



BESCHREIBUNG

FREQUENZKONTROLLER
BN 413115/2



www.rschortwaveradio.ch

ROHDE &

Beschreibung

FREQUENZKONTROLLER

BN 413115 / 2

Zusammengestellt
nach R 26221

Printed in West Germany

1.

Bitte lesen Sie vor **Inbetriebnahme** Ihres neuen Rohde & Schwarz-Gerätes den zunächst wichtigsten Teil dieser Beschreibung: die Bedienungsanleitung.

Anhand der Zusammenstell-Vorschrift (ZV) – das ist die Liste am Schluß – können Sie prüfen, ob die Beschreibung in allen Teilen komplett ist und dem vorgeschriebenen Änderungszustand (ÄZ) entspricht.

Reklamationen bitte mit Angabe der in der rechten unteren Ecke der ZV genannten R-Nr. und der Pos.-Nr. (siehe Postkarte Anschriftseite).

2.

Wir möchten unsere **Kundenkartei** ausbauen und Sie auch in Zukunft mit Neuentwicklungen bekannt machen. Außerdem interessiert uns, was zum Kauf dieses R&S-Gerätes bei Ihnen den Ausschlag gab.

Bitte senden Sie uns deshalb untenstehende Postkarte ausgefüllt zurück.

Vielen Dank im voraus, und vor allem ungetrübte Freude mit Ihrem R&S-Gerät!



3.

Zur **Ersatzteilbeschaffung** wenden Sie sich am besten an Ihre nächstgelegene R&S-Vertretung oder an Rohde & Schwarz, D 8000 München 80, Postfach 801469; Tel. (0811) 4129-465, Telex 523703, Telegramm: rohde-schwarz muenchen.

Bei der Bestellung eines Ersatzteils bitte angeben:

- Kennzeichen und R&S-Sach-Nr. des schadhafte Bauteils (gemäß Schaltteilliste)
- Typ bzw. Bestellbezeichnung sowie Fertigungsnummer (FNr) des Gerätes (gemäß Frontplattenbeschriftung)
- Genaue Lieferanschrift (Absender)



Werbeantwort

An
ROHDE & SCHWARZ
Abteilung 5 ZI

D 8000 München 80

Postfach 801469

Absender:

Die Beschreibung zu umseitigem Gerät ist nicht komplett. Bitte senden Sie laut ZV-R-Nr.

folgende Pos.-Nr.:

Inhaltsübersicht

<u>1.</u>	<u>Eigenschaften</u>	6
1.1.	Anwendung	6
1.2.	Arbeitsweise und Aufbau	6
1.3.	Technische Daten	8
<u>2.</u>	<u>Betriebsvorbereitung und Bedienung</u>	12
2.1.	Legende zum Bedienungsbild	12
2.2.	Betriebsvorbereitung	15
2.2.1.	Einstellen auf die vorhandene Netzspannung	15
2.2.2.	Anschließen des Frequenzkontrollers an den Meßsender	16
2.3.	Bedienung	16
2.3.1.	Frequenzmessung	16
2.3.1.1.	Anzeigen der Frequenz des Meßsenders	16
2.3.1.2.	Messung von Fremdfrequenzen im HF-Bereich 1 bis 490 MHz	17
2.3.1.3.	Messen von Fremdfrequenzen im NF-Bereich 50 Hz bis 5 MHz	18
2.3.2.	Synchronisation	19
2.3.2.1.	Einschalten der Synchronisation	19
2.3.2.2.	Optimale Einstellung der Synchronisation	19
2.3.2.3.	Frequenzeinstellung im synchronisierten Zustand	19
2.3.2.4.	Frequenzmodulation im synchronisierten Zustand	20
2.3.2.5.	Synchronisation einer Fremdfrequenz	21
2.3.3.	Hubmessung	21
2.3.3.1.	Abstimmen des Meßsenders	22
2.3.3.2.	Erforderliche Pegel	22
2.3.3.3.	Frequenzhubanzeige	23
2.3.3.4.	Phasenhubanzeige	23
2.3.3.5.	Anzeige der Frequenz des modulierten Signals	23
2.3.3.6.	Hubmeßausgang	23
2.3.4.	Betrieb mit externem Quarz	24

3.	<u>Wartung und Reparatur</u>	25
3.1.	<u>Erforderliche Meßgeräte und Hilfsmittel</u>	25
3.2.	<u>Wartungsanleitung</u>	28
3.2.1.	<u>Elektrische Wartung</u>	28
3.2.2.	<u>Prüfen der Solleigenschaften</u>	28
3.2.2.1.	Frequenzmessung	28
3.2.2.1.1.	Frequenzmessung intern (Funktionsprüfung)	28
3.2.2.1.2.	Frequenzmessung extern (Funktionsprüfung)	29
3.2.2.1.3.	Quarzgenauigkeit	29
3.2.2.2.	Synchronisation	30
3.2.2.2.1.	Funktionsprüfung der Synchronisation	30
3.2.2.2.2.	Feinkontrolle der Synchronisation	31
3.2.2.2.3.	Nullpunkt	31
3.2.2.2.4.	Haltebereich	32
3.2.2.2.5.	Rastpunkte	32
3.2.2.2.6.	Feinverstimmung	33
3.2.2.3.	Hubmessung	34
3.2.2.3.1.	Nullpunkt der Instrumentanzeige	34
3.2.2.3.2.	Hubmesserkontrolllampe, Frequenzbereich	34
3.2.2.3.3.	Hubmesserkontrolle, Pegelbereich	34
3.2.2.3.4.	Hubmeßausgang	35
3.2.2.3.5.	Frequenzhubanzeige	35
3.2.2.3.6.	Phasenhubanzeige	36
3.2.2.3.7.	Anzeige der Modulationsfrequenz	36
3.2.2.4.	Messen der HF-Dichtigkeit	36
3.2.3.	<u>Wiederherstellen der Solleigenschaften</u>	39
3.2.4.	<u>Mechanische Wartung</u>	40
3.2.5.	<u>Lagerung</u>	40
3.3.	<u>Reparaturanleitung</u>	40
3.3.1.	<u>Funktionsbeschreibung</u>	41
3.3.1.1.	Allgemeines	41
3.3.1.2.	Frequenzmessung	41
3.3.1.2.1.	Zähler	42
3.3.1.2.2.	1. Dekade	43
3.3.1.2.3.	Zählersteuerung	45

3.3.1.2.4.	Ringteiler	46
3.3.1.2.5.	HF-Vorverstärker	49
3.3.1.2.6.	NF-Vorverstärker	49
3.3.1.2.7.	Quarzoszillator	49
3.3.1.3.	Synchronisation	50
3.3.1.3.1.	Programmteiler	52
3.3.1.3.2.	Sampelfrequenzteiler	52
3.3.1.3.3.	Sampler	53
3.3.1.3.4.	Filter	55
3.3.1.3.5.	Feinverstimmung	56
3.3.1.4.	Hubmessung	57
3.3.1.4.1.	Hubmesser	58
3.3.1.4.2.	Deemphasis und Steuerung	59
3.3.1.5.	Netzteil	60
3.3.2.	Mechanischer Aufbau	61
3.3.2.1.	Ausbauen aus dem Gerätekasten	61
3.3.2.2.	Ausbauen der Netzteilplatten	61
3.3.2.3.	Ausbauen der Druckplatten aus der Kassette	61
3.3.2.4.	Ausbauen des Ringteilers und des Vorverstärkers	62
3.3.2.5.	Ausbauen des Quarzoszillators	62
3.3.2.6.	Ausbauen der Zählerplatte	62
3.3.2.7.	Auswechseln der Nixieröhren	63
3.3.2.8.	Auswechseln der Signallampen	63
3.3.3.	Fehlersuchtablette	64
3.3.4.	Elektrische Reparatur	65
3.3.4.1.	Stromversorgung	66
3.3.4.2.	Vorverstärker	67
3.3.4.3.	Ringteiler	68
3.3.4.3.1.	Ansteuerung	68
3.3.4.3.2.	Ausgangsfrequenz (obere Frequenzgrenze)	68
3.3.4.3.3.	Ausgangsfrequenz (untere Frequenzgrenze)	68
3.3.4.3.4.	Funktionsprüfung des Teilerringes	69
3.3.4.3.5.	Lokalisierung von Fehlern im Teilerring	69
3.3.4.3.6.	Gesamtabgleich	71
3.3.4.4.	Quarzoszillator	73
3.3.4.4.1.	Thermostatttemperatur	73

3.3.4.4.2.	Frequenz	74
3.3.4.4.3.	Ausgangsspannung	74
3.3.4.5.	Zählersteuerung	75
3.3.4.6.	1. Dekade	75
3.3.4.7.	Zähler	75
3.3.4.8.	Feinverstimmung	76
3.3.4.8.1.	Feinverstimmungszosillator	76
3.3.4.8.2.	Nachstimmung	76
3.3.4.9.	Samplfrequenzteiler	78
3.3.4.10.	Programmteiler	78
3.3.4.10.1.	Untere Frequenzgrenze	78
3.3.4.10.2.	Obere Frequenzgrenze	79
3.3.4.11.	Sampler	79
3.3.4.11.1.	Abgleich	79
3.3.4.11.2.	Störpegel	80
3.3.4.11.3.	Aussteuerung	80
3.3.4.12.	Filter	81
3.3.4.13.	Nullpunkt der Regelspannung	81
3.3.4.14.	Synchronisation und Feinverstimmung	82
3.3.4.15.	Hubmessung und Pegelkontrolle	82
<u>Bild 2-1</u>	Bedienungsbild Frontplatte	84
<u>Bild 2-2</u>	Bedienungsbild Rückseite	84
<u>Bild 3-1</u>	Blockschaltbild zur Frequenzmessung	85
<u>Bild 3-2</u>	Blockschaltbild zur Synchronisation	86
<u>Bild 3-3</u>	Blockschaltbild zur Hubmessung	87
<u>Bild 3-4</u>	Meßplatz für Funksprechgeräte	88
<u>Bild 3-5</u>	Anschlußkabel des Frequenzkontrollers	89
<u>Bild 3-6</u>	Anschlüsse an der Rückseite des Meßplatzes für Funksprechgeräte	89
<u>Bild 3-7</u>	Ansicht von oben	90
<u>Bild 3-8</u>	Ansicht von unten	91
<u>Bild 3-9</u>	Ansicht von links	92
<u>Bild 3-10</u>	Ansicht von rechts	93

Schalteillisten, Stromläufe, Positionierungspläne,

Schlüsselliste der R&S-Sachnummern, Zusammenstell-Vorschrift

1. Eigenschaften

1.1. Anwendung

Der Frequenzkontroller BN 413115/2 ist ein Zusatzgerät zu den Meßsendern SMDF BN 41311 und SMDA BN 41314. Er erweitert den Meßsender zu einem kompakten Meßplatz, an dem alle wichtigen Messungen an Funk-sprechgeräten ausgeführt werden können.

1.2. Arbeitsweise und Aufbau

(siehe hierzu den Funktionsstromlauf 413115/2 Fs)

Der eingebaute Frequenzzähler zeigt die Meßsenderfrequenz mit höchster Genauigkeit an. Je nach Meßzeit ist eine Auflösung von 100 Hz bzw. 10 Hz möglich. Hiermit können auch bei Funkgeräten mit kleinem Kanalabstand Feinstrukturmessungen, wie z. B. Untersuchungen an Filterflanken, ausgeführt werden. Aufgrund der rein elektronischen Frequenzanzeige werden mechanische Streuungen ausgeschaltet, so daß höchste Reproduzierbarkeit der Messungen gewährleistet ist.

Die eingebaute Synchronisierschaltung erlaubt es, jede beliebige Meßsenderfrequenz (lückenlos bis 500 kHz) auch für lange Zeiten konstant zu halten. Dies ist wichtig für alle Arten von Langzeitmessungen, wie z. B. bei Temperaturuntersuchungen. Messungen mit Diagrammschreibern brauchen nicht ständig beaufsichtigt zu werden. Im synchronisierten Zustand läßt sich die Meßsenderfrequenz elektronisch feinverstimmen, so daß die hohe Auflösung der Frequenzanzeige voll ausgenutzt werden kann.

Ein Vorteil ist es, daß der Meßsender auch im synchronisierten Zustand frequenzmoduliert werden kann. Überhaupt wird der Meßsender durch die Synchronisation in seinen hochwertigen Eigenschaften nicht verschlechtert, so daß sämtliche Messungen auch synchronisiert ausgeführt werden können. Insbesondere treten im Gegensatz zu Synthesizern keinerlei Nebenwellen auf.

Der eingebaute Frequenzzähler kann außerdem zur Frequenzmessung von extern zugeführten Frequenzen verwendet werden. Hiermit läßt sich die Sendefrequenz eines Funkgerätes sofort ermitteln. Die hohe Auflösung von 10 Hz erlaubt es sogar, die Quarzfrequenzen der Funkgeräte nachzumessen.

Der Frequenzkontroller enthält außerdem einen Hubmesser, mit dem die Modulation des Funkgerätes untersucht werden kann.

An einem Zeigerinstrument werden wahlweise der positive oder der negative Spitzenhub angezeigt, so daß die Symmetrie auf einen Blick kontrolliert werden kann. Außerdem steht ein Hubmeßausgang zur Verfügung, der zum Untersuchen der Frequenz und des Klirrfaktors der Modulationsspannung dient. Bei einer unmodulierten Spannung kann der Störhub gemessen werden. Auch der Anschluß eines Kopfhörers ist möglich.

Der Meßplatz kann noch mit dem Leistungsmeßadapter BN 413116 vervollständigt werden. Dieser enthält einen Leistungsmesser, mit dessen Hilfe die Sendeleistung des Funkgerätes gemessen werden kann. Außerdem hat er ein Schaltfeld, mit dem sehr leicht die einzelnen Betriebsarten des Meßplatzes gewählt werden können. Ein Umstecken von Kabeln erübrigt sich hierbei, so daß die Bedienung des Meßplatzes weiter vereinfacht wird.

1.3. Technische Daten

Meßsender mit Frequenzkontroller

Frequenzbereich	0,4...227/404...490 MHz mit SMDF 0,4...484 MHz mit SMDA
Frequenzgenauigkeit	100 Hz bzw. 10 Hz
Frequenz-Inkonstanz der elektronischen Feinverstimmung . . .	$< 2 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ $< 2 \cdot 10^{-7}/\text{h}$ 1) } im untersten Bereich $< 2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ $< 2 \cdot 10^{-6}/\text{h}$ 1) }
Elektronische Feinverstimmung . . .	1 % im untersten Bereich 0,1 % in den anderen Bereichen
Abstand der Rastpunkte beim Durchdrehen der Abstimmung	5/20/40/80 kHz je nach Frequenzbereich

Frequenzmodulation

Zulässiger Modulationsindex ($\text{Hub}/f_{\text{mod}}$)	$m < 20$
Zulässige Modulationsfrequenz	$> 100 \text{ Hz}$

Frequenzanzeige

Frontplatteneingang FREQ. EXT. B (HF-Frequenzmessung)

Frequenzbereich	1...490 MHz
Pegeldynamik	0,3...3 V an leerlaufender 50- Ω -Leitung, elektrische Länge etwa 700 mm
Anschluß	BNC-Buchse

Frontplatteneingang FREQ. EXT. A (NF-Frequenzmessung)

Frequenzbereich	50 Hz...5 MHz
Pegeldynamik	20 mV...10 V an 50 k Ω /500 pF
Anschluß	BNC-Buchse

Eingang an der Rückwanne FREQ. INT. (Meßsenderfrequenz)

Frequenzbereich	0,4...490 MHz
Pegeldynamik	10...80 mV an 50 Ω

1) Nach einer Einlaufzeit von 60 min. Während der Einlaufzeit von 15 bis 60 min. gelten die Werte $< 2 \cdot 10^{-7}/15 \text{ min.}$ bzw. $< 2 \cdot 10^{-6}/15 \text{ min.}$

Anschluß	Umrüstebene Dezifix A mit N-Buchse ¹⁾	
Eingang über Leistungsadapter		
Frequenzbereich	0,4...490 MHz	
Pegeldynamik	0,15...20 W an 50 Ω	
Anschluß	Umrüstebene Dezifix A mit N-Buchse ¹⁾	
Frequenzbereich-Umschaltung . . .	automatisch mit Meßsenderbereich	
Anzeige	7stellig digital	
Auflösung	100 Hz bei 0,1 s Meßzeit	} bei FREQ. } INT.+EXT.B } bei FREQ. } EXT.A
	10 Hz bei 1 s Meßzeit	
	10 Hz bei 0,1 s Meßzeit	
	1 Hz bei 1 s Meßzeit	
Fehlergrenzen	± 100 Hz bzw. ± 10 Hz bzw. 1 Hz	
Zeitbasis	10 MHz, quartzgesteuert; von außen nacheichbar	
Fehlergrenzen der Zeitbasis	Temperaturfehler $< 2 \cdot 10^{-8}/^{\circ}\text{C}$ Alterung $< 5 \cdot 10^{-8}/\text{Monat}$	
Einlaufdauer	< 15 Minuten	
<u>Hubmessung</u> (positiver und negativer Hub getrennt meßbar)		
Frequenzhub		
Anzeigebereiche	5 kHz und 20 kHz	
Modulationsfrequenz	50 Hz...9 kHz	
Fehlergrenzen	$\pm 1,5$ % vom Meßwert $\pm 1,5$ % vom Endwert	
Phasenhub		
Anzeigebereich	$\frac{\Delta f}{f_{\text{MOD}}} = 2$ und $\frac{\Delta f}{f_{\text{MOD}}} = 5$	
Frequenzgangfehler	± 2 %	
Modulationsfrequenz	300 Hz...9 kHz	
Relativer Fehler zwischen positiver und negativer Hubmessung	$\pm 1,5$ % vom Endwert	
Erforderliche Meßspannung	≥ 100 mV an 50 Ω	
Kontrolle	grünes Leuchtsignal für ausreichenden Pegel und richtige Frequenz	

¹⁾Auch mit anderen Anschlüssen lieferbar.

Meßausgang

Ausgangspegel 14 V_{SS} bei Vollausschlag
bzw. 1 mV_{eff}/Hz

Innenwiderstand 2 k Ω

Eigenstörhub bei FM bzw. ϕ M < 15 Hz bewertet nach CCIF

Automatische Anzeige der Modulationsfrequenz bei Hubmessung

Auflösung 10 Hz bei 0,1 s Meßzeit
1 Hz bei 1 s Meßzeit

Sonstige Daten

Netzanschluß 115/125/220/235 V \pm 10 %
47...440 Hz, 45 W
Spannung wird vom Meßsender
zugeführt

Nenntemperaturbereich +10...+45 °C

Lagertemperaturbereich -40...+60 °C

Abmessungen (B x H x T) 484 x 91 x 338 mm

Gewicht 10 kp

Bestückung

2 NAND-NOR-Gatter BHN 35000	1 Quarz SQ 4825
1 NOR-Gatter 413115/2-9.18.2	2 Glühlampen RLT 11201
1 NAND-Gatter BHQ 35023	7 Anzeigeröhren ZM 1000
3 Flipflops BHQ 35013	1 Schmelzeinsatz M 0,4 C DIN 41571 für 220 V Netzspg., M 0,8 C DIN 41571 für 115 V Netzspg.
4 Flipflops 413115/2-9.18.3	11 Si-Transistoren BC 171 B
1 Flipflop BHQ 35027	2 Si-Transistoren BC 251 B
2 Flipflops BHN 35072	11 Si-Transistoren BCY 59 IX
5 Flipflops BHN 35073	16 Si-Transistoren BCY 79 IX
7 Flipflops BNH 35075	2 Feldeffekttransistoren BF 244 A
17 Zähldekaden BHN 35090	4 Si-Transistoren BFY 19
8 Dekoder BHN 35041	9 Si-Transistoren BFY 90
1 Si-Diode AA 116	5 Si-Transistoren BSY 52
2 Ge-Dioden AAZ 15	1 Si-Transistor BSY 55
1 Si-Kap. -Diode BA 124	12 Si-Transistoren GQF 24363
2 Si-Ref. -Dioden BZY 23	1 Si-Transistor 2 N 3640
31 Si-Dioden 1 N 914	1 FET 2 N 4859
1 Si-Z-Diode Z 3	1 Si-Transistor 2 N 5035
1 Si-Z-Diode ZD 160	3 Si-Transistoren 2 N 5296
3 Si-Z-Dioden ZF 2,7	4 MOS-FET 3 N 128
1 Si-Z-Diode ZF 3,9	1 MOS-FET 3 N 138
1 Si-Z-Diode ZF 5,1	1 Operationsverstärker μ A 709
1 Si-Z-Diode ZF 10	1 Operationsverstärker μ A 710
7 Si-Z-Dioden ZP 5,1	7 Operationsverstärker μ A 741
1 Si-Z-Diode ZP 5,6	2 Operationsverstärker SG 310
2 Si-Z-Dioden ZP 15	1 Schmitt-Trigger SN 7413 N
2 Si-Dioden 12 P 2	1 Monostabiler Multivibrator SN 74121 N
4 Si-Dioden 0241 R	1 NAND-NOR-Gatter BL083.2929
1 Si-Gleichrichter B 60 C 600	1 Flip-Flop BL083.2935
4 Si-Gleichrichter BYX 10	
4 Si-Gleichrichter 1 N 4002	

2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

2.1. Legende zu den Bedienungsbildern

(siehe hierzu die Bilder 2-1 und 2-2)

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>100</u>	MHz	Leuchtziffernanzeige der Frequenz.
<u>101</u>		Instrument zum Anzeigen der Phasenregelspannung in der Betriebsart Synchronisation und des Hubes in der Betriebsart Hubmessung.
<u>102</u>	HUBMESSUNG	Kontrollampe, die in der Betriebsart Hubmessung anzeigt, daß der Hubmesser in Betrieb ist.
<u>103</u>	FREQ. FEIN	Doppelknopf zum groben und feinen Verstimmen der Meßsenderfrequenz.
<u>104</u>	FREQ. INT. HUB + HUB - FREQ. EXT. A FREQ. EXT. B	Betriebsartschalter zum Wählen der Betriebsarten: FREQ. INT.: Es wird die Meßsenderfrequenz angezeigt. HUB +: Es wird der positive Spitzenhub angezeigt. HUB -: Es wird der negative Spitzenhub angezeigt. FREQ. EXT. A: Es wird die am Eingang <u>108</u> zugeführte Frequenz angezeigt. FREQ. EXT. B: Es wird die am Eingang <u>106</u> zugeführte Frequenz angezeigt.
<u>105</u>	HUB $R_1 = 2 \text{ k}\Omega / U_{SS} 14 \text{ V}$	Ausgang für die demodulierte NF-Spannung bei Hubmessung.
<u>106</u>	FREQ. EXT. B 1-490 MHz 0,3-3 V	Eingangsbuchse für HF-Frequenzmessungen.

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>107</u>	MESSZEIT 0,1 s/1 s	Schalter zum Umschalten der Meßzeit bei Frequenzmessungen.
<u>108</u>	FREQ. EXT. A 50 Hz - 5 MHz 0,02 - 10 V	Eingangsbuchse für NF-Frequenzmessungen.
<u>109</u>	SYNCHRONISATION	Leuchtdrucktaste zum Einschalten der Synchronisation. Synchronisation ist bei den Stellungen des Betriebsartschalters <u>104</u> möglich: FREQ. INT., +HUB, -HUB, FREQ. EXT. A
<u>110</u>	$\frac{\Delta f}{f_{MOD}}$ $\varphi M 2/5$ FM 5 kHz/20 kHz	Schalter zum Umschalten der Hubmeßbereiche bei FM und φM .
<u>111</u>	QUARZFREQUENZ FEIN	Trimmer zum Ausgleich der Quarzalterung.
<u>112</u>	115 V/220 V 125 V/235 V	Netzspannungswähler mit Sicherung <u>113</u> und Magazin für Ersatzsicherungen.
<u>113</u>		Schraubkappe, die die Sicherung für die eingestellte Netzspannung enthält.
<u>114</u>		Ausgangsbuchse für die intern erzeugte Quarzfrequenz.
<u>115</u>		Eingangsbuchse zum Einspeisen einer externen oder der internen Quarzfrequenz
<u>116</u>		Netzkabel
<u>117</u>		BNC-Kabel für die Regelspannung, die dem SMDF/SMDA zugeführt wird.
<u>118</u>		Vielfachkabel zum Anschließen der Steuerspannung an das Grundgerät.

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>119</u>		N-Kabel zum Verbinden des internen Zähl­eingangs mit dem Grundgerät. Der Eingang kann auch als empfindlicher Frequenzmeßeingang benutzt werden.

2.2. Betriebsvorbereitung

2.2.1. Einstellen auf die vorhandene Netzspannung

Das Gerät ist ab Werk für eine Netzspannung von 220 V eingestellt. Vor dem Einschalten muß überprüft werden, ob der Spannungswähler 112 auf die vorhandene Netzspannung eingestellt ist. An seinen vier Ecken sind in der Wanne vier einstellbare Netzspannungswerte aufgedruckt. Der Strich neben der Schraubkappe 113 muß auf den Wert der vorhandenen Netzspannung zeigen. Zum Einstellen auf eine andere Netzspannung bzw. zum Sicherungswechsel sind folgende Maßnahmen erforderlich:

Die Schraubkappe 113 des Spannungswählers 112 herausschrauben.

Die Deckplatte des Sicherungswählers abnehmen.

Die benötigte Sicherung dem auf der Rückseite der Deckplatte befindlichen Sicherungsmagazin entnehmen und in die Schraubkappe 113 einsetzen.

Den Bolzen der Deckplatte in die Führungsbohrung einsetzen und ihn so weit drehen, daß der Anzeigestrich auf den richtigen Netzspannungswert zeigt.

Die Schraubkappe wieder einschrauben.

Insgesamt sind je zwei Sicherungen für die Netzspannungen 220/235 V und 110/125 V vorhanden. Wird immer nur dieselbe Netzspannung verwendet, können auch alle drei Magazine mit den gleichen benötigten Ersatzsicherungen gefüllt werden. Für 220 V und 235 V ist die Feinsicherung M 0,4 C DIN 41571, und für 110 V und 125 V ist die Feinsicherung M 0,8 C DIN 41571 vorgesehen.

Beim Abweichen der Netzspannung bis zu $\pm 10\%$ vom jeweiligen Nennwert werden die Geräteeigenschaften nach Abschnitt 1.3. Technische Daten nicht beeinträchtigt. Größere Schwankungen der Netzspannung sollten vermieden werden, eventuell kann ein Transformator oder ein Konstanthalter vor das Gerät geschaltet werden.

2.2.2. Anschließen des Frequenzkontrollers an den Meßsender

Der Frequenzkontroller wird auf den Meßsender gestellt. Dann werden die vier Anschlußkabel 116 bis 119, die aus dem Gerät an der Rückseite herausführen, mit den entsprechenden Buchsen am Meßsender verbunden. Hiermit ist der Frequenzkontroller betriebsbereit. Er wird beim Einschalten des SMDA/SMDF automatisch miteingeschaltet. Der eingeschaltete Zustand ist erkennbar am Aufleuchten der Ziffernröhren.

2.3. Bedienung

Aufgrund weitgehender Automation der Gerätefunktionen beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die Wahl der jeweiligen Betriebsart.

Im Abschnitt 2.1. ist die Funktion der einzelnen Bedienungselemente kurz erläutert. Die unterstrichenen Ziffern beziehen sich auf die Bilder 2-1 und 2-2. Dieser Abschnitt dient als Kurzanleitung. In den folgenden Abschnitten sind dann ausführlich die Einzelheiten beschrieben, die bei der Bedienung des Gerätes beachtet werden sollten.

2.3.1. Frequenzmessung

2.3.1.1. Anzeigen der Frequenz des Meßsenders

Der Betriebsartschalter 104 muß hierfür auf FREQ.INT. stehen. Dann zeigt der Zähler 100 automatisch die jeweilige Meßsenderfrequenz in MHz an. Die Auflösung beträgt 100 Hz, wenn der Meßzeitschalter 107 auf 0,1 s steht. Bei einer Meßzeit von 1 s erhöht sich die Auflösung auf 10 Hz. In diesem Fall ist bei Frequenzen von über 100 MHz die erste Stelle nicht mehr sichtbar. Das Meßergebnis bleibt aber beim Ergänzen dieser Stelle trotzdem richtig.

Zu beachten ist, daß der Zähler im Bereich von 250...490 MHz eine Eigenfrequenz liefert, wenn kein Eingangssignal vorhanden ist. Dies tritt z.B. dann ein, wenn der Meßsender im toten Bereich der Skala steht. Diese Eigenfrequenz liegt etwa zwischen 250...300 MHz. Fehlablesungen sind aber

nicht möglich, weil diese Frequenz sofort durch ihr extrem starkes Schwanken erkennbar ist. Bei unmoduliertem und eingelaufenem Meßsender schwankt die Zähleranzeige normalerweise nur um einen Wert der letzten Stelle. Wenn man den Sender frequenzmoduliert, schwankt die Zähleranzeige vor allem bei tiefen Modulationsfrequenzen und großen Hübten um mehrere Ziffern. Es ist in diesem Fall günstig, den Meßzeitschalter 107 auf 1 s zu stellen, weil hiermit der Fehler auf ein Minimum reduziert wird.

2.3.1.2. Messen von Fremdfrequenzen im HF-Bereich 1 bis 490 MHz

Der Betriebsartschalter 104 muß hierfür auf FREQ. EXT. B stehen. Dann zeigt der Zähler 100 die Frequenz des Signals an, das am Frequenzmeßeingang 106 eingespeist wird. Zu beachten ist aber, daß die Frequenzanzeige nur dann richtig ist, wenn jeweils die entsprechende Frequenzbereichstaste des Meßsenders gedrückt ist, und wenn der Eingangspegel zwischen 0,3 und 3 V liegt. Außerdem darf der Klirrfaktor einen Wert von etwa 10 % nicht überschreiten. Aufgrund der extremen Breitbandigkeit des Zählers können auch sehr weit von der Nutzfrequenz entfernt liegende Störfrequenzen die Anzeige beeinflussen; das ist ebenfalls bei der Messung zu beachten.

Der Meßeingang 106 ist überlastsicher bis 20 W, hat aber nur eine Empfindlichkeit von 0,3 V.

Achtung: Dieser Eingang hat keinen 50- Ω -Eingangswiderstand, sondern er stellt eine am Ende leerlaufende Leitung dar!

Wenn der Meßsender während der Messung FREQ. EXT. B gleichzeitig als Generator benutzt werden soll, muß die Taste SYNCHRONISATION 109 ausgeschaltet sein. Andernfalls würde aus der extern gemessenen Frequenz eine Synchronisationsspannung gebildet werden, die den eigenen Meßsender stört.

Wird eine höhere Meßeempfindlichkeit benötigt, dann kann das Signal über das Kabel für den internen Frequenzmeßeingang 119 eingespeist werden. Die-

ser Eingang hat einen Eingangsspannungsbereich von 10...80 mV. Für diese Betriebsart muß der Schalter 104 wieder auf FREQ.INT. geschaltet werden. Auch in diesem Fall muß die jeweilige Meßsenderbereichtaste gedrückt sein.

Der Meßeingang 119 ist nicht überlastsicher und kann bei Spannungen über 1,5 V_{eff} zerstört werden!

2.3.1.3. Messen von Fremdfrequenzen im NF-Bereich 50 Hz bis 5 MHz

Der Betriebsartschalter 104 muß auf FREQ. EXT.A stehen. Dann zeigt der Zähler 100 die Frequenz des Signals an, das am Frequenzmeßeingang 108 eingespeist wird. Bei dieser Betriebsart wird die Frequenz mit 10facher Auflösung gegenüber den anderen Frequenzmessungen angezeigt. Der Frequenzmeßeingang 108 ist hochohmig. Bei der Betriebsart FREQ.EXT.A kann jede beliebige Meßsenderbereichtaste gedrückt sein. Die Synchronisation kann eingeschaltet bleiben, es wird also wie bei Stellung FREQ.INT. der eigene Meßsender synchronisiert.

2.3.2. Synchronisation

2.3.2.1. Einschalten der Synchronisation

Der Betriebsartschalter 104 muß hierfür auf **FREQ.INT.** stehen. Durch Drücken der Taste **SYNCHRONISATION** 109 kann nun der Meßsender mit einer Referenzfrequenz des Frequenzkontrollers synchronisiert werden. Dies ist am Aufleuchten der Taste 109 erkennbar.

Die zugehörige Regelspannung wird am Instrument 101 angezeigt. Der Meßsender ist einwandfrei synchronisiert, wenn das Instrument eine konstante, nicht hin- und herschwankende Regelspannung anzeigt. Dieser Zustand tritt normalerweise spätestens nach 1...2 s ein.

2.3.2.2. Optimale Einstellung der Synchronisation

Die Regelspannung ist ein Maß für die Phasendifferenz zwischen der Referenzfrequenz und der Meßsenderfrequenz. Die Regelabweichung ist am kleinsten, wenn der Zeiger des Instruments 101 im schwarzen Balken steht, so daß möglichst in diesem Bereich gearbeitet werden sollte. Diese Einstellung kann durch Drehen an dem Feinabstimmknopf des Meßsenders erreicht werden. Die Frequenz wird hierbei nicht verändert, weil diese ja infolge der Synchronisation von der Referenzfrequenz bestimmt wird.

2.3.2.3. Frequenzeinstellung im synchronisierten Zustand

Kleine Frequenzänderungen können mit den beiden Feinverstimmknöpfen **FREQ.FEIN** 103 vorgenommen werden. Der graue Knopf dient zur Grobeinstellung und der rote zur Feineinstellung. Man benutzt also zum Ändern der Frequenz die Feinverstimmknöpfe 103 und zum Ändern der Regelspannung die Abstimmung des Meßsenders.

Frequenzveränderungen, die größer als der Feinverstimbereich sind, werden wie folgt vorgenommen:

Bei ausgeschalteter Taste **SYNCHRONISATION** 109 wird mit dem Feinabstimmknopf des Meßsenders entsprechend der Zähleranzeige die gewünschte

Frequenz eingestellt. Dann wird die Taste SYNCHRONISATION 109 gedrückt und am grauen Knopf FREQ.FEIN 103 so lange gedreht, bis der Regelspannungszeiger auf Null steht. Hiermit ist automatisch die richtige Frequenz bei der günstigsten Regelspannung eingestellt.

Soll die Frequenz kanalweise gewechselt werden, genügt es, bei eingeschalteter Synchronisation die Senderabstimmung langsam weiterzudrehen. Die Frequenz springt dann immer um ganze Rastabstände weiter, die je nach Frequenzbereich 5, 20, 40 oder 80 kHz betragen. Am einfachsten dreht man hierfür die Senderabstimmung so weit, bis der Zeiger der Regelspannungsanzeige an einer Seite des Instruments anstößt. Wenn der Zeiger dann beim Weiterdrehen zur Skalenmitte springt, hat die Frequenz um einen Rastabstand gewechselt. Es empfiehlt sich, bei Vielkanalmessungen, wenn der Rastabstand ein Vielfaches des Kanalabstands ist, jeweils alle Kanäle zu messen, die mit den Rastpunkten zusammenfallen. Hierfür ist es zweckmäßig, mit der Feinverstimmung das Raster um einen Kanal zu verschieben; also zunächst den ersten, dritten, fünften und siebenten Kanal zu messen und dann den zweiten, vierten und sechsten.

2.3.2.4. Frequenzmodulation im synchronisierten Zustand

Der Sender ist auch im synchronisierten Zustand frequenzmodulierbar. Es sollte aber darauf geachtet werden, daß die Regelspannung möglichst im Bereich des schwarzen Balkens an der Instrumentskala liegt, um Nichtlinearitäten in der Modulation zu vermeiden. Der angegebene zulässige Modulationsindex kann in den oberen Frequenzbereichen teilweise erheblich überschritten werden, wenn kein Wert auf größte Störfreiheit gelegt wird.

Achtung: Synchronisation der eigenen Meßsenderfrequenz ist möglich bei den Betriebsarten: FREQ.INT., + HUB, - HUB und FREQ. EXT.A.

2.3.2.5. Synchronisation einer Fremdfrequenz

Bei der Betriebsart **FREQ. EXT. B** läßt sich also die Frequenz, die am **ZÄHL-EING. 106** des Frequenzkontrollers angeschlossen ist, synchronisieren. Hierfür wird das Kabel **117** mit dem Frequenzsteuereingang des zu synchronisierenden Generators verbunden. Für die Phase und die Amplitude dieser Steuerspannung müssen folgende Bedingungen eingehalten werden: Die Phasendrehung für $f < 50$ Hz muß gegen Null gehen.

Für das Verhältnis Spannung/Frequenz gilt: Ein Spannungssprung von 2 V muß einen Frequenzsprung bewirken, der dem 1,5fachen Wert des am Sender eingestellten Rastabstands entspricht (Tabelle im Abschnitt 3.2.2.2.5.).

Achtung: Da die Regelung eine sehr große Zeitkonstante hat, darf die Frequenz nur relativ langsam verstimmt werden, damit die Synchronisation erhalten bleibt.

2.3.3. Hubmessung

Der Betriebsartschalter **104** muß hierfür auf **HUB+** oder **HUB-** stehen. Die Taste **SYNCHRONISATION 109** ist ausgeschaltet. Das zu messende Signal wird in den **AUSGANG** des Meßsenders eingespeist, der bei Hubmessung als Eingang dient.

Bei Betrieb mit Leistungsmeßadapter wird die Betriebsart **HUB** eingeschaltet. Die grüne Lampe **102** leuchtet auf, wenn der Hubmesser betriebsbereit ist. Solange sie leuchtet, haben auf jeden Fall die Frequenzabstimmung und der Eingangspegel den richtigen Wert.

2. 3. 3. 1. Abstimmen des Meßsenders

AM-FM-Meßsender SMDA BN 41314: Am Meßsender wird genau die Frequenz des zu messenden Signals eingestellt. Durch Umschalten auf die Betriebsart +HUB oder -HUB mit dem Schalter 104 des Frequenzkontrollers erfolgt automatisch die erforderliche Frequenzverstimmung um +100 kHz des Meßsenders. Die grüne Lampe 102 bestätigt die richtige Funktion der Automatik.

AM-FM-Meßsender SMDF BN 41311 und SMDA 41313: Der Meßsender wird so abgestimmt, daß seine Frequenz etwa 100 kHz über der zu messenden Frequenz liegt. Hierfür wird der Meßsender nach der Skala 2 grob auf die gewünschte Frequenz eingestellt. Der genaue Wert ist dann erreicht, wenn die grüne Lampe 102 aufleuchtet. Gleichzeitig muß jedoch der Pegel genügend groß sein. Beim Abstimmen ergeben sich immer zwei nebeneinanderliegende Punkte, bei denen die Lampe 102 aufleuchtet. Normalerweise wird auf den Leuchtpunkt mit der höheren Frequenz abgestimmt. In der anderen Stellung kann der Hub ebenfalls gemessen werden, jedoch sind dann die positive und die negative Spitzenanzeige vertauscht. Ist die Frequenz nicht genau bekannt, empfiehlt es sich, diese zunächst gemäß Abschnitt 2. 3. 1, 2, zu messen.

2. 3. 3. 2. Erforderliche Pegel

Die maximale Eingangsempfindlichkeit von 100 mV bei Hubmesserbetrieb wird bei vollaufgedrehtem Ausgangsteiler des Meßsenders erreicht. Es muß darauf geachtet werden, daß bei Eingangspegeln über 500 mV der Ausgangspegel mit dem Ausgangsteiler entsprechend verringert wird, weil der Meßsender sonst zugeregelt wird. Der richtige Pegel ist auf jeden Fall dann vorhanden, wenn die Kontrolllampe 102 bei richtig eingestellter Frequenz aufleuchtet. Beim gemeinsamen Betrieb mit dem Leistungsmeßadapter BN 413116 gelten für die Teilereinstellung die beiden grünen Punkte auf der Teilerskala.

Bei Leistungen über 1 W wird auf den großen Punkt eingestellt und bei Leistungen unter 1 W auf den kleinen Punkt.

Falls kein Leistungsmeßadapter zur Verfügung steht, muß bei Pegeln zwischen 150 mW und 20 W ein 20-dB-Dämpfungsglied vorgeschaltet werden. In diesem Fall gelten wieder die beiden grünen Punkte.

2.3.3.3. Frequenzhubanzeige

Das Instrument 101 zeigt den positiven bzw. den negativen Spitzenhub an zwei Meßbereichen an. Die Frequenzhubmeßbereiche 5 kHz und 20 kHz werden mit dem Schalter 110 gewählt. Die maximal meßbare Modulationsfrequenz beträgt 9 kHz.

Achtung: Beim Hubmessen muß darauf geachtet werden, daß die Modulation des Meßsenders ausgeschaltet ist (wird beim SMDA BN 41314 automatisch kontrolliert).

2.3.3.4. Phasenhubanzeige

Das Instrument 101 zeigt den positiven bzw. den negativen Spitzenhub an zwei Meßbereichen an. Die Phasenhubmeßbereiche $\frac{\Delta f}{f_{MOD}} = 2$ und $\frac{\Delta f}{f_{MOD}} = 5$ werden mit dem Schalter 110 gewählt. Der Durchlaßbereich geht hierbei von 300 Hz bis 9 kHz.

2.3.3.5. Anzeige der Frequenz des demodulierten Signals

Bei Hubmessung wird am Zähler 100 automatisch die Frequenz des demodulierten Signals angezeigt. Die Auflösung ist je nach Meßzeit 10 Hz oder 1 Hz.

2.3.3.6. Hubmeßausgang

Am Hubmeßausgang 105 steht die demodulierte NF-Spannung zur Verfügung. Pegel und Innenwiderstand sind so dimensioniert, daß auch ein Kopfhörer angeschlossen werden darf. Der Hubmeßausgang wird wie die Anzeige des Instrumentes 101 mit dem Schalter 110 umgeschaltet. Bei Klirrfaktormessungen ist zu beachten, daß auch der Hubmeßausgang eine obere Grenzfrequenz von 9 kHz hat. Die Deemphasis bei Phasenhubmessung ist auch am Hubmeßausgang wirksam.

2.3.4. Betrieb mit externem Quarz

Zur Genauigkeitssteigerung kann der Frequenzkontroller auch mit einer externen Referenzfrequenz betrieben werden. Die Referenzfrequenz muß hierfür in die BNC-Buchse 115 eingespeist werden. Erforderlich ist eine 10-MHz-Frequenz mit TTL-Pegel; die untere Spannungsschwelle muß also bei 0 und die obere bei +5 V liegen.