach einer bestimmten Zeit wieder "gelöscht" werden, da sonst die Anzeige auf dem Spitzenwert stehen bliebe.

Der Peak-Detektor eignet sich daher bevorzugt für schnelle Frequenzabläufe, wenn ohne Verzug auch diskrete Signale mit ihrer vollen Spannung angezeigt oder geschrieben werden sollen.

Der jeweilig zulässige Höchstwert für die Scan- Geschwindigkeit wird auch hier durch die "vorausschauende" ZF-Analyse mit "Variscan" bestimmt.

Für Impulse und modulierte Signale ergibt der Spitzenwert-Detektor die größte Anzeige, während bei Sinusspannungen alle Detektoren gleich anzeigen. Das Meßergebnis ist der Spitzenwert, bezogen auf die Meßbandbreite, mit der Kalibrierbasis des Effektivwertes einer Sinusspannung.

(Wird die im Empfänger vorliegende Meßbandbreite (120 kHz/-6 dB, noch genauer: Impulsbandbreite) auf die "Einheitsbandbreite 1 MHz" umgerechnet, erhält man als Dimension "dB über 1 μ V pro MHz".)

4.7.3 Mittelwert, Av. (rechte Stellung des Schalters (7): In dieser Stellung wird der Mittelwert des gleichgerichteten ZF-Signals angezeigt.

Sinusspannungen werden wieder in gleicher Höhe mit dem Effektivwert zur Anzeige gebracht. Für langsame Pulse ist dieser Detektor wesentlich unempfindlicher als der Quasi-Spitzenwert-Detektor.

Aus einem Mischspektrum werden daher Sinussignale / diskrete Frequenzen aus einem Puls- und Rauschhintergrund herausgehoben. Dies ermöglicht (z.B. nach CISPR-Publ. 22) die Festlegung zweier Grenzwerte für Pulsstörungen (z.B. 60 dB μ V) und Störungen durch Schmalbandsignale (sinusförmig oder diskrete Harmonische) (z.B. 48 dB μ V).

Die Impulsbewertungskurve des Mittelwert-Detektors erlaubt bei langsamen Pulsen, z. B. 100 Hz Normpuls keine verwertbare Anzeige, weil dazu der Dynamikumfang auch des besten Empfängers nicht ausreicht.

Die moderne Leistungselektronik (Elektronische Vorschaltgeräte) erzeugt jedoch Störspektren mit Pulsfrequenzen im kHz-Bereich, die vom Mittelwert-Detektor guter Messempfänger angezeigt werden.

Häufig weisen solche Spektren schnelle Pegel- und Frequenzschwankungen auf. Da der Quasi-Peak-Empfänger ohnehin die Instrumentenzeitkonstante aufweist, liegt es nahe, diese auch dem Mittelwert-Detektor nachzuschalten.

Der Mittelwertdetektor besitzt die Zeitkonstanten gemäß CISPR 16-1-1, 6.4.3.

5. ERSTE SCHRITTE

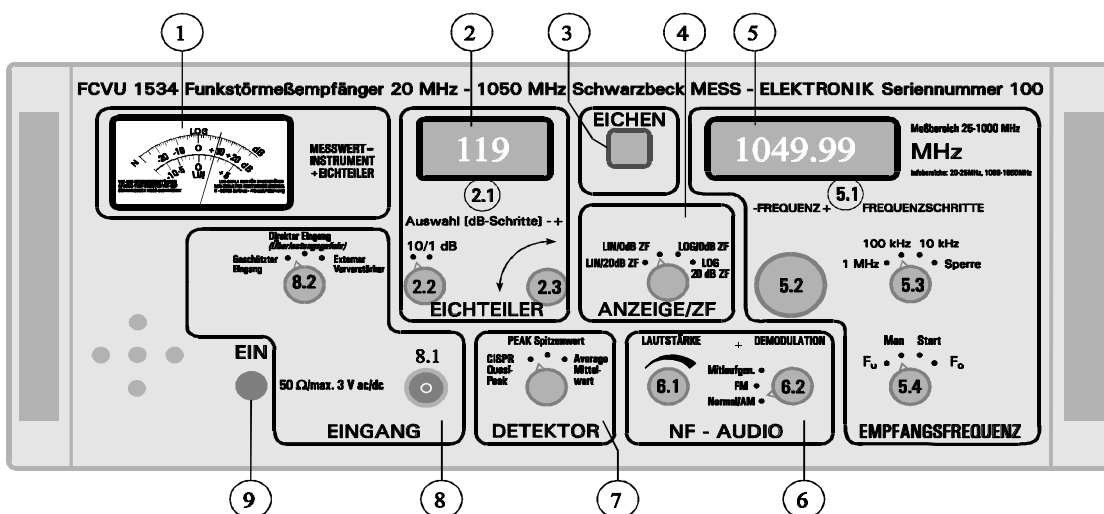
Achtung: Die Sicherheitshinweise auf Seite 2 sind zu beachten. Vor der Verbindung mit dem Netz müssen am Spannungswähler/Sicherungshalter die örtliche Netzspannung eingeschaltet und die korrekten Sicherungen eingesetzt werden.

Achtung: Das Gerät besitzt ein eingebautes IEEE - Businterface. Frontplattenbetrieb ist nur möglich, wenn das Interface mit dem "Schlafaugenschalter" auf der Rückwand abgeschaltet wurde. Dies ist daran erkennbar, daß der rote Punkt im Sichtfenster nicht erscheint.

A) Bitte folgende Einstellungen vornehmen: Schalter 8.2 links "Geschützter Eingang". Schalter 2.2 links, 2.3 auf 60 dB μ V im Fenster. Schalter im Feld 4 Stellung Mitte links "LIN/0dB ZF". Schalter 6.2 unten "Normal/AM". Lautstärke 3/4 auf-drehen. Schalter Detektor im Feld 7 "CISPR Quasipeak".

B) Gerät am Druckknopf - Schalter (Netz) einschalten (9)

C) Etwa 1 Sekunde nach dem Einschalten ist ein Summton zu hören. Der Instrumentenzeiger bewegt sich auf die Skalenmitte (0 dB) zu und kehrt kurz vor Erreichen dieser Marke wieder in Richtung Skalenanfang zurück. Dies war die automatische Anfangskalibrierung mit 100-Hz-Pulsen auf der Prioritätsfrequenz 100 MHz.



Das Gerät ist jetzt betriebsbereit für Messungen, wobei die Frequenz mit dem Frequenzrad (5.2) eingestellt wird. Die Schrittweite wird mit (5.3) zu 10 kHz gewählt, damit auch Schmalbandsignale "Fein" abstimbar sind. Für größere "Frequenzsprünge" oder eine Grobübersicht über breitbandige Pulsspektren sind die gröberen Frequenzschritte geeigneter. Für Übersichtsmessungen ist die Wahl der logarithmischen Anzeige mit 20 dB ZF-Dämpfung mit (4) geeignet bei Ablesung an der oberen Log - Instrumentenskala.

Obwohl der eigentliche Frequenzbereich nur 30 MHz bis 999,99 MHz beträgt, kann der Empfänger von 20 MHz - 1049,99 MHz empfangen. Um eine schnelle manuelle Abstimmung zu erreichen, wurde auf echte "Skalenanschläge" verzichtet. Wird jedoch 20 MHz unter- bzw. 1049,99 MHz überschritten, so wird auf die Grundbereichsgrenzen 999,99 MHz bzw. 30 MHz gesetzt. Die außerhalb des eigentlichen Empfangsbereiches liegenden Übersichtsbereiche dienen zur Information. Durch den Verstärkungsabfall ist eventuell kein Eichvorgang möglich. Nach der Rückkehr in den Grundbereich muß auf jeden Fall ein erneuter Eichvorgang mit der Taste im Bereich 3 ausgelöst werden. Der Scanbereich mit XY-Schreiber läuft nur von 30 MHz - 999,99 MHz.

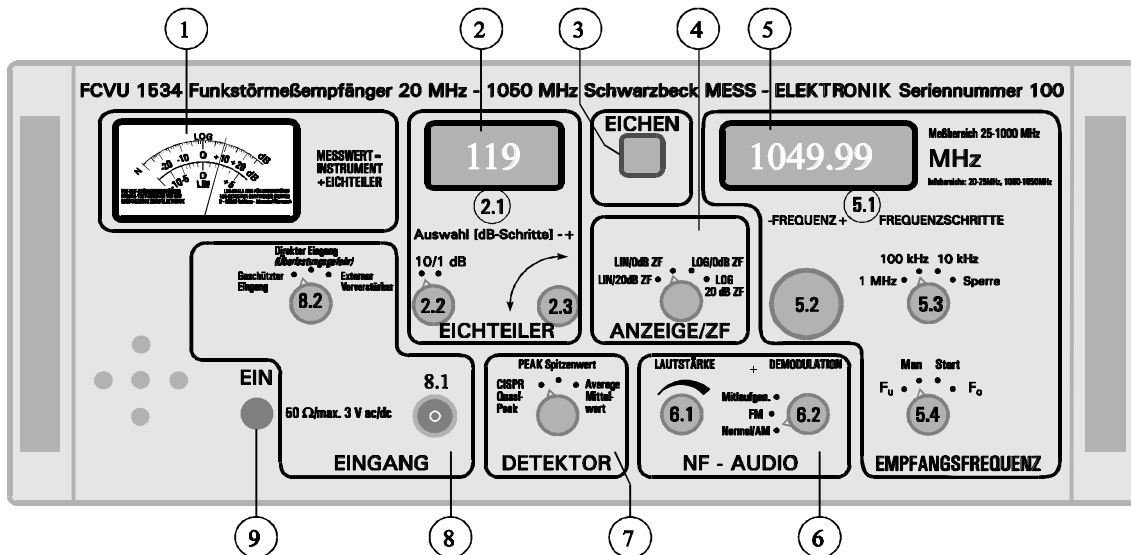
Nun kann z. B. eine Messantenne mit der Eingangsbuchse (8.1) des Empfängers verbunden werden. In diesem Fall ist die Stellung Direkter Eingang des Eingangswahlschalters (8.2) ratsam, um das Rauschen möglichst niedrig zu halten.

6 Frontplattenbetrieb, Automatischer Frequenzablauf

A) Sowohl für die Aufzeichnung des Störpegelverlaufs als auch für einen raschen visuellen Überblick kann der automatische Frequenzablauf anstelle der Handabstimmung zweckmäßig sein.

Eine vorausblickende ZF-Analyseschaltung (Variscan) paßt dabei die Abstimmgeschwindigkeit dem zu messenden Spektrum an und sorgt für schnellste Abstimmung, ohne daß Schmalbandstörer "unterschlagen" werden.

Variscan ist bei automatischem Frequenzlauf (Scan) immer in Betrieb.



B) Die Schrittweite mit (5.3) auf 10 kHz für höchste Genauigkeit oder 100 kHz für Übersichtszwecke einstellen.

C) Für Übersichtsmessungen ist die Wahl der logarithmischen Anzeige mit 20 dB ZF-Dämpfung mit (4) geeignet bei Ablesung an der oberen Log - Instrumentenskala.

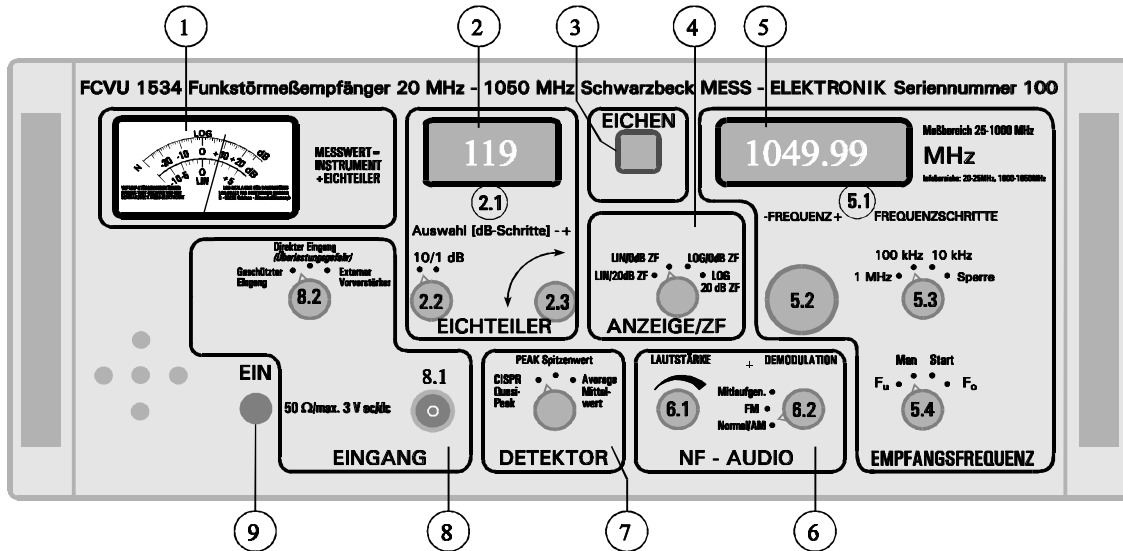
D) Den Schalter 5.4 in die Stellung Start bringen. In den äußeren Stellungen werden 30 MHz und 999.99 MHz gesetzt, was das Einrichten des Meßblattes des X/Y - Schreibers vereinfacht.

E) Mit der Schalterstellung Start beginnt der automatische Frequenzlauf. Eine Beendigung und der Übergang auf Handabstimmung ist mit (5.3) jederzeit ohne jede Einschränkungen möglich.

Beim Hin- und Herschalten zwischen den Eckfrequenzen nicht auf der Stellung Start verweilen, da sonst der aus diesem Grunde etwas verzögerte Scanvorgang startet.

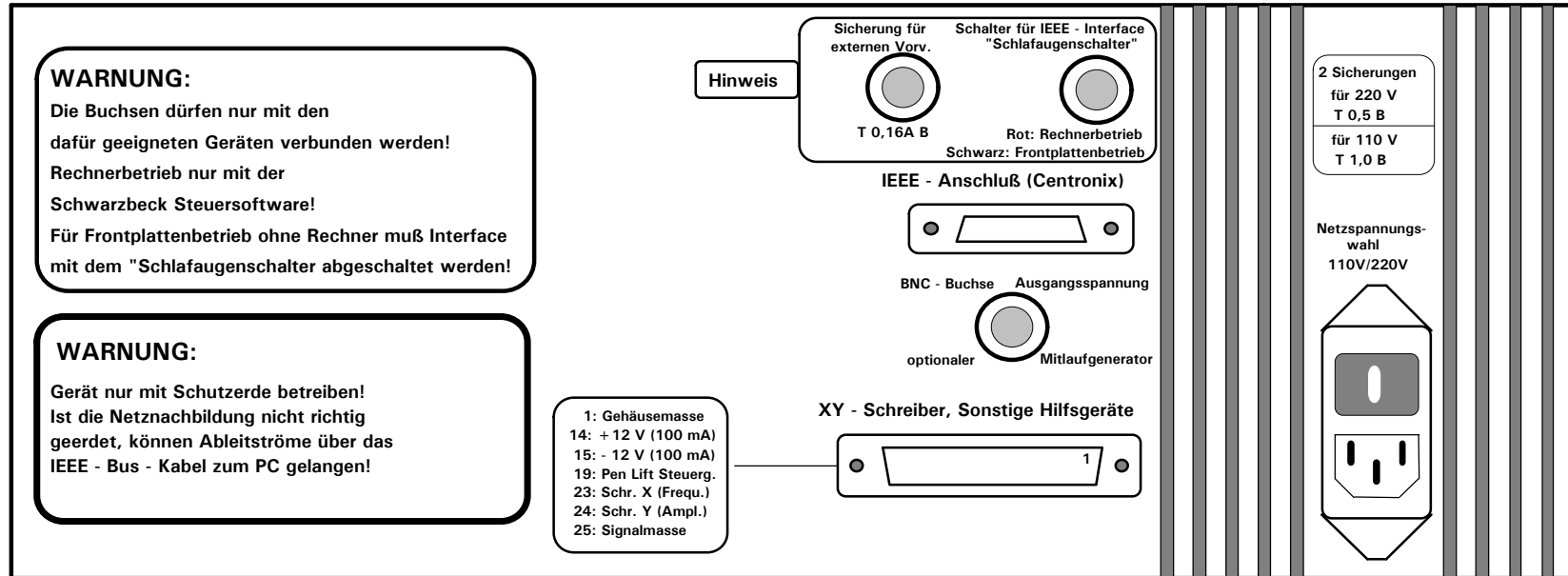
7 Automatischer Frequenzablauf mit Aufzeichnung durch XY-Schreiber

A) Ein Vorteil dieses Empfängerkonzepts ist die einfache Art der Aufzeichnung von Störspannungen oder Störfeldstärken, z.B. mit XY-Schreibern oder Speicheroszilloskopen. Im Regelfall wird mit dem XY-Schreiber gearbeitet, wobei eine vorausblickende ZF-Analyseschaltung (Variscan) die Abstimmgeschwindigkeit dem zu messenden Spektrum anpasst und für schnellste Abstimmung sorgt, ohne daß Schmalbandstörer "unterschlagen" werden. **Variscan** ist bei automatischem Frequenzlauf (Scan) immer in Betrieb. Über das Anschlußkabel wird der XY-Schreiber durch den rückseitigen 25-poligen Sub-D-Anschluß des FCVU 1534 mit den Analogspannungen für Frequenz und Störspannung versorgt. 2 Stecker liefern die X-Spannung für Frequenz und 2 weitere die Y- Störspannung. Ein runder DIN-Stecker verbindet die PEN-Lift-Steuerung.



B) Die Bananenstecker des Schreiberkabels sind beschriftet. Die schwarzen Stecker werden in die mit Minuszeichen markierten Schreiber-Buchsen der beiden Eingänge gesteckt. Die X-Buchse des Schreibers nimmt den roten Bananenstecker (Frequenz) auf, die Y-Buchse den gelben (Spannung, dB). Der dreipolige DIN-Rundstecker bewirkt die Schreibfederanhebung oder Absenkung; er paßt direkt in die von uns gelieferten Schreiber. Am Bedienfeld des XY-Schreibers werden beide Bereichsschalter (X und Y) auf 0,1V/cm eingestellt, die Schiebeschalter auf "Var." (=variable Verstärkung). Am Empfänger wird am Schalter (5.4) zwischen den beiden äußeren Stellungen hin- und hergeschaltet, wobei die linke Stellung der Anfangsfrequenz 30 MHz und die rechte der Endfrequenz 999.99MHz entspricht. Gleichzeitig springt bei richtig angeschlossener Schreiber die Schreibfeder zwischen links und rechts. Nun wird ein Schreibervordruck eingelegt, an den Anschlag gebracht und elektro-statisch fixiert (Schiebeschalter "Chart"). Nun wird der Empfänger mit (5.4) auf 30 MHz gesetzt. Die Schreibfeder wird mit dem X-Nullpunktregler des Schreibers (horizontaler Doppelpfeil) über die Anfangsline der Schreibervorlage (30 MHz) gebracht. Mit (5.4) nun 999.99 MHz setzen. Die Feder springt nach rechts. Mit dem "Var."-Regler (=Verstärkung) wird jetzt die Feder über die Endlinie (1000 MHz) der Vorlage gebracht. Entsprechend erfolgt die Justage für die dB-Skala. Ohne Eingangssignal (eventuell mit 20dB ZF-Dämpfung) wird für "Y" der Nullpunkt auf die unterste Diagrammlinie gebracht. Mit Dauerkalibriersignal (3) wird mit dem "Var."-Regler des Schreibers (=Y - Verstärkung) auf die 0 dB(rel.)-Mittellinie justiert. Ohne Kalibriersignal müssen nun bei 30 MHz der Punkt A und bei 999.99 MHz der Punkt C auf dem Blatt erreichbar sein, und mit Kalibriersignal bei 30 MHz der Punkt B.

8 Rückwand (Darstellung, zusätzliche Hinweise, Warnungen)



XY - Schreiber, Sonstige Hilfsgeräte

X (Frequenz) Lin/Log 0 V - 1 V

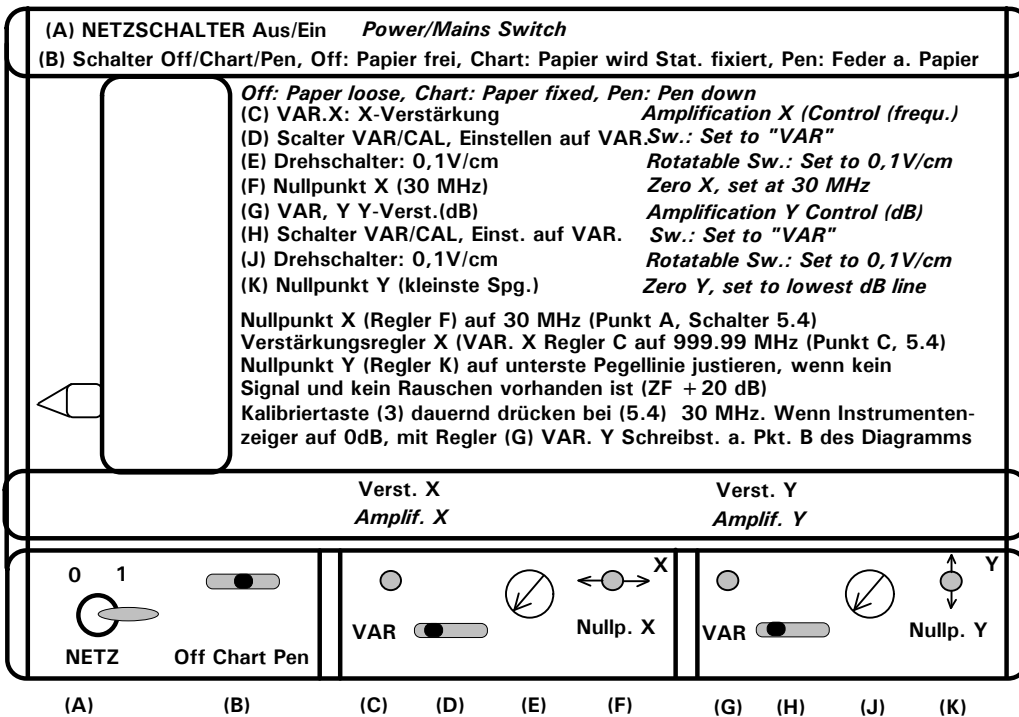
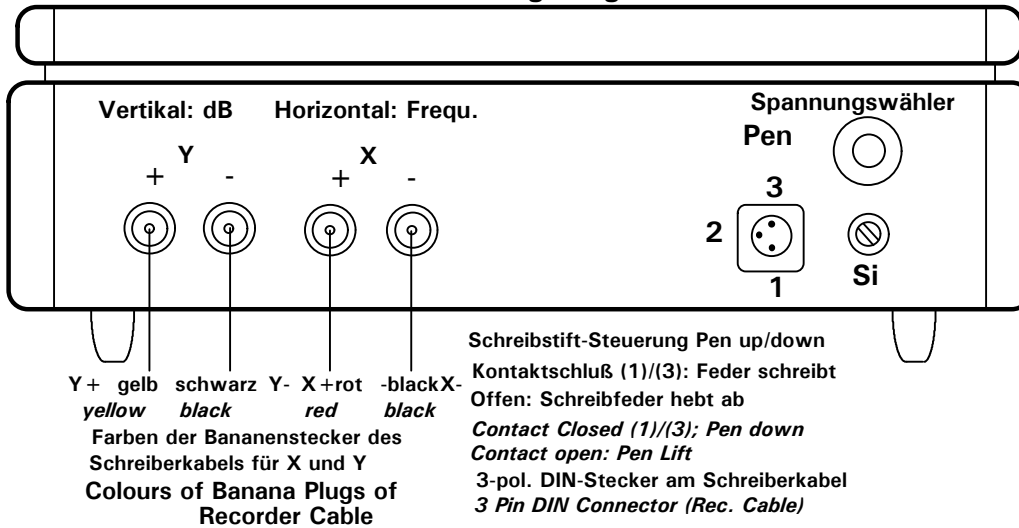
Y (Amplitude) Lin 0 V - 0,5 V - 10 V
Instrumentenmitte 0,5 V

Y (Amplitude) Log 0 V - 0,5 V - 1 V
Instrumentenmitte 0,5 V
Pen Lift: Open Kollektor in Serie
mit 1 k - Widerstand schaltet für
Pen Down nach Masse

IEEE - 488 - Buchse

Verbindung über Standard Bus - Kabel
zur INES - IEEE - Karte im PC.

9 Anschluß und Einregelung des XY - Schreibers



XY-Recorder Controls: Zero X (Control F) adjusted until pen is at the left-hand rim of the recording pattern 30 MHz Point A Switch 5.4.

Amplification Control (X) (= VAR. X, Control C): adjust to right hand rim of recording pattern with highest frequency (999.99 MHz, Point C Sw. 5.4). Readjust until C and A are ok.

Zero Y (Control K) adjusted to lowest voltage (downmost) rim of the recording pattern with no signal and no noise on receiver (+20 dB I. F. Sw. 4). Press Calibrator Key (3) on receiver continuously with switch (5.4) on 30 MHz, until meter reading is 0 dB center. Adjust pen to point B with VAR. Y control (G).

10 Praktische Hinweise zur Arbeit mit Meßempfängern oberhalb 30 MHz

10.1 Was ist anders im Vergleich zur Störspannungsmessung unterhalb 30 MHz?

In vielen Fällen wird zuerst ein Meßplatz für Störspannung im Frequenzbereich 9 kHz-30 MHz eingerichtet. Hier sind mit relativ kleinem Aufwand (eventuell auch ohne Schirmkabine) mit der Netznachbildung gut reproduzierbare Meßergebnisse erzielbar. Die rechnergesteuerte Messung kann ihre Vorteile voll zur Geltung bringen, da im Prinzip nur die Empfangsfrequenz verändert und die Störampplitude registriert wird. Selbst bei manueller Messung ohne Rechnersteuerung sind die Verhältnisse leicht überschaubar, weil die Netznachbildung grob vereinfacht gesehen ja nur die Störspannung am Prüfling abnimmt und dem Empfängereingang zuführt. Etwaige Wandlungsmaße brauchen bei üblichen Genauigkeitsanforderungen nicht berücksichtigt zu werden.

Ganz anders sind die Verhältnisse im Bereich oberhalb 30 MHz. Hier geht es in erster Linie um die Messung elektromagnetischer Felder mit Antennen. Diese müssen ebenso wie die (weiter hinten besprochenen) MDS-Zangen als **Wandler** betrachtet werden. Während die zusätzlich zu betrachtenden Variablen bei der Zange nur ihre Lage entlang dem Prüflingsanschluß umfaßt, sieht das bei den Antennen komplizierter aus. Die Antennenhöhe, die Polarisation, der Abstand zum Prüfling und der Drehwinkel des Prüflings sind im Grunde genommen für jede Frequenz zu betrachten. Dazu kommen noch die Anforderungen an das räumliche Umfeld. Das an sich ideale Freifeld leidet unter der Unzahl von externen Signalen, die im besten Fall die Messung nur komplizieren, im schlimmsten Fall aber in manchen Frequenzbereichen Messungen unmöglich machen.

Während für den Bereich 9 kHz-30 MHz eine Schirmkabine für die Messung der Störspannung meist noch beschafft werden kann, ist die von Fremdsignalen freie Absorberhalle, bedingt durch ihren enormen räumlichen und finanziellen Aufwand, selten verfügbar. Zusätzlich muß erwähnt werden, daß die Auswirkungen kleiner Änderungen an der Aufstellung, Kabelanordnung usw. des Prüflings große Änderungen des Meßergebnisses zur Folge haben können. Die Verhältnisse sind daher wesentlich "kritischer" als bei der Störspannungsmessung im unteren Frequenzbereich.

10.2 Nur noch rechnergesteuert messen oberhalb 30 MHz?

Da es auch für anspruchsvolle rechnergesteuerte Meßplätze praktisch unmöglich ist, all das umfassend innerhalb einer akzeptablen Meßzeit zu berücksichtigen, müssen hier vereinfachende Annahmen gemacht werden. Obwohl der Vorteil der Rechnersteuerung besonders bei der Präsentation der Ergebnisse offensichtlich ist, muß überlegt werden, ob nicht zum Beispiel bei einer Freifeldmessung der manuelle Betrieb die besseren Ergebnisse liefert. Durch manuelle Frequenzabstimmung können dabei sehr schnell die wenigen "kritischen" Frequenzen ermittelt und durch Höhen- und Polarisationsänderungen der Antenne und Drehen des Prüflings "zum Maximum" gebracht werden. Der Lautsprecher des Meßempfängers erlaubt die sofortige Identifikation von Fremdstörern und gibt auch Hinweise auf die Ursachen von Störungen. Der mit dem "Innenleben" des Prüflings bestens vertraute Entwickler als zweite Meßperson gewinnt nützliche Einblicke in das Störverhalten seines Gerätes. Die Messung leistet dabei einen entscheidenden Beitrag zur Entstörung, ein klarer Vorteil gegenüber der rechnergesteuerten Messung.

Die durch nichts zu ersetzende Intelligenz, Erfahrung und Intuition der den Meßplatz bedienenden Menschen erlaubt die schnelle Konzentration auf den Kern des Problems (Datenreduktion) auf einem höheren Niveau, als es der Rechner erlaubt. Der Rechner dagegen ist ohne diese menschlichen Eigenschaften ein "blinder Zahlenfresser". Dies softwaremäßig kompensieren zu wollen, führt oft zu völlig unerwarteten Nebeneffekten. Ist jedoch zu einem späteren Zeitpunkt die Entstörarbeit weiter fortgeschritten, zeigt die Rechnersteuerung ihre Vorteile bei der Routinemessung.

10.3 Die Antenne vereinfacht gesehen.

Gemessen werden soll die elektromagnetische Feldstärke, verursacht vom Prüfling. Der Empfänger selber ist dazu nicht in der Lage. Er ist im Gegenteil so abgeschirmt, daß er weder Felder empfängt noch abstrahlt. Er kann lediglich eine Wechselspannung an seiner Eingangsbuchse (50 Ω) am Meßinstrument oder am Monitor anzeigen. Daher braucht er eine Antenne, um die elektromagnetische Feldstärke in Spannung umzuwandeln. Der Zusammenhang zwischen der Feldstärke (die "reingeht" in die Antenne) und der Spannung (die "rauskommt" aus der Antennenbuchse) ist gegeben durch den Antennenfaktor (auch Wandlungsmaß genannt). Üblicherweise wird in der Störmeßtechnik zur Spannungsangabe mit dB μ V gearbeitet. Dabei ist der Bezugspegel 0 dB μ V=1 μ V. Da sich die dB-Angaben auf die Leistung beziehen, muß für die Spannungsverhältnisse die Quadratwurzel der Leistungsverhältnisse genommen werden. Zu Beispiel entspricht 20 dB dem Leistungsverhältnis 100:1 und damit dem Spannungsverhältnis 10:1. Damit entsprechen 20 dB μ V einer Spannung von 10 μ V. 60 dB μ V entsprechen 1 mV und 120 dB μ V entspricht 1V. Analog wird mit der Feldstärke verfahren. 0 dB μ V/m entspricht 1 μ V/m, 60 dB μ V/m entspricht 1 mV/m und 120 dB μ V/m entspricht 1 V/m.

10.3.1 Wie geht man mit dem Antennenfaktor um?

In diese dB-konforme Umgebung fügt sich auch der Antennenfaktor in dB ein. Vorteilhaft ist das deshalb, weil er dann einfach addiert werden kann. Als nichtlogarithmischer Faktor dagegen müßte er mit der in μ V angegebenen Spannung umständlich multipliziert werden. Als Maßeinheit erhalten wir dB 1/m durch die Division der Maßeinheit der Spannung (dB μ V) durch die Maßeinheit des Feldstärkepegels (dB μ V/m).

Es sind sowohl positive als auch negative Antennenfaktoren möglich und in der Praxis gebräuchlich. Je positiver der Antennenfaktor, desto weniger Spannung erhält man an der Buchse aus einem gegebenen Feld, je negativer desto mehr erhält man an Spannung.

Daraus folgt als "Kochrezept": Zur Empfängerablesung in dB μ V wird der Antennenfaktor addiert, das Ergebnis ist die Feldstärke in dB μ V/m.

Beispiel:	Empfängerablesung:	40 dB μ V
	Antennenfaktor:	+20 dB/m
	Daraus berechnete Feldstärke:	60 dB μ V

Die Kabeldämpfung ist bei hohen Frequenzen nicht mehr vernachlässigbar, sie kann von Anfang an zum Antennenfaktor addiert oder auch getrennt berücksichtigt werden. In aller Regel (auch bei Breitbandantennen) sind Antennenfaktoren und Kabeldämpfung abhängig von der Frequenz. Sie sind den Diagrammen oder Tabellen der Hersteller zu entnehmen. Bei der manuellen Messung werden die meist wenigen (grenzwertnahen) Frequenzen mit ihren Störampplituden (in dB μ V) in eine Tabelle eingetragen und der Antennenfaktor (evtl. Kabeldämpfung) addiert. Ebenfalls eingetragen werden kann hier der jeweilige Grenzwert.

Beispiel (willkürlich):

Frequenz MHz	Empfängerablesung dB μ V	Antennenfaktor dB/m	Feldstärke dB μ V/m	GrenzwertdB(μ V/m)
100 MHz	50 dB μ V	10 dB/m	60 dB μ V/m	70 dB μ V

Bei der rechnergesteuerten Messung übernimmt die Software die Einrechnung der Antennenfaktoren und die Auswertung in Bezug auf die Grenzwerte.

10.3.2 Welche Antenne wählen?

Die Vielfalt der Antennentypen ist nahezu unübersehbar und die Auswahlkriterien auch. Wenn man bedenkt, daß die Empfängerempfindlichkeit kaum verbessert werden kann und die Grenzwerte oft sehr niedrig liegen, dann wäre ein günstiger Antennenfaktor das einzige Kriterium.

Ein Beispiel zeigt das:

Frequenz:	1000 MHz
Empfängerrauschen:	0 dB μ V
Antennenfaktor (incl. Kabeldämpfung):	25 dB/m
Grenzwert:	35 dB μ V

Ein Signal Grenzwertsignal wäre am Empfänger noch 10 dB über dessen Eigenrauschen ablesbar. Kleinere Signale würden aber durch den Rauscheinfluß mit zunehmendem Fehler abgelesen oder im Rauschen verschwinden. Es zeigt sich also, daß unter Umständen die Messung eines niedrigen Grenzwertes mit einer bestimmten Antenne nicht möglich ist.

Für rechnergesteuerte Messungen kommen eigentlich nur Breitbandantennen in Betracht, da sich ein Nachstimmen von Dipolstäben kaum in eine rechnergesteuerte Messung einbinden läßt. Gebräuchlich sind Doppelkonusantennen und Logarithmisch-Periodische Antennen. Doppelkonusantennen haben durch ihre niedrigen Elementströme bei niedrigen Frequenzen den Vorteil geringerer Umgebungsabhängigkeit, was durch einen schlechteren Antennenfaktor an den Bereichsrändern erkauft wird. Bei höheren Frequenzen dominieren Logarithmisch-Periodische Antennen. Durch Kombination von Doppelkonus- und Logarithmisch-Periodischem Prinzip entstehen noch wesentlich breitbandigere Antennen. Zur genauen Kalibrierung einer Meßstrecke gibt es besondere, paarweise ausgemessene Präzisionsdipole, die durch großzügigen Einsatz von Präzisionsdämpfungsgliedern zwar einen hohen Antennenfaktor haben, aber eine hervorragende Anpassung. Die klassischen Dipole mit ausziehbaren Teleskopstäben müssen zwar auf die jeweilige Frequenz eingestellt werden, liefern aber einen guten Antennenfaktor bei kleinem Gewicht und günstigem Preis.

Zur Auswahl von Antennen stehen auf Anfrage weitere Informationen zur Verfügung.

10.4 Die Absorptions - Messwandler - Zange MDS

10.4.1 Prinzip

Da Feldstärkemessungen mit Antennen im Freifeld oder in der Absorberhalle aufwendig und teuer sind, wurde nach einfacheren Meßmethoden gesucht. Dabei ging man von der Annahme aus, daß bei einem Gerät, das klein gegenüber der Wellenlänge der Meßfrequenz ist, die Störleistung fast vollständig vom Kabel abgestrahlt wird und nicht vom Gehäuse. Diese Bedingung kann z. B. bei kleinen Elektrowerkzeugen im Bereich bis 300 MHz (Wellenlänge 1 m) als erfüllt betrachtet werden. In letzter Zeit sind auch Zangen bis 1000 MHz erhältlich.

10.4.2 Praxis

Der Prüfling (die Störquelle) wird am Ende eines 6 m langen Holztisches aufgestellt. Sein Netzanschlußkabel, ggf. auf 6 m verlängert, wird von der mit Laufrollen versehenen MDS-Zange umfaßt. Diese wird mit dem FCVU 1534 über ein dünnes Koaxkabel verbunden und auf dem Holztisch bewegt, bis auf der jeweiligen Meßfrequenz ein Maximum der Störleistungsanzeige gefunden wird. Da die Zange etwa 17 dB Auskoppeldämpfung hat, kann die in dB über 1 μ V abgelesene Störspannung direkt als Störleistung in dB über 1 Pikowatt (dBpW) angegeben werden.

Durch diese "Kompensation" der 17 dB "Unterschied" zwischen den Skalen dB μ V und dB(pW) und der Einfügungsdämpfung der Zange von 17 dB kann der Zahlenwert der Empfängerablesung in dB μ V als Zahlenwert für die Störleistung in dB(pW) genommen werden. Für höchste Genauigkeit kann die der Zange beigefügte Korrekturkurve mit eingerechnet werden.

So ist auch bei *manuellem Betrieb* ein einfaches Vorgehen ohne Umrechnungen möglich.

Für *rechnergesteuerten Betrieb* kann die Zange als Antenne definiert werden, wobei dann die X-Achsenbeschriftung auch korrekterweise in dBpW erscheint. Es werden dann einfach die Gesamtwerte (also inklusive Korrektur) als Stützpunkte eingegeben.

11 Der externe Vorverstärker

kann direkt an der Anschlußbuchse der Antenne angeschraubt werden. Sowohl die Kabeldämpfung als auch die im FCVU vorhandene Dämpfung von der Eingangsbuchse bis zum Selektivverstärker spielen daher keine Rolle mehr. Es sind daher je nach Anordnung Verbesserungen bis etwa 8 dB möglich. Damit sind Signale meßbar, die sonst im Rauschen untergehen.

Zusätzliche Stromversorgungs- oder Steuerkabel sind nicht nötig, da die Betriebsspannung des Vorverstärkers über eine im FCVU vorhandene Weichenschaltung auf den Innenleiter der Eingangsbuchse gelegt wird.

Ist die Betriebsspannung (+5 V) vorhanden, so schaltet sich der Verstärker ein, ist sie weg, wird der Verstärker umgangen und die Antenne liegt direkt am Kabel.

Das Einschalten erfolgt durch Wahl der Schalterstellung "Externer Vorverstärker" des Eingangswahlschalters.

Voraussetzung ist jedoch, daß der auf der Rückwand vorhandene Sicherungshalter mit einer Sicherung 0,16 A T versehen ist.

Diese Sicherung ist im Lieferzustand nicht eingesetzt und sollte auch nur dann eingesetzt werden, wenn tatsächlich mit dem Vorverstärker gearbeitet wird.

Der Grund für diese Vorsicht ist, daß die +5 V am Innenleiter andere Geräte (Antennen, Dämpfungsglieder, Meßsender u. a.) gefährden können.

Wird die Sicherung entnommen, so stellt auch eine falsche Schalterstellung keine Gefahr da.

Das Auslösen der Sicherung sollte als "letzte Rettung" nach Möglichkeit vermieden werden, da die Gefahr einer Beschädigung von Peripheriegeräten nicht ausgeschlossen werden kann.

So nützlich der externe Vorverstärker ist, wenn es darum geht, schwache Schmalbandsignale zur Anzeige zu bringen, so gibt es doch Grenzen, die es zu beachten gilt. Der Vorverstärker verfügt zwar über ein hervorragendes Großsignalverhalten, aber über keine Vorselektion.

Er wird daher, besonders im Freifeld, mit einer Fülle starker Signale gleichzeitig beaufschlagt, die sich gegenseitig beeinflussen können.

Durch seine Verstärkung von etwa 10 dB beaufschlagt er den FCVU wesentlich stärker, als dies im normalen Betrieb der Fall ist.

Auch hier können gegenseitige Beeinflussungen entstehen.

Besonders bei breitbandigen Pulsspektren mit langsamen Pulsfrequenzen kann dies die Messung mit dem externen Vorverstärker unmöglich machen.

Es ist daher immer zu prüfen, ob das Zuschalten des Vorverstärkers etwa 10 dB Verstärkung bringt, oder ob sich plötzlich "Phantomsignale" zeigen, die vorher nicht vorhanden waren.

Grundsätzlich sind Messungen, die ohne Vorverstärker möglich sind, auch ohne diesen durchzuführen.

Erst wenn das Signal beginnt, im Rauschen zu verschwinden, kann der Vorverstärker zugeschaltet werden.

12 Option Mitlaufgenerator

12.1 Was leistet er?

Der optionale Mitlaufgenerator (eng. Tracking Generator) erzeugt ein Signal, dessen Frequenz genau der entspricht, die am Empfänger eingestellt ist. Durch Frequenzgleichheit ergibt sich eine besonders einfache Bedienung und ein schneller Meßablauf.

12.2 Wie wird das erreicht?

Sieben spannungsgesteuerte Oszillatoren arbeiten so als Teil einer PLL-Schaltung, daß Sendefrequenz und Empfangsfrequenz gleich sind, was in der Funktechnik als "Transceiver" bezeichnet wird.

12.3 Wofür ist das gut?

Mitlaufgenerator und Störmeßempfänger bilden zusammen ein außerordentlich hochwertiges Dämpfungsmessgerät. Dies ist vor allem der Empfindlichkeit, dem Dynamikbereich und der Eichteilergenauigkeit des Störmeßempfängers zu verdanken. Ist dann noch die Ausgangsspannung des Mitlaufgenerators wie in diesem Fall mit 120 dB μ V (1 V) an 50 Ω , so ergeben sich theoretisch meßbare Dämpfungen von über 130 dB, was jedoch höchste Anforderungen an die Messtechnik stellt. Die große Reserve erlaubt jedoch den Einsatz von Dämpfungsgliedern zur Anpassungsverbesserung.

Der als Zubehör erhältliche Modulator erlaubt zusammen mit einer Endstufe Beeinflussungsmessungen mit modulierter Hochfrequenz (Antennen, CDNs).

12.4 Was sind die Hauptanwendungsgebiete?

12.4.1 Filtermessungen

Während ein Teil der Störungen schon am Entstehungsort, z.B. auf der Platine ausreichend unterdrückt werden kann ist es doch oft unerlässlich, noch ein Netzfilter einzusetzen, das geleitete Störungen daran hindert, über das Netzkabel abzufließen. Obwohl für solche Filter Dämpfungskurven angegeben werden, ist es doch hilfreich, diese im praktischen Aufbau zu überprüfen. Werden Filtereingang und Ausgang mit dem Mitlaufgeneratorausgang und dem Empfängereingang verbunden, so ist die Differenz der gesuchte Dämpfungswert.

12.4.2 Streckendämpfungen zwischen Sende- und Empfangsantenne

Obwohl die Dämpfung zwischen zwei Antennen berechnet werden kann, treten in der Praxis bei nicht idealen Meßstrecken erhebliche Abweichungen auf. Diese können meßtechnisch ermittelt werden, wenn Sende- und Empfangsantenne mit dem Mitlaufgenerator bzw. dem Störmeßempfänger verbunden werden. Im hier betrachteten Frequenzbereich zwischen 30 MHz und 1000 MHz kommen logarithmisch periodische Antennen in Betracht. Bei höchsten Anforderungen an die Genauigkeit sollten Präzisionsdipole eingesetzt werden. Man kann nun die Felddämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz ermitteln und die Qualifikation der Strecke beurteilen. Auf ähnliche Weise kann die Dämpfung von Abschirmungen und sogar Schirmkabinen ermittelt werden.

12.4.3 Wie wird die Dämpfung berechnet?

Dämpfung [dB] = Sendepiegel [dB μ V] - Empfangspegel [dB μ V] - Zusatzdämpfungen [dB]

Der Sendepiegel des Mitlaufgenerators beträgt 120 dB μ V.

Der Empfangspegel wird am Störmeßempfänger wie üblich abgelesen.

Zusatzdämpfungen sind im einfachsten Fall 10 dB-Dämpfungsglieder am Ausgang des Mitlaufgenerators und am Eingang des Empfängers.

Ebenfalls in Betracht zu ziehen sind Antennenfaktoren, Kabeldämpfungen und andere eventuell verborgene Zusatzdämpfungen. Im Falle der Messung von Netzfiltern ist direkt am Filterein- und Ausgang je ein 10 dB-Dämpfungsglied sehr zu empfehlen (Meßkasten), da diese Filter zwar im 50 Ω -System gemessen werden, aber anders als z. B. Filter in der Nachrichtentechnik nicht an ein 50 Ω -System angepaßt sind.

Das führt zu Welligkeit auf den Koaxkabeln und damit zu Meßfehlern. Dämpfungsglieder direkt an den Filteranschlüssen reduzieren die Restwelligkeit auf den Kabeln.

12.5 Wo ist der HF - Ausgang des Mitlaufgenerators?

Auf der rechten Seite der Rückwand in halber Höhe beim Kühlkörper des Netzteils befindet sich eine N - Buchse. Diese ist der Ausgang des Mitlaufgenerators.

12.6 Wie wird er ein- und ausgeschaltet?

Bei manueller Frontplattenbedienung wird der Mitlaufgenerator mit dem Schalter (6.2) geschaltet, was durch die LED links daneben angezeigt wird. Bei Frontplattenbetrieb wird dann automatisch Variscan abgeschaltet, um nicht unnötig Meßzeit zu verbrauchen.

Der Mitlaufgenerator sollte nur dann eingeschaltet werden, wenn er gebraucht wird. Störmessungen in dieser Schalterstellung können fehlerhaft sein.

Bei Rechnersteuerung wird der Mitlaufgenerator im Menü Einstellungen - Empfänger ein- und ausgeschaltet. Die Rechnersteuerung erlaubt durch das Autoranging mühelos Messungen über einen großen Dynamikumfang.

Auch hier darf der Mitlaufgenerator nur dann eingeschaltet werden, wenn er gebraucht wird.

12.7 Was ist unbedingt zu beachten?

12.7.1 Den Mitlaufgenerator nur dann einschalten wenn er wirklich gebraucht wird, da durch die hohe Ausgangsspannung immer die Gefahr besteht, daß vagabundierende Hochfrequenz laufende Messungen beeinträchtigt.

Ein nicht ordnungsgemäß abgeschlossenes Koaxialkabel am Mitlaufgenerator kann einen ganzen Laborraum hochfrequenzmäßig verseuchen.

12.7.2 Es ist empfehlenswert, 20 dB ZF-Dämpfung am Empfänger zu wählen.

Dies erlaubt zusammen mit logarithmischer Anzeige eine große Anzeigedynamik.

12.7.3 Die Meßaufbauten müssen den Anforderungen dieses Frequenzbereiches entsprechen. Es dürfen nur hochwertige Koaxialkabel verwendet werden. Prüflinge, z. B. Filter müssen richtig geerdet sein.

Durch die hohe Ausgangsspannung des Mitlaufgenerators besteht z. B. bei Antennen die Gefahr der direkten Einstrahlung in den Empfänger. Es ist daher wichtig, gegebenenfalls direkt an der N-Buchse des Mitlaufgenerators Dämpfungsglieder zur Pegelabsenkung einzufügen und Antenne und Empfänger räumlich zu trennen. Gegebenenfalls ist das "Übersprechen" des Meßaufbaus dadurch zu kontrollieren, daß der Prüfling bzw. die Empfangsantenne entfernt wird.

12.7.4 Der Mitlaufgenerator deckt nur den Grundbereich 30 MHz-999.99 MHz ab. Unterhalb von 30 MHz ist exemplarabhängig bis typ. 23 MHz Betrieb möglich, oberhalb von 999.99 MHz jedoch prinzipbedingt nicht. Das im Lautsprecher hörbare Geräusch ist normal und kommt von der schrittweisen Frequenzänderung

12.7.5 Im Frontplattenbetrieb ist Variscan abgeschaltet. Dieser würde nur unnötig Zeit verbrauchen, da die Bremswirkung bei Sinussignalen hier nicht benötigt wird, weil Sende- und Empfangsfrequenz zwangsweise gleich sind.

Bei rechnergesteuertem Betrieb muß Variscan im Menü Einstellungen - Empfänger abgeschaltet werden, da sonst der Ablauf dauernd gebremst wird.

12.8 Der Endverstärker des Mitlaufgenerators ist mit Hochfrequenztransistoren aufgebaut, die empfindlich sind gegen Spannungsspitzen. Es sollte daher beim Betrieb immer ein 10 dB-Dämpfungsglied angeschraubt werden. Einspeisung z. B. in eine Netznachbildung darf nur mit einem zwischengeschalteten Begrenzer (von uns erhältlich) erfolgen, da die Spannungsspitzen den Generator gefährden.

13 Anzeigeeinstrument und Instrumentenablesung

13.1 Grundlagen

Ein Störmeßempfänger ist ein frequenzselektives Voltmeter. Frequenzselektiv bedeutet, daß nur die Wechselspannung auf der eingestellten Frequenz gemessen wird unter Berücksichtigung der Bandbreite. Im Falle des FCVU im Frequenzbereich 20 MHz-1049,99 MHz ist diese Bandbreite 120 kHz bei 6 dB Absenkung, was der halben Spannung entspricht.

Ein übliches analoges oder digitales Vielfachmeßgerät mißt ebenfalls Wechselspannung. Diese Messung erfolgt jedoch nur unselektiv in einem gewissen Frequenzbereich. Dieser Frequenzbereich kann sich je nach Qualifikation und Anwendungszweck von einigen Hz über 50 Hz bis zu einigen kHz erstrecken. Alle Spannungen innerhalb dieses Bereiches werden einem einzigen Gleichrichter zugeführt und angezeigt. Eine Unterscheidung nach dem Merkmal Frequenz findet nicht statt. Eine einzige hohe Spannung egal welcher Frequenz dominiert die Anzeige. Schwächere Spannungen anderer Frequenz wirken sich auf die Ablesung kaum aus.

Der frequenzselektive Störmeßempfänger ist dagegen in der Lage, eine Vielzahl von Spannungen unterschiedlicher Frequenz getrennt voneinander anzuzeigen.

Ein übliches Vielfachmeßgerät hat einen Grunddynamikbereich, der es erlaubt, Spannungen unterschiedlicher Größe anzuzeigen, ohne daß der Meßbereich umgeschaltet werden muß. Ein einfaches Gerät hat zum Beispiel die Stufung 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1000 V. Die kleinste anzeigbare Spannung im 200 mV - Bereich ist demnach 0,1 mV, die größte 199,9 mV. Eine Spannung < 0,1 mV wird ignoriert, Spannungen > 199,9 mV führen nicht mehr zu höherer Anzeige.

Obwohl es grundsätzlich möglich wäre und in der Vergangenheit auch oft so gemacht worden ist, werden in der Störmeßtechnik die Spannungen nicht in V (mV, μ V) angegeben, sondern in dB über 1 μ V, dB μ V.

Dieses logarithmische Maß dB wird durchgängig bei Meßsendern, Impulsgeneratoren und Empfängern verwendet. Auch die Eichteiler des Meßempfängers sind dB-gestuft und die Instrumentenskalen mit dB-Teilungen versehen.

Wie das Vielfachmeßgerät verfügt auch der Störmeßempfänger über eine Grunddynamik und einen Vorteiler. Wird sämtliche Vordämpfung durch den Eichteiler abgeschaltet, so ergibt sich bei CISPR Quisipeak im Frequenzbereich 30 MHz-1000 MHz bei Normbandbreite eine Grundanzeige durch das Empfängerrauschen von unter 0 dB μ V.

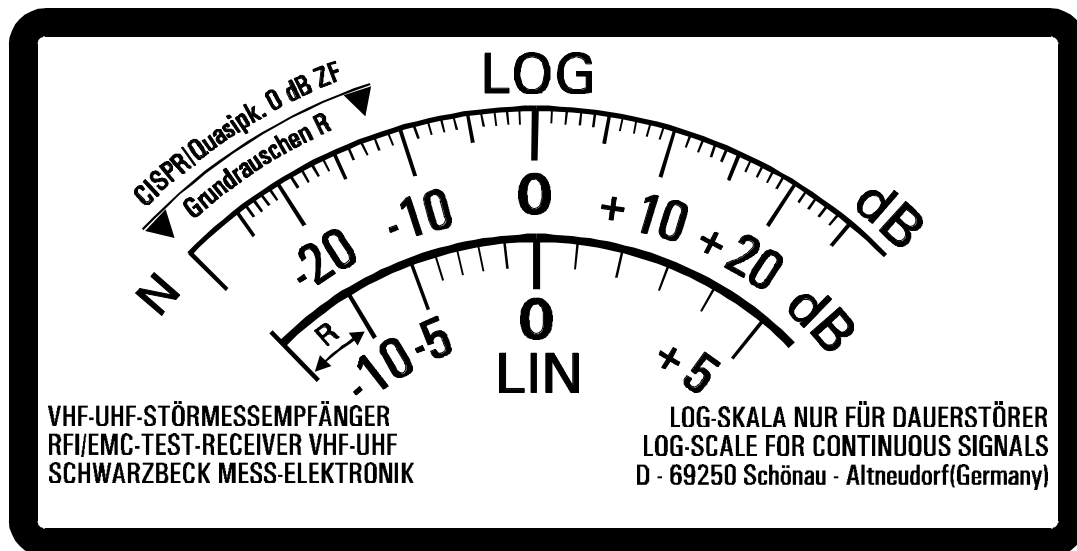
Für 0 dB Instrumentenmitte ergibt sich 10 dB μ V entsprechend 3,162 μ V.

Das Ende der linearen Skala liegt bei +6 dB μ V entsprechend 6,309 μ V.

Das Ende der logarithmischen Skala liegt +26 dB über 10 dB μ V entsprechend 36 dB μ V oder 63,1 μ V.

Die Eichteilerdämpfung verschiebt diesen dB-Bereich in den Bereich höherer Eingangsspannungen, wobei nur die Eichteilerdämpfung im dB-Maßstab addiert werden muß. Diese Verschiebung kann auch durch schalten der 20 dB-ZF-Dämpfung erreicht werden. Da diese jedoch nicht am Eingang, sondern erst nach einer beträchtlichen Verstärkung erfolgt, vermindert sie zwar die Rauschanzeige, was sehr angenehm ist, sie vergrößert jedoch die Aussteuerung der "vorderen" Stufen des Empfängers, was Übersteuerung zur Folge haben kann.

13.2 Anzeiginstrument und Skalen



13.2.1 Nullpunkte

13.2.1.1 Mechanischer Nullpunkt des Meßinstrumentes: Der Zeiger wird bei ausgeschaltetem Gerät mit der Stellschraube unterhalb des Zeigerursprungs auf die bei N liegenden Striche gestellt.

13.2.1.2 Elektrische Nullpunkte: Wenn der Empfänger kein Eingangssignal erhält (kein Kabelanschluß an der Eingangsbuchse, hohe Eichteilereinstellung), so ergeben sich je nach Einstellung unterschiedliche Grundausschläge des Instrumentes, die vom Empfängerrauschen herrühren. Diese Grundausschläge sind physikalisch bedingt und kein Gerätefehler. Eine künstliche Unterdrückung würde die Messung kleiner Signale verfälschen.

Für den wichtigen Fall des Grundrauschens mit CISPR Quasi-Peak als Detektor und 0 dB ZF-Dämpfung ist sowohl auf der linearen als auch auf der logarithmischen Skala eine Markierung angebracht, die auf das Grundrauschen (R) hinweist.

Das Grundrauschen ist auch abhängig von der Empfangsfrequenz.

Es wurde davon abgesehen, das Grundrauschen über den gesamten Frequenzbereich zu nivellieren.

Der Grundausschlag hängt ab von:

- A) Lineare oder logarithmische Skala. Da die logarithmische Skala viel kleinere Signale anzuzeigen in der Lage ist als die lineare, zeigt sie auch die an sich kleine Rauschanzeige viel stärker.
- B) 0 dB/20 dB-ZF - Dämpfung: Die 0 dB-Dämpfungseinstellung, die auch als "klirrmarm" bezeichnet werden kann, zeigt etwa 20 dB mehr Rauschen als die 20 dB-Dämpfungsstufe, die auch als "rauscharm" bezeichnet werden kann. Der Vorteil des größeren nutzbaren Skalenbogens wird erkaufte durch eventuelle Übersteuerung.
- C) Die Detektoren zeigen ihr unterschiedliches Bewertungsverhalten natürlich auch beim Rauschen. Die höchste Rauschanzeige liefert der Spitzenwertdetektor (Peak, Mil), gefolgt vom Quasi - Peakdetektor (CISPR) und dem Mittelwertdetektor (Average).

Es ist offensichtlich, daß eine Vielzahl von Kombinationen möglich ist, die alle unterschiedliche Grundausschläge durch Empfängerrauschen hervorrufen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die beiden Skalen ein und dieselbe Rauschspannung nur anders abbilden.

Die Kombination, die den kleinsten Rauschausschlag zeigt, ist:

Frequenzbereich: Bereich 20 MHz - 49,99 MHz (typisch)
 Detektor: Mittelwert (Average)
 ZF - Dämpfungsstufe: 20 dB ZF-Dämpfung (rauscharm)
 (Instrumentenskala: Linear, Rauschen auf dem Skalenbogen weiter links, Spannung jedoch unverändert)

Die Kombination, die den größten Rauschausschlag zeigt, ist:

Frequenzbereich: Bereich 800 MHz - 1049,99 MHz
 Detektor: Spitzenwert (Peak, Mil)
 ZF - Dämpfungsstufe: 0 dB ZF - Dämpfung (klirrfrei)
 (Instrumentenskala: Logarithmisch)

Da üblicherweise mit Quasi-Peak gemessen wird, werden hierfür einige Anhaltspunkte für den Grundausschlag gegeben.

	Lineare Skala	Logarithmische Skala
0 dB ZF	ca. 3 mm links vom 10 dB - Punkt	links vom -10 dB - Punkt, frequenzabhängig *
20 dB ZF	sehr gering	sehr gering

* Bei dieser Einstellung kann die Gefahr bestehen, daß das Rauschen als echte Störspannung (vom Prüfling herrührend) interpretiert wird.
 Abhilfe: Lautsprecher mitlaufen lassen, da sich echte Störer anders anhören als Rauschen. Im Zweifel Eichteilereinstellung verändern oder Koaxkabel von Eingangsbuchse abziehen. Es ist anzuraten, Messungen nahe beim Grundrauschpegel zu vermeiden, da der Empfänger dort nicht seine optimale Genauigkeit besitzt und das Rauschen sich zum Meßwert addiert, was dazu führen kann, daß Ablesungen zu hoch ausfallen. Bei Betrachtung üblicher Grenzwerte ist immer durch Einstellung des Eichteilers eine Ablesung in der Nähe von 0 dB Instrumentenmitte möglich.

13.2.2 Skalen

Der obere Skalenbogen ist die logarithmische Skala, der untere die lineare. Beide haben in der Mitte den Punkt, der "0 dB Instrumentenmitte" genannt wird. Bei diesem Punkt haben die Empfänger ihre höchste Genauigkeit, die sich durch Substitution auf das eingebaute Pulsnormal bezieht. Nach links vermindert sich die Genauigkeit durch Rauscheinflüsse, nach rechts durch mögliche Übersteuerung.

13.2.2.1 Lineare Skala

Es fällt auf, daß die lineare Skala keine äquidistante Teilung (gleiche Abstände) aufweist, wie das vermutet werden könnte. Dies kommt daher, daß der Empfänger als selektives Voltmeter Spannungen an der Eingangsbuchse linear an das Instrument abgibt. Das Instrument setzt seine Klemmenspannung (oder den Strom) in proportionale Skalenausschläge um. Wäre die Skala eine V (oder μV)-Skala, dann wäre die Skalenteilung auch äquidistant. Die Skala ist jedoch eine $\text{dB}\mu\text{V}$ -Skala, die einem Logarithmusgesetz folgt und somit von links nach rechts immer größere Abstände für 1 dB zeigt.

Um dies zu verdeutlichen, sind nachfolgend für einige Skalenwerte die Eingangsspannungswerte in μV bei 0 dB Eichteilerdämpfung (Anzeige 10 $\text{dB}\mu\text{V}$, höchste Empfindlichkeitsstufe) angegeben.

Eingangsspannung in μV	Instrumentenanzeige auf der linearen Skala
1,000 μV	-10
1,122 μV	-9
1,258 μV	-8
1,412 μV	-7
1,584 μV	-6
1,778 μV	-5
1,995 μV	-4
2,238 μV	-3
2,511 μV	-2
2,818 μV	-1
3,162 μV	0 dB Instrumentenmitte
3,548 μV	+1
3,981 μV	+2
4,466 μV	+3
5,011 μV	+4
5,623 μV	+5
6,309 mV	+6

Wie man sieht, ist für den Sprung von -10 dB auf -9 dB nur eine Eingangsspannungsänderung von 0,122 μV nötig. Für den Sprung von +5 dB auf +6 dB sind es jedoch 0,686 μV , also fast das 6 mal mehr. Entsprechend ist dann dort der Abstand der dB-Striche fast 6 mal größer.

Obwohl diese Skala wegen ihres relativ kleinen Anzeigeumfangs und ihrer scheinbar "krummen" Teilung auf den ersten Blick unkomfortabel erscheint, so ist sie doch zur vollen Erfüllung der Norm unerlässlich, besonders wenn Pulse mit langsamer Pulsfrequenz zu messen sind. Diese Art der Anzeige kommt nämlich ohne jede Logarithmierung aus, vermeidet also jedes Problem mit der sogenannten Momentanlogarithmik. Der eingeschränkte Skalenbereich zwingt den Benutzer dazu, mit dem Eichteiler in diesen für den Empfänger optimalen Bereich zu schalten, besser als dies jede Übersteuerungskontrolle kann. Bevor der Empfänger durch zu hohes Eingangssignal (zu geringe Eichteilerdämpfung) übersteuert werden kann, erreicht der Instrumentenzeiger den rechten Anschlag und veranlaßt den Benutzer dazu, durch mehr Eichteilerdämpfung wieder eine Ablesemöglichkeit zu schaffen, mit dem nützlichen Nebeneffekt, daß eine eventuelle Übersteuerung behoben wird.

13.2.2.2 Logarithmische Skala

Diese Skala erlaubt einen erweiterten Übersichtsbereich in dB-linearer Darstellung.

Dies wird durch analoge Logarithmierung erreicht.

Nach oben erlaubt diese Skala die Anzeige von fast 20 dB höheren Spannungen, nach unten hin sind es etwa 15 dB kleinere Spannungen *als die lineare Skala*.

Damit werden schnelle Übersichtsmessungen erreicht, die meist ohne Umschaltung des Eingangsteilers auskommen.

Es sind jedoch damit auch Einschränkungen verbunden, die zu Fehlmessungen führen können.

A) Fehlinterpretation des Grundrauschens:

In dem praktisch durchaus üblichen Fall, daß im Band B mit 0 dB ZF-Dämpfung (klirrarm) und dem Quasi-Peakdetektor gemessen wird, tritt ein Grundrauschpegel von etwa -13 dB auf der logarithmischen Skala auf, der als Störspannung fehlgedeutet werden kann. Im Zweifelsfall sollte der Lautsprecher zur Identifikation herangezogen werden.

B) Übersteuerung des Empfängers:

Dies ist vorwiegend dann ein Problem, wenn Pulsstörer mit langsamen Pulsfrequenzen gemessen werden sollen. Die Situation verschlimmert sich, wenn der spektrale Verlauf ausgeprägte Maxima und Minima zeigt, wie dies z. B. bei Zündfunkenstörungen von Otto - Motoren der Fall ist. Auch nahegelegene Rundfunk- und Fernsehsender im Freifeld können ohne weiteres Spannungen im mV-Bereich am Empfängereingang hervorrufen. Solche Spektren "verbrauchen" die Dynamik des Empfängers vollständig, eine Reserve für die logarithmische Skala (+25 dB) und 20 dB-ZF-Dämpfung (um die Rauschgrundanzeige zu vermeiden) ist nicht vorhanden.

Es kann dazu kommen, daß langsame Pulse zu klein angezeigt werden, weil der Empfänger einfach keine Restdynamik mehr hat, ihnen zu folgen. Andererseits kann es dazu kommen, daß die starken Anteile im unteren Frequenzbereich durch Intermodulation merkliche Ablesungen in viel höheren Frequenzbereichen erzeugen, die nicht vom Prüfling kommen.

Diese Probleme sind bei Prüflingen, die hauptsächlich Sinussignale erzeugen (Rechner, Mikroprozessorsteuerungen) viel harmloser.

Im Einzelfall sind jedoch Nachmessungen mit 0 dB ZF-Dämpfung (klirrarm) und linearer Skala empfehlenswert.

14 FUNKTIONSWEISE

14.1 Entwicklungsgrundlage

Vom Beginn der Störmeßtechnik an dominierten über Jahrzehnte handbediente Funkstörmeßempfänger mit Ablesung am Meßinstrument. Durch ihren einfachen Aufbau (wenige Bauteile) und die Beschränkung auf das wirklich Notwendige waren diese Geräte relativ klein, leicht, zuverlässig, preiswert und vor allem überschaubar. Viele dieser Schwarzbeck-Geräte sind heute noch im Einsatz und von den Praktikern hoch geschätzt.

Die sich stürmisch entwickelnde Empfängertechnik machte jedoch neue Konzepte möglich, die den Wünschen nach komfortablerer Bedienung bis hin zur Rechnersteuerung mit der MESSBASE-Software entgegen kommt, ohne auf die manuelle Bedienbarkeit an der Frontplatte zu verzichten.

14.2 Prinzipieller Aufbau

Der FCVU 1534 ist ein Funkstörmeßempfänger für den Frequenzbereich 30 MHz-1000 MHz. Zwei Übersichtsbereiche erlauben Übersichtsmessungen hinunter bis 20 MHz und hinauf bis 1050 MHz.

Beim Betrieb mit automatischen Frequenzlauf und XY-Schreiber ist der gesamte Frequenzbereich von 30 MHz-999.99 MHz in einem Stück erfassbar.

Die Abstimmgeschwindigkeit durch eine "vorausschauende" ZF-Analyse (Variscan) dem zu erwartenden Spektrum angepasst, dadurch sind keinerlei zusätzlichen Einstellungen oder Überlegungen zum Ablauf nötig. Ein einziger Drehschalter übernimmt die Auswahl zwischen manueller Abstimmung und Frequenzlauf und hat zusätzlich die Stellungen für das Einstellen des XY-Schreibers an den Eckfrequenzen.

Die Einstellung der Spannungs-Meßbereiche erfolgt über einen programmierbaren Eichteiler. Dieser ist in 1-dB-Stufen zwischen 10 dB μ V und 109 dB μ V einstellbar. Dazu kommt das Leistungsdämpfungsglied und die 20 dB-ZF-Dämpfung, womit nach oben hin 129 dB μ V erreicht werden. Auf diese Weise ist sowohl eine hohe Empfindlichkeit verfügbar (unter 1 μ V), als auch ein hoher Schutzfaktor gegenüber Leistungsspitzen aus Netznachbildungen erreichbar, da für diese Betriebsweise ein Hochlast-Festdämpfungsglied vorgeschaltet wird.

In die dreistellige Anzeige werden das Leistungsdämpfungsglied und die Korrektur für

den optionalen externen Vorverstärker mit eingerechnet.

Der Vorverstärker ist über das Antennenkabel ferngespeist und ferngeschaltet und kann am Antennenstecker bleiben.

Durch seinen Einsatzort "ganz weit vorne" eliminiert er alle folgenden Dämpfungen. Wird höchste Empfindlichkeit gebraucht, so wird er am Empfänger eingeschaltet.

Eventuelle Intermodulation läßt sich durch Ein- und Ausschalten schnell erkennen. Die Verstärkung wird in der entsprechenden Schalterstellung berücksichtigt.

14.2.1 EMPFANGSTEIL

Der Empfangsteil des FCVU 1534 umfaßt die Baugruppen von der HF-Eingangsbuchse bis zum Demodulator (Gleichrichter). Dazu gehören das schaltbare Leistungsdämpfungsglied, der Eichteiler, die Selektivverstärker, der eigentliche Empfängerbaustein, und der Frequenzanalysegenerator (Synthesizer), der alle Hilfsfrequenzen erzeugt.

14.2.2 Eichgenerator

Dieser stellt das Referenzsignal her, auf das sich der Empfänger für alle Meßarten bezieht.

14.2.3 Anzeigeteil

Er umfaßt die verschiedenen Detektoren und Anzeigeverstärker für die verschiedenen Meßarten und die automatische Kalibrierung, darüber hinaus noch eine Vielzahl von Hilfsfunktionen.

14.2.4 Zentrale Logik

Diese besteht aus der Frontplattenkarte, auf der sämtliche Bedienungsorgane und Anzeigen aufgebaut sind, und zwei Rückseitenkarten, auf denen die gesamte Steuerlogik untergebracht ist.

14.2.5 Stromversorgung

Das Netzteil liefert die hochgenauen Spannungen für alle Baugruppen. Ein Teil dieser Spannungen ist an der rückseitigen Sub - D - Buchse für Hilfsgeräte zugänglich.

14.2.6 IEEE-Interface

Dieses leitet aus den Bus - Signalen die Steuersignale für den Empfänger ab.

Mit zu dieser Baugruppe gehört ein 12 Bit A/D-Wandler, der die Instrumentenspannung hochgenau und schnell digitalisiert.

