

Bedienungsanleitung

Registrierender Frequenzmeßplatz

Typ FAPR

BN 85651

NI5 mit Netzteil, Fabr. Nr.
NDFQ " "
NFR 2 " "
Gestell NG 32 " "

Inhaltsverzeichnis

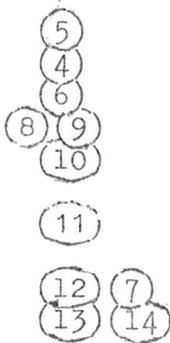
	Seite
1) Erste Inbetriebnahme	3
2) Technische Daten	12
3) Bedienungsanleitung	18
a) Aufstellung	18
b) Anschalten ans Netz	18
c) Ausgänge	20
d) Einstellen einer bestimmten Ausgangsfrequenz	21
e) Aufsuchen und Messen einer völlig unbekanntem Frequenz	23
f) Genaue Frequenzmessung, Registrierung; Messung der Mittenfrequenz frequenzmodulierter Signale	26
g) Automatische Synchronisation	30
h) Erhöhung der Meßgenauigkeit durch Verzehnfachung der zu messenden Frequenz (< 3 MHz)	30
i) Messen und Registrieren einer extern gebildeten Differenzfrequenz	32
k) O-Test, Kontrolle der Skaleneichung der Frequenzdekaden	32
l) Nacheichung des Schreibers	35
m) Kontrolle der Quarzfrequenz	37
n) Schreiberbedienung	38
4) Allgemeines und Anwendung	41
5) Kurzbeschreibung	41
6) Anhang	48
a) Anordnungsskizze der Bedienungselemente und Ver- bindungsleitungen (P/A-FAPR-01)	
b) Prinzipschaltbild (P-FAPR-S-01)	
c) Stromlauf Frequenzdekade ND 5 (P-ND5-S1K)	
d) Stromlauf Feindekade mit 100 kHz-Quarzgenerator NDFQ (NDFQ-S1)	
e) Stromlauf Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 (NFR2-S1b)	
f) Stromlauf Gestellverkabelung (P-FAPR-K-23000014)	

1) Erste Inbetriebnahme (weitere Einzelheiten siehe unter 3 a - 3 n)

Die im Text angegebenen Positionsbezeichnungen (n) beziehen sich auf die "Anordnungsskizze der Bedienungselemente und Verbindungsleitungen" im Anhang dieser Bedienungsanleitung.



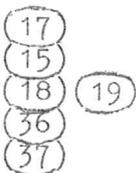
a) Geräteeinschübe ins Gestell montieren; bitte Anordnungsskizze an der Gestellrückwand beachten. Steckverbindungen der Gestellverkabelung (1) (2) (3) entsprechend der Buchsen- und Steckerbezeichnung herstellen.



b) Netzspannung prüfen, ab Werk sind die Geräte, wenn nicht anders angegeben, auf 220 V Wechselspannung eingestellt. (Umstellung auf andere Netzspannungen (5) siehe 3b); Netzverbindung (4) herstellen. Hauptschalter (6) in Stellung "Ein" Signallampen "Feindekade" (8), "Netz" (9) und "Thermostat" (10) leuchten auf; "Thermostat" erlischt nach Aufheizzeit. Netzschalter (11) am Netzteil ND 5 auf "0" ("Ein") stellen, Signallampe (12) und "Betrieb" (7) leuchten auf. Netzschalter (13) am NFR 2 auf "0" ("Ein") stellen; Signallampe (14) leuchtet auf.



c) Eine an der Frequenzdekade eingestellte Frequenz ist an der Koaxialbuchse (15) an der Frontplatte abzunehmen. Die Ausgangsspannung ist mit dem Drehknopf (16) einstellbar.



Oberwellen (10. Harmonische) dieser Frequenz können an der Buchse "f₂" (17) am NFR 2 abgenommen werden, wenn der Ausgang der Frequenzdekade (15) über das Koaxialkabel (18) mit der Buchse "f₁" (19) am NFR 2 verbunden wird. Schalter (36) dann in Stellung "f₂-10 f₁" stellen. Drehknopf (37) dient zur Amplitudeneinstellung. Quarzgenaue Festfrequenzen können an den Buchsen der Frontplatten abgenommen werden (ca. 1 V an 2 kOhm)



100 Hz Q = (20); 1 kHz Q = (21); 10 kHz Q = (22)
 100 kHz Q = (23); 200 kHz Q = (24); 1 MHz Q = (25)

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

d) Einstellen einer bestimmten Ausgangsfrequenz
(z.B. 23,456789 MHz)

(26) Schalter (26) "frei verstimmbar" auf "sync."

(27) Schalter (27) "Autom.Sync." auf "0" ("Aus")

(28) Schalter (28) "x 10 MHz" auf "2"

(29a) (29b) (29c) Skala (29a) "x 1 MHz" mit Drehknopf (29b) auf Eichpunkt "5" nach Instrument (29c) im roten Bereich synchronisieren. Vorerst sehr langsam über Eichpunkt drehen und Instrument beobachten, synchronisiert ist, solange der Zeiger in beiden Richtungen der Skalendrehung folgt.

Genau so weiter

(30) (30) "x 100 kHz"-Stufe auf "4" synchronisieren.

(31) (31) "x 10 kHz"-Stufe auf "5" synchronisieren.

(32) (32) "x 1 kHz"-Stufe auf "6" synchronisieren.

(33) Schalter (33) in Stellung "100 Hz sync. + VFO".

(34) (34) "x 100 Hz"-Stufe auf "7" synchronisieren.

(35) Feinskala (35) mit Drehknopf auf gewünschten Frequenzwert "89" einstellen. (Vor genauen Messungen Skalennullpunkt kontrollieren, siehe 1 k) und 3 k)).

Die Ausgangsfrequenz ist als Summe an allen Anzeige-Skalen abzulesen, also 23 MHz 456 kHz 789 Hz = 23,456789 MHz.

e) Aufsuchen und Messen einer völlig unbekanntem Frequenz

(17) Die unbekanntem Frequenz wird der Buchse "f₂" (17) zugeführt (mind. 5...20 mV)

(36) Schalter (36) für Frequenzbereich:

(10) 30 kHz...30 MHz in Stellung "f₂ - f₁" oder

(< 3 MHz siehe 1 h) und 3 h)

30 MHz300(500)MHz in Stellung "f₂ - 10 f₁"

(36) (16) Drehknöpfe (37) und (16) zunächst auf rechten Anschlag drehen (max. Amplitude).

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

- Alle Skalen der Frequenzdekade etwa auf "0" drehen.
- (28) Schalter (28) wird auf den vermutlichen nächstniedrigeren
(26) 10 MHz-Wert gestellt. Die anderen Dekadenstufen werden der
(38) Reihe nach auf freilaufenden Betrieb (26) geschaltet und
durchgestimmt, um die Schwebungsfrequenz schnell aufzusuchen. Dazu am NF-Ausgang (38) Kopfhörer anschließen (zunächst bleibt das Schreibermeßwerk außer Betrieb).
- Wenn bei der Ersten Inbetriebnahme keine andere Frequenz zur Verfügung steht, kann der "1 MHz"-Ausgang (25) mit dem Eingang "f₂" (17) verbunden werden.
- (25)
(17)
- (26) Schalter (26) "frei verstimmbar" auf "1 MHz"
(29) Skala (29) "x 1 MHz" durchstimmen, Schwebungsfrequenz aufsuchen, Einstellung zunächst stehen lassen.
- (26) Schalter (26) auf "100 kHz" weiterschalten.
(29) Stufe (29) "x 1 MHz" auf nächsten Eichpunkt unter der Schwebungsfrequenz synchronisieren.
- (30) Skala (30) "x 100 kHz" durchstimmen, Schwebungsfrequenz aufsuchen.
- (26) Schalter (26) auf "10 kHz" weiterschalten
(30) Stufe (30) "x 100 kHz" auf nächsten Eichpunkt unter der Schwebungsfrequenz synchronisieren.
- (31) Skala (31) "x 10 kHz" durchstimmen, Schwebungsfrequenz aufsuchen.
- (26) Schalter (26) auf "1 kHz" weiterschalten.
(31) Stufe (31) "x 10 kHz" auf nächsten Eichpunkt unter der Schwebungsfrequenz synchronisieren.
- (32) Skala (32) "x 1 kHz" durchstimmen, Schwebungsfrequenz aufsuchen.
- (26) Schalter (26) auf "sync." weiterschalten.
(32) Stufe (32) "x 1 kHz" auf nächsten Eichpunkt unter der Schwebungsfrequenz synchronisieren.
- (33) Schalter (33) an der Feindekade in Stellung "100 Hz frei verst."

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

- (34) Skala (34) "x 100 Hz" durchstimmen, Schwebungsnull einstellen.
- (33) Schalter (33) auf "100 Hz sync. + VFO" stellen
(34) Stufe (34) "x 100 Hz" auf nächsten Eichpunkt unter Schwebungsnull synchronisieren.
- (35) Mit frei einstellbarer Feinstufe "VFO" (35) Schwebungsnull einstellen.

Die Genauigkeit dieser Messung ist durch die Hörgrenze (für tiefe Frequenz) des verwendeten Kopfhörers begrenzt (genaue Messung siehe nächster Abschnitt).

Das Meßergebnis ist direkt an den Skalen der Frequenzdekade und der Feindekade abzulesen. (Wurde zur Ersten Inbetriebnahme 1 MHz-Normalfrequenz als "unbekannte" Frequenz verwendet, so wird als Ergebnis 00 MHz, 999 kHz, 900 Hz + 100 Hz = 1,000000 MHz abgelesen).

- f) Genaue Frequenzmessungen und Registrierungen werden mit dem Frequenzdifferenzschreiber durchgeführt.

Auch die Mittenfrequenz frequenzmodulierter Signale kann gemessen werden. Der Meßbereich ist dann so zu wählen, daß der Frequenzhub $\pm 40\%$ der eingestellten Mittenfrequenz nicht übersteigt.

- (E) (G)
(H) Schreiber öffnen (E) und Hebel (G) links auf der Innenseite der Türe nach unten schwenken und mit Schrauben (H) festlegen. Beim Schließen der Türe wird jetzt die Arretierung der Meßwerke aufgehoben.

- (I) Gegebenenfalls Papier einlegen (siehe Abschnitt 3 h) und Tinte in Kegelfedern (I) füllen.
(F) Federn in Gabel (F) einhängen.

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

- (T) Hebel (T) in Stellung "Start",
(V) Papiervorschubgeschwindigkeit mit Schalthebel (V) und Schalter (39) einstellen.
(39)
(E) Türe schließen (E) und verriegeln.
Zunächst Frequenz aufsuchen und einstellen wie im Abschnitt 1e) beschrieben.

Es ist zu beachten, daß für einwandfreie Messung die zu messende Frequenz (f_x) und die Vergleichsfrequenz (f_m) nicht kleiner als $20 \Delta f_0$ sein dürfen.

$$f_x > 20 \Delta f_0; f_m > 20 \Delta f_0$$

- (37) Amplitude der unbekanntem Frequenz mit Drehknopf (37) so einstellen, daß der "Magische Fächer" (40) gerade schließt. Je nach gewünschter Frequenzauflösung (Konstanz oder Frequenzwanderung der zu messenden Frequenz) wird mit dem Meßbereichschalter (41) der Meßbereich gewählt.
(40)
(41)
(42) Entsprechend der damit gleichzeitig eingestellten Mittenfrequenz " Δf_0 " wird der Schalter " Δf_{\max} -Filter" (42) auf den nächst höheren Frequenzwert eingestellt (siehe Beschriftung " Δf_0 ").
(44) Mit dem Betriebsartenschalter wird der Mechanische- (44) ("Instr."o"Mech") und Elektrische-Nullpunkt (45) ("Instr."o"El.") überprüft und wenn erforderlich, nachgestellt (siehe 3 l).
(45) In Stellung "Eichen Mittenfrequenz" wird der Schreibernullpunkt mit Drehknopf "0" (46) eingestellt (siehe auch 3 l).
(46) Dann Betriebsartenschalter in Stellung "Messen" Frequenzdekade um den Betrag der gewählten Mittenfrequenz " Δf_0 " unter die vorher ermittelte Schwebungsfrequenz einstellen und voll synchronisieren.
(23) Dazu Schalter (23) der Feindekade auf "100 Hz sync.", oder wenn Einstellung in Schritten von 1 kHz genügt, in Stellung "Messen ohne Feindekade". Nichtbenutzte Skalen auf "0" stellen.

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

Meßergebnis:

Frequenzbereich:

$$(10) \ 30 \text{ kHz} \dots 30 \text{ MHz: } f_x = f_m + f_{\text{NFR2}} + \Delta f_0$$

für $f_x > f_m$

$$30 \dots 300(500) \text{ MHz: } f_x = 10 f_m + f_{\text{NFR2}} + \Delta f_0$$

für $f_x > 10 f_m$

f_x = zu messende Frequenz

f_m = Vergleichsfrequenz aus Frequenzdekade

f_{NFR2} = Anzeige am NFR 2 (+ oder - beachten!)

Δf_0 = eingestellte Mittenfrequenz

Hierbei ist zu beachten, daß die Vergleichsfrequenz tatsächlich unter der Schwebungsfrequenz liegt. Ist dies aus bestimmten Gründen nicht der Fall, so kehren sich die Vorzeichen für f_{NFR2} u. Δf_0 um.

- (43) Zur Registrierung wird der Betriebsartenschalter (43) ausgehend von Stellung "Messen" entgegen dem Uhrzeigersinn bis auf "Registrierung" durchgeschaltet. Es kann dabei nochmals der elektrische und der mechanische Nullpunkt und der Nullpunktgleich überprüft werden. In den Stellungen "Mark." wird der Schreiber nach rechts und links ausgelenkt, um den Beginn der Registrierung am Papier zu markieren.
- (43) Zum Schluß der Registrierung wird der Schalter (43) im selben Drehsinn weitergedreht. Dabei wird wieder der Schreiber zur "Markierung" nach links und rechts ausgelenkt; der Nullabgleich und der mechanische Nullpunkt kontrolliert.

Entgegen dem vorher unter 1 c) angegebenen Verfahren des Aufsuchens der unbekanntes Frequenz durch Schwebungsnullabgleich mit einem Kopfhörer kann natürlich zunächst der NFR 2 auf einen großen Meßbereich (41) geschaltet und als Nullindikator verwendet werden.

(41)

(42)

Schalter (42) " Δf_{max} -Filter" entsprechend einstellen.

(41)

Mit steigender Annäherung der quarzsynchron eingestellten Frequenzen wird der Meßbereich (41) des NFR 2 dann laufend verkleinert, bis die gewünschte Frequenzauflösung erreicht ist. Mittenfrequenzwechsel (" Δf_0 ") bei Bereichsumschaltung beachten und durch Nachstellung der synchronisierten Skalen berichtigen!

- g) Automatische Synchronisation ("Autom.Sync") dient bei Dauerregistrierungen zum Wiedereinfangen der Synchronisation der

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

Dekadenstufen "x 1 kHz", "x 10 kHz", "x 100 kHz" und "x 1 MHz" nach Unterbrechungen der Netzspannung oder nach kurzzeitigen Phasensprüngen der 100 kHz Normalfrequenz.

(27) Schalter (27) auf "0" ("Ein") stellen.

Automatische Synchronisation tritt ca. 1 Min. nach dem Einschalten in Funktion, Wiederholung dann ca. alle 20 sec., Instrumentenausschläge beobachten. Zur Funktionsprüfung Schalter (26) auf "0-Test" und zurück auf "sync" schalten. Beim nächsten Wiedereinfangvorgang müssen alle Stufen wieder im "roten" Bereich synchronisiert werden (siehe 3 g).

(19) h) Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit im Frequenzbereich unter 3 MHz wird die zu messende Frequenz der Buchse (19) "f₁" und die Vergleichsfrequenz dem Eingang (17) "f₂" zugeführt. Schalter (36) in Stellung "f₂ - 10 f₁".

Die zu messende Frequenz (f_x) wird dabei im Gerät zunächst verzerrt (10. Harmonische wählen!) und dann zur Bildung der Differenzfrequenz (Δf) mit der Vergleichsfrequenz (f_m) überlagert. Es ist wieder zu beachten, daß $f_x > 20 \Delta f_0$ und $f_m > 10 \Delta f_0$ sein müssen.

(41) (42) (43) Meßbereich (41), Filter (42) und Betriebsart (43), und
(40) (37) nach "Magischem Fächer" (40) Amplitude (37) einstellen.

Am Schreiber ist in dieser Betriebsart eine Auflösung von ± 1 Hz Vollausschlag bezogen auf die zu messende Frequenz einstellbar. Die Absolutgenauigkeit bei kontinuierlicher Einstellung der Frequenzdekade ist auf $\pm 0,05$ Hz erhöht.

Bemerkung:

Um Irrtum bei der Verwendung der Oberwelle der zu messenden Frequenz zu vermeiden, ist zweckmäßig, zunächst eine überschlägige Messung mit der Grundwelle durchzuführen, um die Frequenzdekade schon richtig voreinstellen zu können.

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

i) Eine extern gebildete Differenzfrequenz

100 kHz \pm 40, \pm 20 oder \pm 10 kHz;

10 kHz \pm 4, \pm 2 oder \pm 1 kHz;

1 kHz \pm 400, \pm 200 oder \pm 100 Hz und

100 Hz \pm 40, \pm 20 oder \pm 10 Hz

(47) wird der Buchse (47) "f₃" zugeführt (min. 100 mV).
(36) Schalter (36) in Stellung "f₃";
(42) (41) Filter (42) und Meßbereich (41) entsprechend der gegebenen Differenzfrequenz und der gewünschten Auflösung einstellen. Der Betriebsartenschalter (43) wird, wie unter 1 f) beschrieben, bedient.

k) "0-Test" Kontrolle der Skaleneichung der Frequenzdekaden

(6) Hauptschalter (6) in Stellung "0" ("Ein").

(26) Schalter "frei verstimmbar" (26) an der Frequenzdekade ND 5 in Stellung "0-Test" bringen.

(33) Betriebsartenschalter (33) an der Feindekade in Stellung "100 Hz sync + VFO" bringen;
alle Skalen der Frequenzdekade und die "x 100 Hz"-Skala der Feindekade auf "0" synchronisieren.

(16) Drehknopf (16) auf Anschlag rechts stellen (volle Ausgangsspannung für "Magischen Fächer" (48)).

(35) (49) Mit Feinskala (35) Schwebungsnull nach "Magischem Fächer" (49) an der Feindekade einstellen. Skalennullpunkt muß mit Schwebungsnull (Stillstand der Leuchtwinkel) zusammenfallen.

(50) Abweichungen können mit dem Drehknopf (50) "Nullst.Feinabst." korrigiert werden (siehe auch 3 k).

(35) (48) Dann bei einer Frequenzeinstellung von 5 - 10 Hz an der Feinskala (35) den "Magischen Fächer" (48) an der Frequenzdekade ND 5 beobachten. Die Leuchtwinkel müssen

1) Erste Inbetriebnahme (Fortsetzung)

im Takt der eingestellten Frequenz flackern, dann sind alle Skalen richtig auf "0" synchronisiert (weitere Einzelheiten und "Nacheichung" siehe 3 k).

(51) (52) (53) (54)
(55) (56)

(51) (52) (53) (54) (55) (56) siehe 3 k)

(57) Nacheichung des Schreibers (57) siehe 3 l)

(58) Kontrolle der Quarzfrequenz (58) siehe 3 m)

Schreiberbedienung siehe 3 n)

(60) Das Zusatzmeßwerk wird über Buchsen (60) angeschlossen.
Vollausschlag bei 1 mA, Innenwiderstand 1150 Ohm

(59) (Buchse (59) frei).

2) Technische Daten

Der Registrierende Frequenzmeßplatz FAPR besteht aus:

Frequenzdekade ND 5 mit getrenntem Netzteil
Feindekade mit 100 kHz-Quarzgenerator NDFQ
Frequenzdifferenzschreiber NFR 2/T2
und einem Tischgestell mit Gestellverkabelung

A) Frequenzdekade (Normalfrequenzgenerator)

Grundfrequenzbereich:

bei stetiger Abstimmung . . . (50 Hz) 31 MHz
in quarzgenauen Schritten. . 100 Hz 31 MHz

Oberwellen-Frequenzbereich 30 MHz 300(500) MHz

Frequenzeinstellung. additiv an 6 Skalen und
1 Stufenschalter in 100 Hz-,
1 kHz-, 10 kHz-, 100 kHz-,
1 MHz- und 10 MHz-Schritten,
kontinuierlich zwischen den
100-Hz-Schritten

Frequenzkonstanz bei schrittweiser Abstimmung
ca. 1×10^{-7} /24 Stunden
(nach ca. 2 Std. Betriebs-
zeit des 100 kHz-Quarzgene-
rators)

Einstellgenauigkeit

bei kontinuierlicher Abstimmung . \pm 0,5 Hz
bei Verwendung der 10.Oberwelle . \pm 5 Hz

2) Technische Daten (Fortsetzung)

Ausgänge

(50 Hz) 31 MHz Koaxialbuchse 3,5/9,5
(DIN 47281) an der Fre-
quenzdekade ND 5

Ausgangsspannung 50 mV an 60 Ohm (in Serie zum
Ausgang 0,1 μ F)
stetig abschwächbar ca. 1:50

Störabstand nichtharm.
Nebenfrequenzen ca. 60 dB
Klirrfaktor ca. 10%

Oberwellen, 30...300 MHz Koaxialbuchse "f₂"
3,5/9,5 (DIN 47281)

Ausgangsspannung ausreichend für Empfänger-
eichung, stetig abschwächbar

Zusätzliche Normalfrequenzgänge.. Buchsen an den Frontplatten

Innenwiderstand ca. 2 kOhm
Ausgangsspannung 1 MHz..ca. 0,5V, konzentriert. Buchse (DIN 47284)
100 kHz..ca. 1 V, konzentriert. Buchse (DIN 47284)
10 kHz..ca. 1 V, Telefonbuchsen
1 kHz..ca. 1 V, Telefonbuchsen
200 kHz..ca. 1 V, konzentriert. Buchse (DIN 47284)
100 Hz..ca. 1 V, konzentriert. Buchse (DIN 47284)

100 kHz-Normalfrequenzversorgung . . intern aus 100 kHz-Quarzgenerator
(Steuerfrequenz)

B) Frequenzmesser (Mischstufe zur Bildung der Differenzfrequenz)

Frequenzbereich *). (10)30 kHz. . . 300(500) MHz

Frequenzablesung dekadisch, wie Frequenzeinstellung
als Frequenzdekade

Meßgenauigkeit entsprechend der Frequenzkonstanz
und Einstellgenauigkeit der Fre-
quenzdekaden

Maximale Einstell- und Ablesegen-
auigkeit (bei Verzehnfachung
der zu messenden Frequenz)
30 kHz - 3 MHz \pm 0,05 Hz

*) siehe Seite 15.

2) Technische Daten (Fortsetzung)

Eingänge: Buchsen an der Frontplatte

Koaxialbuchse 3,5/9,5 (DIN 47281)"f₁" **)

für Vergleichsfrequenz 30 kHz 31 MHz
oder

für die zu messende Frequenz . . . 30 kHz 3 MHz

benötigte Eingangsspannung . . . 5 20 mV

Eingangswiderstand 220 Ohm

Koaxialbuchse 3,5/9,5 (DIN 47281)"f₂" ***)

für die zu messende Frequenz.(10)30 kHz . . . 300(500) MHz
oder

für Vergleichsfrequenz . . . 30 kHz . . . 30 MHz

benötigte Eingangsspannung . . . ca. 20 mV

Eingangswiderstand ca. 60 Ohm

Differenzfrequenz Ausgang:

intern zum Frequenzdifferenzschreiber

Buchsen an der Frontplatte "Δf" ..zum Anschluß eines Kopfhörers

C) Frequenzdifferenzschreiber (Anzeige- und Schreibereinheit)

Anzeige- und Schreibbereiche: *)

Mittelfrequenz "Δ f _o "	100 Hz ± 10, ± 20 und ± 40 Hz (60 - 140 Hz)
	1 kHz ±100, ±200 und ±400 Hz (600- 140 Hz)
	10kHz ± 1, ± 2 und ± 4kHz (6-14 kHz)
	100kHz ± 10, ± 20 und ± 40kHz (60 - 1400kHz)

Maximale relative Anzeigegenauigkeit:

Frequenzbereich:

Rel.Freq.-Abweichung je mm Schreibweg:

30 kHz bis 3 MHz 1 x 10⁻⁶ bis 1 x 10⁻⁸

3 MHz bis 300 MHz (bis 500 MHz) 1 x 10⁻⁷ bis 1 x 10⁻⁹

*) **) ***) siehe Seite 15

Eingänge

intern aus Mischeinheit
von außen konzentrische Buchse "f₃" *****)
(DIN 47284)

benötigte Eingangsspannung ca. 100 mV
Eingangswiderstand 33 kOhm

Differenzfrequenzfilter umschaltbar " f_{max}-Filter"
Bandbreite ca. 200 Hz, 2 kHz, 20 kHz und
200 kHz.

Eichfrequenzen *****) intern aus Frequenzdekade
(Näheichung) 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz

Schreibbreite ± 35 mm
geeicht: -1 . . 0 . . + 1 (x eingestellten
Meßbereich)

Genauigkeit des Schreibermeßwerks: ± 2,5% VE

Bemerkung:

*) Die zu messende Frequenz (f_x) und die Vergleichsfrequenz (f_m)
dürfen bei Mischung und Anzeige (Registrierung) im Frequenzdiffe-
renzschreiber NFR 2 nicht kleiner sein als das 20-fache der ein-
gestellten Mittenfrequenz "Δf₀"

$$f_x > 20 \Delta f_0: f_m > 20 \Delta f_0$$

Auch die Mittenfrequenz frequenzmodulierter Signale kann gemessen
werden.

**) Der Eingang wird für die Vergleichsfrequenz (f_m aus ND 5) bei Mes-
sungen im Bereich 3 MHz bis 300 (500) MHz benützt. Von 30 MHz bis
300 (500) MHz wird mit Harmonischen der Vergleichsgrundfrequenz
gemessen. Im Bereich unter 3 MHz kann der Eingang "f₁" für die zu
messende Frequenz (f_x) verwendet werden. Durch Verzehnfachung der
zu messenden Frequenz (f_x) wird eine Verzehnfachung der Differenz
(Δf) erreicht.

**) Der Eingang "f₂" wird für eine zu messende Frequenz (f_x) im Bereich
30 kHz bis 300 (500) MHz benützt. Soll im Bereich bis 3 MHz eine
Genauigkeitserhöhung (Verzehnfachung) erzielt werden so wird in
diesen Eingang die Vergleichsfrequenz (aus ND 5) eingespeist und
die zu messende Frequenz in den Eingang "f₁".

Bei Verzehnfachung der zu messenden Frequenz verkleinert sich der
eingestellte Meßbereich des Schreibers um eine Zehnerpotenz. Dem
empfindlichen Bereich entspricht dann ein Vollausschlag des Schrei-
bers von ± 1 Hz.

****) "f₃" ist der direkte Eingang für den Frequenzdifferenzschreiber,
der dann benützt wird, wenn die Differenzfrequenz in einer externen
Mischstufe (Empfänger NB 7, FD 3) gebildet wird.

*****) Zur Nullpunktnachstellung benötigt der Frequenzdifferenzschreiber
diese vier Normalfrequenzen. Sie werden über die rückwärtige Viel-
fachsteckverbindung eingespeist.

2) Technische Daten (Fortsetzung)

D) Zusatzmeßwerk

Eingang Telefonbuchsen an der Frontplatte
für Vollansteuerung erforder-
lich 1 mA
Innenwiderstand ca.1150 (NFR 2/T2)
Schreibbreite 33 mm
geeicht 0 . . . 2

E) Allgemeine Daten

Stromversorgung getrenntes Netzteil für Frequenz-
dekade ND 5, eingebaute Netzteile
im Frequenzdifferenzschreiber NFR 2/T2
und in der Feindekade mit 100 kHz-
Quarzoszillator NDFQ

Netzspannung umschaltbar,
110/117/127/150/220/235 V,
40 - 60 Hz

Zulässige Netzspannungsschwan-
kung ca. 10% kurzzeitig
Leistungsaufnahme ca. 350 VA

Empfohlene Umgebungstemperatur . .ca. + 15 . . . 35°C
Gestell allseitig verkleidetes Tischgestell
(NG 32 o.NSF, BN 81032)

Bestückung:

Röhren 3 x ECC40, 11 x ECH42, 13 x EF40
16 x EF42, 3 x EM85,
5 x E83F, 7 x E88CC, 2 x E180F
Stabilisatoren 1 x 85A2, 1 x 108C1, 1x90C1, 1x150C2
Glimmlampe 1 x E14, 85V, 2 mA (Osram 85.3200)
Signalglimmlampen 2 x E14, 220 V
2 x E10, 220 V
Lämpchen 1 x 18 V, 0,1A; E10
1 x 7 V, 0,1A; E10

2) Technische Daten (Fortsetzung)

Sicherungen

110/117/127 V	150 V	220/235 V
2 x 6 A DIN 41571	2 x 6 A DIN 41571	2 x 6 A DIN 41571
2 x 4 A DIN 41571	2 x 3 A DIN 41571	2 x 2 A DIN 41571
2 x 2 A DIN 41571	2 x 1,5 A DIN 41571	2 x 1 A DIN 41571
1 x 1 A DIN 41571	1 x 0,82A DIN 41571	1 x 0,5A DIN 41571
2 x 0,2 A DIN 41571	2 x 0,15A DIN 41571	3 x 0,1A DIN 41571
1 x 0,1 A DIN 41571	1 x 0,1 A DIN 41571	

Abmessungen, Gewicht

	Breite x Höhe x Tiefe	
	mm	kg
kompl. Meßplatz FAPR	ca. 725 x 1196 x 470	ca. 140
Einschub*) ND 5	ca. 520 x 406 x 360	ca. 35
Einschub*) ND 5-Netzteil	ca. 520 x 102 x 360	ca. 17
Einschub*) NDFQ	ca. 520 x 202 x 360	ca. 21
Einschub*) NFR 2/T2	ca. 520 x 406 x 360	ca. 27

Mitgeliefertes Zubehör:

- 1 kompl. Gestellverkabelung (im Gestell enthalten)
- 1 Etui mit Schreiberzubehör
- 1 Patrone Registriertinte
- 2 Rollen Registrierpapier
- BN 318/35 1 Steckschlüssel für Gestellschrauben

Empfehlenswertes Zubehör:

- BN 370/02 1 Koaxialleitung, 1 Koaxialstecker 3,5/9,5 (DIN 47281)
- 1 Ende frei, 1,2 m lang (Verb.zum Meßobjekt)
- BN 370/10 1 konzentrisches Kabel, 1 konz.Stecker (DIN 47284)
- 1 Ende frei, 1,2 m lang (Entn.v.Festfrequenzen)
- BN 330/08 Registrierpapier (20 mm/Std.), 1 Rolle = ca. 22 m

Service-Zubehör:

- BN 376/01 1 Reparaturkabel
- BN 818/39 1 Spezialschraubenzieher

*) Normeinschübe nach DIN 41490

3. Bedienungsanleitung

Die im Text angegebenen Positionsbezeichnungen (n) beziehen sich auf die "Anordnungsskizze der Bedienungselemente und Verbindungsleitungen" im Anhang dieser Bedienungsanleitung.

a) Aufstellung

Nach Entfernen der Transportverpackung werden die Normeinschübe im Gestell montiert. Die Frontplatten sind mit den zugehörigen Schrauben im Gestell festzuschrauben. Nach Öffnen der Rückseite des Gestells sind die Geräte entsprechend den Stecker- und Buchsenbezeichnungen untereinander zu verbinden (1) (2) (3).

(1)(2)(3)

b) Anschalten ans Netz

Ab Werk sind die Geräte, wenn nicht anders angegeben, auf 220 Volt Wechselspannung eingestellt. Durch Umlöten der Netzspannungsanschlüsse an den beiden Transformatoren im Netzteil ND 5 und an den 3 Transformatoren in der Feindekade mit 100 kHz-Quarzgenerator NDFQ sowie durch Umstellung des Spannungswählers (5) auf der Rückseite des Frequenzdifferenzschreibers NFR 2 können die Geräte auch auf andere Netzspannungen umgestellt werden. Die Sicherungen sind entsprechend zu wählen.

(5)

Anschluß an den 2 Transformatoren des ND 5 - Netzteils

Netzspannung	ND 5 - Tr 1 a und ND 5 - Tr 2 a	Sicherungen
110 V	2-3	2 x 4 A DIN 41571
117 V	2-4	2 x 4 A DIN 41571
127 V	2-5	2 x 4 A DIN 41571
150 V	2-6	2 x 3 A DIN 41571
220 V	2-7	2 x 2 A DIN 41571
235 V	2-8	2 x 2 A DIN 41571

Anschluß am Transformator Tr 1 der Feindekade mit 100 kHz- Quarzgenerator NDFQ

Netzspannung	NDFQ - Tr 10	Sicherung "Si 4"
110 V	2-3	1 A DIN 41571
117 V	2-4	1 A DIN 41571
127 V	2-5	1 A DIN 41571
150 V	2-6	0,82 A DIN 41571
220 V	2-7	0,5 A DIN 41571
235 V	2-8	0,5 A DIN 41571

3) Bedienungsanleitung (Fortsetzung) b) Anschalten ans Netz,

Anschlüsse am Transformator Tr 2
der Feindekade mit 100 kHz-Quarz-
generator NDFQ

Netzspannung	NDFQ-Tr 12	Sicherung "Si 6"
110 V	1-2	0,2 A DIN 41571
117 V	1-3	0,2 A DIN 41571
127 V	1-4	0,2 A DIN 41571
150 V	1-5	0,15A DIN 41571
220 V	1-6	0,1 A DIN 41571
235 V	1-7	0,1 A DIN 41571

Anschlüsse am Transformator Tr 3
der Feindekade mit 100 kHz-Quarz-
generator NDFQ

Netzspannung	NDFQ - Tr 11	Sicherung "Si 5"
110 V	14-13	0,2 A DIN 41571
117 V	14-12	0,2 A DIN 41571
127 V	14-11	0,2 A DIN 41571
150 V	14-10	0,15A DIN 41571
220 V	14-9	0,1 A DIN 41571
235 V	14-8	0,1 A DIN 41571

- (5) Spannungswähler (5) auf der Rückseite des Frequenzdifferenzschreibers NFR 2 auf gewünschte Netzspannung einstellen. Die Sicherungen am Spannungswähler sind wie folgt zu wählen:

110/117/127 V 2 x 2 A DIN 41571
150 V 2 x 1,5A DIN 41571
220/235 V 2 x 1 A DIN 41571

- (4) Nach Einstellen auf die vorhandene Netzspannung kann der Registrierende Frequenzmeßplatz mit der Netzanschlußleitung (4) mit dem Netz verbunden werden:

- (6) Der Hauptschalter (6) hat 4 Schaltstellungen:
In Stellung "Aus" ist nur der 100 kHz-Quarzgenerator in Betrieb.
In Stellung "Feindekade vorheizen" wird zusätzlich die Feindekade in Betrieb genommen!
In Stellung "Ein" wird die Netzverbindung zum Netzteil der Feindekade ND 5 und zum Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 hergestellt. Dies ist die normale Betriebsstellung.
Für besondere Aufgaben, wenn die Einstellgenauigkeit der Feindekade

3) Bedienungsanleitung (Fortsetzung) b) Anschalten ans Netz,

nicht benötigt wird, kann diese dann in Stellung "Feindekade ab" ausgeschaltet werden.

(11)(13)

(12)(14)

(7)

(8)

(9)

(10)

Die Netzschalter (11) und (13) am Netzteil der Frequenzdekade ND 5 und am Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 können dauernd eingeschaltet bleiben. Die Signallampen (12) und (14) leuchten entsprechend dem eingeschalteten Betriebszustand auf. Die Signallampe (7) "Betrieb" leuchtet auf, wenn die Frequenzdekade ND 5 eingeschaltet ist. Den Betriebszustand der Feindekade zeigt Glimmlampe (8) "Feindekade" an. Die Signallampe (9) "Netz" leuchtet auf, wenn der Meßplatz mit dem Netz verbunden ist und erlischt bei Ausfall der Hauptsicherung. Die Signallampe (10) "Thermostat" leuchtet während der Heizperiode des Thermostaten und erlischt während der Abschaltphasen. Für genaue Messungen wird der 100 kHz-Quarzgenerator zweckmäßig dauernd betrieben. Er benötigt für eine Frequenzkonstanz von $1 \times 10^{-7}/24$ Stunden mindestens eine Anheizzeit von 2 Stunden.

(6)

Soll der Registrierende Frequenzmeßplatz dauernd betriebsbereit sein, so wird der Hauptschalter (6) in Stellung "Aus" gestellt. Die Frequenzdekaden und der Frequenzdifferenzschreiber können dann praktisch immer sofort wieder in Betrieb genommen werden.

(6)

Sollte während kurzer Arbeitspausen vermieden werden, daß die kontinuierlich einstellbare Feinstufe der Feindekade abkühlt und wieder einen Temperatureinlauf zeigt, der häufiges Nachstimmen erforderlich macht, so kann in Stellung "Feindekade vorheizen" des Hauptschalters (6) die Feindekade mit dem 100 kHz-Quarzgenerator im Betrieb bleiben.

c) Ausgänge

(15)

(16)

Die, wie nachfolgend unter 3 d) beschrieben, eingestellte Frequenz kann an der Koaxialbuchse (15) an der Frontplatte der Frequenzdekade abgenommen werden. Die Ausgangsspannung ist mit dem Drehknopf (16) einstellbar. Sie beträgt ca. 50 mV an 60 Ohm und kann etwa 1:50 abgeschwächt werden. Der Innenwiderstand ist durch einen Festwiderstand bestimmt. In Serie zum Ausgang liegt ein Kondensator von 0,1 μ F, so daß bei Belastung mit 60 Ohm nur bis etwa 20 kHz gearbeitet werden kann. Ohne Belastung können am Ausgang noch Frequenzen unter 50 Hz entnommen werden. Die Einstellung der Ausgangsspannung bleibt ohne Einfluß auf den Innenwiderstand.

Oberwellen der eingestellten Frequenz können mit dem im Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 eingebauten Frequenzvervielfacher erzeugt werden. Die Eingangsspannung wird so verstärkt und verzerrt, daß vorzüglich die 10. Harmonische entsteht.

3) Bedienungsanleitung (Fortsetzung) c) Ausgänge,

Zur Messung wird zweckmäßig diese Oberwelle ausgewählt.

(15)
(18)(19)
(17)
(36)
(37)(16)

Zur Entnahme von Oberwellen wird der Ausgang (15) der Frequenzdekade mit dem Koaxialkabel (18) mit der Buchse "f₁" (19) am Frequenzdifferenzschreiber verbunden. Die Oberwellen können an der Buchse "f₂" (17) abgenommen werden. Der Schalter (36) wird dazu in Stellung "f₂-10f₁" gebracht. Der Drehknopf (37) dient zur Amplitudeneinstellung. Der Drehknopf (16) an der Frequenzdekade ND 5 wird zweckmäßig auf Anschlag rechts gedreht, um volle Ausgangsspannung zu erhalten.

(21)(22)(23)(24)(25)

Unabhängig von der Einstellung der Frequenzdekade können an den Frontplatten an den entsprechend bezeichneten Buchsen (20) (21)(22)(23)(24)(25) die Normalfrequenzen 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 200 kHz und 1 MHz entnommen werden. Diese Frequenzen sind mit Frequenzvervielfachern und Frequenzteilern aus der 100 kHz-Normalfrequenz des eingebauten Quarzgenerators abgeleitet. Der Innenwiderstand dieser Normalfrequenzquellen beträgt ca. 2 kOhm, die Ausgangsspannung ca. 0,5 V bei 1 MHz und ca. 1 V bei den übrigen Frequenzen.

d) Einstellung einer bestimmten Ausgangsfrequenz
(z.B. 23,456789 MHz)

(26)

Der Schalter (26) "frei verstimmbar" dient als Betriebsartenschalter der Frequenzdekade ND 5. Er erlaubt es, die einzelnen Dekadenstufen zur Grobeinstellung einer Frequenz aus der Synchronisation zu lösen und in seiner Schaltstellung "0-Test" eine Prüfung der Skaleneichung vorzunehmen (siehe unter 3 k).

(26)

Zur Einstellung einer quarzgenauen Frequenz wird der Schalter (26) auf "sync." gestellt. Damit sind alle Dekadenstufen quarzgenau phasenstarr synchronisierbar.

(27)

Der Schalter (27) "autom.sync." wird auf "0" ("Aus") geschaltet. Es wird damit die automatische Synchronisation abgeschaltet, die unter 3 g) näher beschrieben wird.

(28)

Der Schalter (28) "x 10 MHz" erlaubt die Einstellung des Frequenzbereichs von 0 . . 10, 10 . . 20 und 20 . . 30 MHz. Er wird im Beispiel also auf "2" gestellt, das ist 20 MHz.

Die Einstellung der weiteren Dezimalen erfolgt mit den Drehknöpfen unter den Abstimmskalen.

(29a)(29b)

(29c)

Im gewählten Beispiel soll die nächste Dezimale mit der linken Bedienungseinheit "x 1 MHz" auf 3 MHz abgestimmt werden. Die Skala (29a) wird mit dem Drehknopf (29b) auf den Eichpunkt "3" gedreht. Man stimmt über diesen Eichpunkt langsam hin und her und beobachtet dabei das Instrument (29c). Der mechanische

3) Bedienungsanleitung (Forts.) d) Einstellg. einer best. Ausgangsfrequenz,

Nullpunkt dieses Instruments liegt in der Mitte. Beim Durchdrehen der Abstimmkala um einen Eichpunkt folgt das Instrument plötzlich der Drehung der Skala über einen weiten Bereich nach links und rechts. Solange dies der Fall ist, ist phasenstarre Synchronisation gegeben. Man stimmt nun so ab, daß der Instrumentenzeiger im "roten" Bereich steht. Dieser Einstellpunkt gewährleistet sichere Synchronisation und gleichzeitig die Signalisierung durch das Instrument. Springt dieses auf den Nullpunkt in der Mitte zurück, so ist die Stufe aus der Synchronisation gefallen. Dies kann im Betrieb nur dann geschehen, wenn die Netzspannung oder die 100 kHz-Normalfrequenz kurzzeitig unterbrochen werden (siehe auch 3g).

In gleicher Weise, wie für die "x 1 MHz-Stufe" beschrieben, werden die weiteren Stufen der Frequenzdekade ND 5 abgestimmt. Im Beispiel also

- (30) (30) "x 100 kHz"-Stufe auf "4", das ist 400 kHz,
- (31) (31) "x 10 kHz"-Stufe auf "5", das ist 50 kHz,
- (32) (32) "x 1 kHz"-Stufe auf "6", das ist 6 kHz,

(33) Der Schalter (33) ist der Betriebsartenschalter der Feindekade. Er erlaubt die "x 100 Hz"-Stufe aus der Synchronisation zu lösen und mit oder ohne kontinuierlich einstellbarer Feinstufe zu betreiben.

(33) Zur kontinuierlichen Einstellung mit höchster Genauigkeit wird der Schalter (33) in Stellung "100 Hz sync. + VFO" gestellt.

(34) (34) "x 100 Hz"-Stufe wird auf "7" synchronisiert, das ist 700 Hz.

(35) Die Feinskala (35) wird mit dem Drehknopf auf den gewünschten Frequenzwert "89" eingestellt. Bevor genaue Messungen durchgeführt werden, soll immer der Skalennullpunkt kontrolliert und mit "Nullst. Feinabst." (50) nachgestellt werden. (Kontrolle und Nachstellung siehe 3k).

(50)

Die Ausgangsfrequenz ist als Summe der Einstellwerte aller Anzeigeskalen abzulesen, also 23 MHz 456 kHz 789 Hz = 23,456789 MHz.

Frequenzeinstellung in 1 kHz-Schritten

Diese Betriebsart wird zweckmäßig für Frequenzregistrierungen gewählt oder ganz allgemein, wenn die Einstellung in 1 kHz-Schritten für die Anwendung ausreichend ist. Dazu wird die

3) Bedienungsanleitung (Forts.) d) Einstellg. einer best. Ausgangsfrequenz,

- (33) Feindekade in Stellung "Massen ohne Feindekade" (33) abgeschaltet. Zur Frequenzeinstellung dienen nur die Skalen der Frequenzdekade ND 5. Auch die Stromversorgung kann mit dem Hauptschalter (6) abgeschaltet werden. Die Bedienung der Frequenzdekade ist die gleiche, wie vorher beschrieben, nur daß die Einstellung bei der 1 kHz-Stufe abgebrochen wird (im Beispiel 23,456 MHz).

Es ist zu beachten, daß dabei trotzdem die Einstellung der x 100 Hz-Stufe (über die mechanische Korrektur und die Abstimmung des Bandpasses) auf die Eichung der Skala der "x 1 kHz-Stufe" der Frequenzdekade ND 5 einwirkt. Die "x 100 Hz-Stufe" (34) muß deshalb unbedingt auf "0" gestellt werden. (Wird dies nicht befolgt, so ist irrtümliche Synchronisation auf nächsthöheren Eichpunkt oder schlechte Synchronisation mit kleinem Ziehbereich möglich).

Frequenzeinstellung in 100 Hz-Schritten

- (33) In dieser Betriebsart mit Schalter (33) in Stellung "100 Hz sync." ist von der Feindekade nur die "x 100 Hz"-Stufe im Betrieb. Die kontinuierlich einstellbare Feinstufe muß auf "0" gestellt werden. Es können quarsgenaue Frequenzen in 100 Hz-Schritten eingestellt werden. Die Abstimmung auf die Eichpunkte erfolgt analog, wie vorher beschrieben, mit der Stufe (34) "x 100 Hz". Im Beispiel auf "7", das ist 23,456700 Hz.

Die jeweils eingestellte Frequenz wird als Summe an der Stellung des Schalters (28) "x 10 MHz" und der Einstellung aller in Betrieb genommenen Skalen abgelesen. (29) (30) (31) (32) (34).

Die relative Genauigkeit " $\Delta f/f$ " der quarsynchron eingestellten Frequenz ist abhängig von der Genauigkeit der 100 kHz-Quarzfrequenz. Die Einstellgenauigkeit beträgt bei Verwendung der Feinskala $\pm 0,5$ Hz. Der Eichstrichabstand dieser Skala ist 2 Hz.

Bei Verwendung der n-ten Oberwelle bleibt die relative Genauigkeit der quarsynchron eingestellten Frequenz voll erhalten. Die Einstellgenauigkeit der Feinstufe ist mit $\pm n \times 0,5$ Hz in Rechnung zu setzen.

e) Aufsuchen und Messen einer völlig unbekanntem Frequenz

Der Registrierende Frequenzmeßplatz FAPR arbeitet nach dem Überlagerungsprinzip. Die zu messende Frequenz wird in der Mischstufe des Frequenzdifferenzschreibers NFR 2 mit der

3) Bedienungsanleitung (Forts.) e) Aufs.u. Messen einer völlig unbek. Frequenz,

Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade ND 5 bzw. mit den im Frequenzdifferenzschreiber gebildeten Oberwellen dieser Frequenz überlagert und die Schwebungsfrequenz mit einem Kopfhörer abgehört oder mit dem Schreiber angezeigt und registriert. Es ist zu beachten, daß die zu messende Frequenz f_x und die Vergleichsfrequenz f_m nicht kleiner als $20 \Delta f_0$ sein dürfen. (Δf_0 = eingestellte Mittenfrequenz). Also:

$$f_x > 20 \cdot \Delta f_0 \text{ und } f_m > 20 \Delta f_0.$$

Zum groben Aufsuchen und Messen einer Frequenz ist es zunächst zweckmäßig, den gebildeten Differenzton mit einem Kopfhörer abzuhören und die Frequenzdekade auf Schwebungsnul abzugleichen. Es bleibt also zunächst das Anzeigeschreibwerk außer Betrieb.

(17) Die unbekannte Frequenz wird der Buchse "f₂" (17) zugeführt. Es ist eine Eingangsspannung von mindestens 5 - 20 mV an ca. 60 Ohm erforderlich.

(36) Mit dem Schalter (36) "Δf" wird die Art der gewünschten Messung, ob mit Grundwelle, Oberwelle oder mit von außen zugeführter Differenzfrequenz gewählt.

(36) Für Frequenzmessungen im Bereich bis zu 30 MHz kommt Schalter (36) in Stellung "f₂-f₁".

(19)(18) Für den Frequenzbereich über 30 MHz wird in Stellung "f₂-10 f₁" geschaltet. In dieser Schalterstellung wird im Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 die Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade ND 5 (Eingang "f₁" (19) mit Kabel (18)) zunächst begrenzt und verzerrt, so daß hauptsächlich die 10. Harmonische entsteht. Zur Messung wird dabei zweckmäßig diese verwendet.

(16)(37) Die Ausgangsspannung der Frequenzdekade (16) und die Eingangsspannung der zu messenden Frequenz (37) werden zunächst auf maximalen Wert am Anschlag rechts eingestellt.

(38)(27) Die Differenzfrequenz (Schwebung) soll zunächst akustisch wiedergegeben werden können. Dazu wird zweckmäßig am NF-Ausgang (38) ein Kopfhörer angeschlossen. Die automatische Synchronisation wird mit Schalter (27) in Stellung "0" ("Aus") abgeschaltet.

(28) Der "x 10 MHz"-Schalter (28) wird auf den Bereich eingestellt,

(26) in dem die zu messende Frequenz vermutlich liegt. Der Schalter (26) "frei verstimmbar" wird auf 1 MHz gestellt. Alle Skalen werden auf "0" gedreht (genaue Einstellung bzw. Synchronisation nicht erforderlich).

3) Bedienungsanleitung (Forts.) e) Aufs.u.Messen einer völlig unbek.Frequenz,

(29) Nun wird die "x 1 MHz-Skala" (29) durchgestimmt, bis sich ein Überlagerungspfeiff ergibt (auf Harmonische der zu messenden bzw. der Vergleichsfrequenz achten!). "x 1 MHz-Skala" zunächst stehen lassen.

(37)
(40) Amplitude der zu messenden Frequenz mit Drehknopf (37) so einstellen, daß "Magischer Fächer" (40) gerade schließt. Der "Magische Fächer" zeigt die Amplitude der im Gerät gebildeten Differenzfrequenz an, um Übersteuerungen, die zu Fehlmessungen führen könnten, zu vermeiden.

(26)
(29) Schalter (26) "frei verstimmbar" auf "100 kHz" schalten. "x 1 MHz-Skala" (29) auf nächst tieferen Eichpunkt zurückdrehen und synchronisieren.

(30)
(26) Nun wird die "x 100 kHz-Skala" (30) durchgestimmt bis zur Schwebungsstelle und anschließend, nach Weiterschalten des Schalters (26) auf "10 kHz", auf den nächst niedrigeren Eichpunkt synchronisiert.

(31)
(26) In gleicher Weise "x 10 kHz"-Skala (31) durchstimmen, Schwebungsfrequenz aufsuchen, Schalter (26) auf "1 kHz" weiterschalten und "x 10 kHz"-Skala auf nächst tieferen Eichpunkt synchronisieren.

Je nach der gewünschten Meßgenauigkeit wird weiter wie folgt verfahren:

Gewünschte Meßgenauigkeit ± 50 Hz bzw. bei Verwendung der n-ten Oberwelle der Frequenzdekade $\pm n \times 50$ Hz.

(33)
(34)
(26) Zu dieser Messung ist die Verwendung der Feindekade nicht erforderlich. Es wird die Betriebsart (33) "Messen ohne Feindekade" eingestellt und die "x 100 Hz"-Skala (34) auf "0" gedreht. Mit der "x 1 kHz-Skala" (26) Schwebungspunkt aufsuchen (gegebenenfalls nächst tieferen 1 kHz-Eichpunkt mit magischem Auge nachkontrollieren, (siehe unter 3 k).

(28) Das Ergebnis der Frequenzmessung kann als Summe der Anzeige aller verwendeten Skalen und der Stellung des Schalters (28) abgelesen werden. Der Eichstrichabstand der "x 1 kHz"-Skala beträgt 100 Hz.

(32)
(26) Man kann natürlich auch die "x 1 kHz"-Stufe (32) auf einen tieferen Frequenzwert in Stellung "sync." des Schalters (26) synchronisieren und die Differenzfrequenz mit dem Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 ausmessen und den ermittelten Wert zur Dekadeneinstellung hinzuaddieren (siehe 3 f).

3) Bedienungsanleitung (Forts.) e) Aufs.u. Messen einer völlig unbek. Frequenz,

Zur Erzielung größerer Einstellgenauigkeit wird die Feindekade mit verwendet. Wird dabei zur Anzeige der Schwebungsnullstelle die akustische Wiedergabe des Differenztons durch einen Kopfhörer verwendet, so ist die erzielbare Meßgenauigkeit durch die untere Grenzfrequenz des Kopfhörers begrenzt. Es ist also zweckmäßig, für genauere Messungen im Bereich unter 30 MHz auf alle Fälle den Frequenzdifferenzschreiber in Betrieb zu nehmen (siehe 3 f). Zu Messungen mit Oberwellen genügt evtl. noch die durch Inbetriebnahme der Feindekade erzielbare Genauigkeitssteigerung.

(33) Zur Messung wird die Feindekade mit Schalter (33) zunächst in Betriebsart "100 Hz frei verst." geschaltet und die
(34) Feinstufe auf "0" gestellt. Die "x 100 Hz-Skala" (34) ist jetzt frei verstimmbar und die Schwebungsstelle kann auf-
(33) gesucht werden. Nach Weiterschalten (33) auf Betriebsart "100 Hz sync. + VFO" wird auf den nächst tieferen Eichpunkt synchronisiert.

(35) Mit der frei einstellbaren Feinstufe "VFO" (35) wird jetzt endgültig Schwebungsnull eingestellt (gegebenenfalls ist der
(35) Skalennullpunkt der Skala (35) vorher, wie unter 3 k) beschrieben, zu überprüfen und evtl. nachzustellen)).

(28) Die Ablesung der eingestellten Frequenz erfolgt wieder additiv am Schalter "x 10 MHz" (28) und an allen Skalen der Frequenzdekade ND 5 und der Feindekade.

Bei Messung mit Oberwellen ist das abgelesene Ergebnis mit der Ordnungszahl der verwendeten Harmonischen zu multiplizieren. In der Regel wird hierfür die 10te Harmonische verwendet, die bevorzugt entsteht. Die Kontrolle, ob tatsächlich die 10. Oberwelle verwendet wurde, wird, wie unter Abschnitt 3f) beschrieben, durchgeführt.

f) Genaue Frequenzmessungen und Registrierungen, Messung der Mittenfrequenz frequenzmodulierter Signale.

Zu ~~genauen~~ Frequenzmessungen und zur Registrierung wird der Frequenzdifferenzschreiber verwendet. Der Schreiber wird, wie unter 3 n) näher erläutert, vorbereitet.

(G) Zunächst muß die Arretierung des Meßwerks aufgehoben werden.
(H) Dazu wird der Hebel (G) nach unten geschwenkt und mit den Schrauben (H) festgelegt. Beim Schließen der Türe wird dann automatisch die Arretierung aufgehoben.

(F) (T) Gegebenenfalls Papier einlegen und Tinte in Kegelfedern füllen, Federn in Gabel (F) einhängen, Hebel (T) in Stellung "Start",

3) Bedienungsanleitung (Forts.) f) Genaue Frequenzmessungen u. Registrierungen

(39) (V) (E)

Papierverschubgeschwindigkeit mit Schaltebel (V) und Schalter (39) einstellen, Türe (E) schließen und verriegeln.

Die zu messende Frequenz wird zunächst, wie unter 3 e) beschrieben, aufgesucht und die Frequenzdekade entsprechend eingestellt.

Der Frequenzdifferenzschreiber erlaubt durch das ihm zugrundeliegende Verfahren zur Anzeige und Registrierung der Differenzfrequenz auch die Messung der Mittenfrequenz von frequenzmodulierten Signalen. Die Bedienung ist grundsätzlich die gleiche wie zur Messung unmodulierter Signale, nur daß darauf geachtet werden muß, daß der maximale Frequenzhub nicht größer als $\pm 40\%$ der eingestellten Mittenfrequenz Δf_0 sein darf. Bei nicht zu niedrigen Modulationsfrequenzen folgt das Meßwerk nicht den schnellen Frequenzschwankungen, sondern stellt sich auf die Mittenfrequenz des modulierten Signals ein. Andererseits können natürlich auch relativ schnell verlaufende Frequenzänderungen einwandfrei registriert werden.

(41)

Je nach der gewünschten Frequenzauflösung (Konstanz oder Frequenzwanderung der zu messenden Frequenz) wird mit dem Bereichsschalter (41) der Meßbereich gewählt ($f_x > 20 \Delta f_0$ und $f_m > 20 \Delta f_0$ beachten!). Gleichzeitig mit der Wahl des Meßbereichs wird eine feste Mittenfrequenz " Δf_0 " eingestellt. Das Meßwerk des Frequenzdifferenzschreibers zeigt im eingestellten Meßbereich die Abweichung der gebildeten Differenzfrequenz von dieser Mittenfrequenz " Δf_0 " an. Der Schalter " Δf_{\max} -Filter" (42) muß immer entsprechend der Gravierung unter dem Schaltknopf auf diese Mittenfrequenz und auf eine entsprechend hohe Grenzfrequenz des Filters eingestellt werden.

(42)

(43)

(44)

(45)

Mit dem Betriebsartenschalter (43) wird der mechanische Nullpunkt (44) ("Instr." "0" mech.) und der elektrische Nullpunkt (45) ("Instr." "0" el.) überprüft und wenn erforderlich, wie unter 3 l) beschrieben, nachgestellt.

(43)

(46)

(43)

In Stellung "Eichen Mittenfrequenz" (43) wird der Schreibernullpunkt, mit dem Drehknopf "0" (46) eingestellt (siehe auch 3 l). Nach diesen Prüfungen wird der Betriebsartenschalter (43) in Stellung "Messen" gebracht. Es muß nun nur noch die Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade um den Betrag der gewählten Mittenfrequenz " Δf_0 " tiefer eingestellt werden, d.h. die "100 Hz", "1 kHz", "10 kHz" oder "100 kHz"-Stufe der Frequenzdekade

3) Bedienungsanleitung (Forts.) f) Genaue Frequenzmessungen u. Registrierungen,

muß um einen Eichpunkt tiefer synchronisiert werden. Es ist dabei zu beachten, daß bei Messungen mit Oberwellen der Frequenzdekade ND 5 bei Verwendung der 10. Oberwelle selbstverständlich nur 1/10 der eingestellten Mittenfrequenz " Δf_0 " nachgestellt werden muß.

- (33) Man kann nun entweder die Frequenzdekade und die Feindekade voll synchronisiert betreiben (Betriebsartenschalter (33) in Stellung "100 Hz sync.") und die Abweichung von der eingestellten Mittenfrequenz vorzeichenrichtig am Meßwerk ablesen oder man stimmt mit der Feinabstimmung "VFO" (35) die Vergleichsfrequenz so ab, daß das Meßwerk auf "0" zeigt. (Betriebsartenschalter (33) in Stellung "100 Hz syn.+ VFO").

Grundsätzlich sind alle nicht benutzten Skalen auf "0" zu Stellen.

- (33) Selbstverständlich kann, wenn die Einstellung in Schritten von 1 kHz genügt, die Feindekade außer Betrieb genommen werden. Der Betriebsartenschalter (33) wird dazu in Stellung "Messen ohne Feindekade" gebracht. Der Hauptschalter (6) kann auf "Feindekade ab" geschaltet werden.

Meßergebnis:
Frequenzbereich:

$$\begin{aligned}
 (10) \text{ 30 kHz bis 30 MHz: } f_x &= f_m + f_{\text{NFR2}} + \Delta f_0 \text{ für } f_x > f_m. \\
 \text{30 bis 300 (500) MHz: } f_x &= 10 f_m + f_{\text{NFR2}} + \Delta f_0 \text{ für } f_x > f_m.
 \end{aligned}$$

- f_x = zu messende Frequenz,
- f_m = Vergleichsfrequenz aus Frequenzdekade
- f_{NFR2} = Anzeige am NFR 2 (+ oder - beachten)
- Δf_0 = eingestellte Mittenfrequenz

Hierbei ist zu beachten, daß die Vergleichsfrequenz tatsächlich unter der Schwebungsfrequenz liegt. Ist dies aus bestimmten Gründen nicht der Fall, so kehren sich die Vorzeichen für f_{NFR2} u. Δf_0 . Die Kontrolle, welche Harmonische der Vergleichsfrequenz zur Messung verwendet wurde, ist einfach durch definierte Verstimmung der Vergleichsfrequenz an der Frequenzdekade und Beobachtung der Änderung der Differenzfrequenzanzeige möglich.

Die Ordnungszahl der verwendeten Harmonischen n ist:

$$n = \frac{\text{Änderung der Differenzfrequenzanzeige (kHz)}}{\text{Durchgeführte Verstimmung (kHz)}}$$

3) Bedienungsanleitung (Forts.) f) Genaue Frequenzmessungen u. Registrierungen

Die Verstimmung wird entsprechend dem eingestellten Meßbereich gewählt.

z.B. Meßbereich: ± 20 kHz

Verstimmung an der "x 1 kHz"-Stufe: - 1 kHz

Änderung der Differenzfrequenzanzeige: + 10 kHz

n = 10

(43)

Zur Registrierung wird der Betriebsartenschalter (43), ausgehend von der Stellung "Messen" entgegen dem Uhrzeigersinn bis auf "Registrierung" durchgeschaltet. Es kann dabei der elektrische und der mechanische Nullpunkt und der Nullpunkt-abgleich überprüft werden. In den Stellungen "Mark." wird der Schreiber nach rechts und links ausgelenkt, um den Beginn der Registrierung am Papier zu markieren.

(43)

Zum Schluß der Registrierung wird der Schalter (43) im selben Drehsinn weitergeschaltet. Dabei wird wieder der Schreiber zur Markierung nach links und rechts ausgelenkt, der Nullpunkt-abgleich und der mechanische Nullpunkt kontrolliert.

(41)

Entgegen dem vorher unter 3 e) angegebenen Verfahren des Aufsuchens der unbekanntem Frequenz durch Schwebungsnull-abgleich mit einem Kopfhörer kann natürlich auch der NFR 2 als Nullindikator verwendet werden. Er wird dann zunächst auf einen großen Meßbereich (41) geschaltet. Mit steigender Annäherung der quarzsynchron eingestellten Frequenz wird der Meßbereich des Frequenzdifferenzschreibers dann laufend verkleinert bis die gewünschte Frequenzauflösung erreicht ist. Es ist dabei darauf zu achten, daß der Schalter (42) " Δf_{\max} -Filter" entsprechend der jeweils eingestellten Mittenfrequenz " Δf_0 " eingestellt wird. Weiter muß

(42)

darauf geachtet werden, daß beim Wechsel des Meßbereichs jeweils nach 3 Schaltstellungen auch die Mittenfrequenz " Δf_0 " umgeschaltet wird. Es muß der Differenzbetrag zwischen der vorher und der nachher eingestellten Mittenfrequenz durch eine entsprechend höhere Einstellung der Frequenzdekade ND 5 bzw. der Feindekade korrigiert werden.

Bemerkung:

Alle Skalen besitzen nach der Stellung "0" noch eine Stellung "-1", auf welche die Stufen synchronisiert bzw. abgestimmt werden können. Beim Übergang von z.B. 10 kHz auf 9,99 kHz ist es also nicht erforderlich, alle Skalen zurückzustellen.

3) Bedienungsanleitung (Fortsetzung)

g) Automatische Synchronisation ("Autom.Sync.")

Bei kurzzeitigen Störungen der Steuernormalfrequenz (Phasensprünge) oder bei vorübergehendem Netzspannungsausfall können die Stufen der Frequenzdekade aus der Synchronisation fallen. Zum Wiedereinfangen ohne automatische Synchronisation ist eine geringfügige Verstimmung um den eingestellten Eichpunkt erforderlich. Um nun bei Dauermessungen (Registrierungen) ohne Überwachung der Meßanlage einen dauernden Ausfall nach einer kurzzeitigen Störung zu vermeiden, kann die Frequenzdekade ND 5 mit automatischer Synchronisation betrieben werden. Die Feindekade wird bei diesen Messungen zweckmäßigerweise nicht benutzt. Der Schalter (27) schaltet in Stellung "0" ("Ein") die automatische Synchronisation ein. Etwa 1 bis 2 Minuten nach dem Einschalten wird ein Wiedereinfangvorgang eingeleitet, der sich dann alle 10 bis 20 Sekunden wiederholt. Zum Wiedereinfangen der Synchronisation werden die Dekadenoszillatoren ("1 MHz"-, "100 kHz"-, "10 kHz"-, "1 kHz"-Stufen) langsam über einen kleinen Bereich elektronisch durchgestimmt und damit der Synchronisationspunkt überstrichen, auf den sofort wieder gefangen wird. Zur Prüfung der Funktion wird der Schalter (26) über die Stellungen "1 kHz" bis "1 MHz" durchgeschaltet und wieder auf "sync" zurückgestellt. Es werden dabei die Oszillatoren aus der Synchronisation geworfen und müssen durch die automatische Synchronisation wieder eingefangen werden. Eventuell Einstellung der Skalen so korrigieren, daß Instrumente auf "rotem" Bereich näher bei Skalenmitte zeigen. Bei der Wiederholung als Wiedereinfangvorgang nach erfolgter Synchronisation wird lediglich noch die Phase der synchronisierten Oszillatoren kurzzeitig um ca. 90° verschoben. Diese Phasenänderung, die als langsames Auswandern der Instrumente zu beobachten ist und sich also bei automatischer Synchronisation alle 10 bis 20 Sekunden wiederholt, stört bei den meisten Messungen nicht. Wenn allerdings mit größter Genauigkeit gearbeitet werden soll, so muß auf diese Zusatzeinrichtung verzichtet werden. Es ist für solche Fälle dann empfehlenswert, um höchstmögliche Betriebssicherheit zu gewährleisten, ausnahmsweise die Synchronisation der Dekadenoszillatoren nicht auf den "roten" Bereich der Instrumente einzustellen, sondern auf den Nullpunkt in der Mitte. Eine Gewähr für sicheres Weiterarbeiten nach Netzausfall usw. ist dann allerdings nicht gegeben.

h) Erhöhung der Meßgenauigkeit durch Verzehnfachung der zu messenden Frequenz (unter 3 MHz)

Umgekehrt wie bei dem unter 3 e) beschriebenen Verfahren zur Messung im Frequenzbereich von 30 bis 300 (500) MHz,

3) Bedienungsanleitung (Forts.) h) Erhöhung der Meßgenauigkeit.....,

bei dem Oberwellen der Vergleichsfrequenz zur Messung verwendet werden, kann man im Frequenzbereich unter 3 MHz die zu messende Frequenz im Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 verzehnfachen und erst dann mit der Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade überlagern. Es verkleinern sich damit die Meßbereiche um eine Zehnerpotenz. Bezogen auf die zu messende Frequenz wird im empfindlichsten Meßbereich "± 10 Hz", dann Schreibervollausschlag bei einer Frequenzabweichung von ± 1 Hz erzielt. Im gleichen Maße steigert sich die Einstellgenauigkeit der Feinabstimmung "VFO" von ± 0,5 Hz auf ± 0,05 Hz.

(19)
(17) (36)

Zu dieser Messung wird die zu messende Frequenz der Buchse (19) "f₁" und die Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade dem Eingang (17) "f₂" zugeführt. Der Schalter (36) wird in Stellung "f₂ - 10 f₁" gebracht.

(41) (42) (43)
(37)
(40)

Meßbereich (41) Filter (42) und Betriebsart (43) sind entsprechend einzustellen. Die Amplitude der Differenzfrequenz wird mit Drehknopf (37) wieder so eingestellt, daß der "Magische Fächer" (40) gerade schließt.

Das Meßergebnis wird wieder an den benutzten Skalen der Frequenzdekade und am Schreibermeßwerk abgelesen.

Meßergebnis:

Frequenzbereich:

(10) 30 kHz bis 3 MHz $f_x = 1/10 (f_m + f_{NFR2} + \Delta f_o)$ für $f_x > 1/10 f_m$.

f_x = zu messende Frequenz,

f_m = Vergleichsfrequenz aus Frequenzdekade

f_{NFR2} = Anzeige am NFR 2 (+ oder - beachten)

Δf_o = eingestellte Mittenfrequenz.

Um Fehlmessungen zu vermeiden (Irrtum in der Ordnungszahl der verwendeten Harmonischen) ist es zweckmäßig, die unbekannt Frequenz zunächst wie im Abschnitt 3 e) beschrieben, mit geringer Genauigkeit zu messen. Es kann dann die Frequenzdekade vor der sehr genauen Messung mit Frequenzverzehnfachung schon auf den ungefähren Wert voreingestellt werden (Meßgenauigkeit von etwa 5% genügt). Es ist dabei besonders darauf zu achten, daß die Vergleichsfrequenz niedriger eingestellt wird, als die 10. Harmonische der Meßfrequenz ist. (Prüfung durch Feinverstimung der Frequenzdekade: Erhöhung der

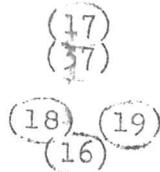
3) Bedienungsanleitung (Forts.) h) Erhöhung der Meßgenauigkeit...

Vergleichsfrequenz muß niedrigere (nach -) Anzeige am NFR 2 ergeben).

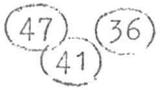
Die Bedienung des Schreibers zur Registrierung erfolgt wie im Abschnitt 3f) beschrieben.

i) Messen und Registrieren einer extern gebildeten Differenzfrequenz.

Für bestimmte Aufgaben kann es erforderlich sein, zur Überlagerung der unbekannt Frequenz mit der Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade ND 5 eine externe Mischeinheit zu verwenden. Gedacht sei dabei an die Messung sehr schwacher Signale mit einem Empfänger (Fernmessung) oder an Messungen im Frequenzbereich von 300 bis 1200 MHz mit einem Oberwellenverstärker NB 7. Zusammen mit einem Empfänger können auch ohne Oberwellenverstärker Messungen über 300 MHz durchgeführt werden, wenn die im Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 gebildeten Oberwellen zur Messung ausgenutzt werden. Die Oberwellen werden zur Messung der Ausgangsbuchse "f2" (17) entnommen, die Amplitude kann mit dem Drehknopf (37) eingestellt werden. Die Ausgangsspannungen der Frequenzdekade ND 5, die über Kabel (18) der Buchse "f1" (19) zugeführt wird, wird mit dem Drehknopf (16) auf Maximalwert eingestellt. Dem Eingang des Empfängers wird gleichzeitig die zu messende Frequenz und die Vergleichsfrequenz aus dem NFR 2 zugeführt.



Die extern gebildete Differenzfrequenz wird am NFR 2 der Buchse "f3" (47) zugeführt. Der Schalter "af" (36) wird in Stellung "f3" geschaltet. Der Meßbereich (41) wird entsprechend der gegebenen Differenzfrequenz und der gewünschten Auflösung eingestellt (NF-Bandbreite des Empfängers beachten!). Die Messung und die Bedienung des Registrierenden Frequenzmeßplatzes wird, wie unter Abschnitt 3f) beschrieben, durchgeführt. Es können folgende Meßbereiche gewählt werden:



- 100 kHz ± 40, ± 20 oder ± 10 kHz,
- 10 kHz ± 4, ± 2 oder ± 1 kHz,
- 1 kHz ± 400, ± 200 oder ± 100 Hz
- 100 Hz ± 40, ± 20 oder ± 10 Hz.

In diesen Bereichen können auch direkt Niederfrequenzen gemessen und registriert werden.

k) "0"-Test, Kontrolle der Skaleneichung der Frequenzdekaden

Der "0"-Test dient zur Überprüfung der Nullpunkte aller Skalen der Frequenzdekade ND 5 und der Feindekade NDFQ. Er soll mit der ersten Inbetriebnahme und von Zeit zu Zeit, vor allem nach

3) Bedienungsanleitung (Forts.), k) "0"-Test, Kontrolle der Skaleneichung....

aufgetretenen Störungen, durchgeführt werden. Vor einer Nachstellung sollen die Geräte voll eingelaufen sein.

(6)
(26)
(33)

Zur Überprüfung wird der Registrierende Frequenzmeßplatz voll in Betrieb genommen. Der Hauptschalter (6) steht dazu in Stellung "Ein". Der Schalter (26) "frei verstimmbar" an der Frequenzdekade ND 5 wird in Stellung "0"-Test gebracht.

Der Betriebsartenschalter (33) an der Feindekade wird auf "100 Hz sync. + VFO" gestellt.

(16)
(48)

Alle Skalen der Frequenzdekade und die "x 100 Hz-Skala" der Feindekade werden auf "0" synchronisiert. Der "x 10 MHz"-Schalter muß auf "0" stehen. Der Ausgangsspannungsschwächer (16) wird auf Anschlag rechts gestellt, um dem magischen Fächer (48) die volle Ausgangsspannung zur Anzeige zuzuführen.

(35)
(48)

Man stimmt nun die Feinstufe "VFO" (35) auf etwa 5 bis 10 Hz ab und beobachtet den "Magischen Fächer" (48) an der Frequenzdekade ND 5. Die Leuchtwinkel müssen abhängig von der eingestellten Frequenz flackern. Ist dies der Fall, so sind alle Stufen tatsächlich auf "0" synchronisiert; im andern Fall ist eine Skalenkorrektur erforderlich.

Skalenkorrektur

(35)(33)

Skala (35) auf "0" stellen. Betriebsartenschalter (33) in Stellung "100 Hz frei verst."

(34)
(34)
(52)

"x 100 Hz"-Skala (34) von "0" bis "10" durchdrehen. Bei allen Eichpunkten der Skala muß das Profilinstrument über der Skala (34) Schwebungen anzeigen. Es wird auf "0" so abgestimmt, daß sich eine sehr langsame Schwebung einstellt. Fällt der Schwebungspunkt nicht mit Eichstrich "0" an der Skala zusammen, so wird die Skala auf "0" gestellt und Schwebungsnul mit dem Korrekturglied (52) dieser Stufe mit einem Schraubenzieher eingestellt. Die weiteren Eichpunkte können, wie oben beschrieben, nochmals überprüft werden.

(33)
(26)
(48)

Jetzt "x 100 Hz"-Stufe der Feindekade in Betriebsart (33) "100 Hz sync." auf "0" synchronisieren. Der Schalter (26) "frei verstimmbar" an der Frequenzdekade ND 5 wird auf 1 kHz geschaltet. Für die nachfolgende Prüfung und Nachstellung dient der "Magische Fächer" (48) als Indikator.

(32)
(53)
(26)

"x 1 kHz"-Skala (32) wie vorstehend für "x 100 Hz"-Stufe beschrieben, prüfen, und evtl. mit Korrekturglied (53) nacheichen. Schalter (26) in Stellung 10 kHz weiterschalten und "x 1 kHz"-Stufe auf "0" synchronisieren.

3) Bedienungsanleitung (Forts.) k) "0"-Test, Kontrolle der Skaleneichung...,

(31)(54)
(26) "x 10 kHz"-Skala (31) überprüfen und mit (54) nachstellen. Schalter (26) in Stellung 100 kHz "x 10 kHz"-Skala auf "0" synchronisieren.

(30)(55)
(26) "x 100 kHz"-Skala (30) prüfen und mit (55) nachstellen. Schalter (26) in Stellung 1 MHz "x 100 kHz"-Skala auf "0" synchronisieren.

(29a)(56) "x 1 MHz"-Skala (29a) überprüfen und mit (56) nachstellen. Zweckmäßigerweise wird nun der "0"-Test wiederholt.

Bemerkung: Es ist zu beachten, daß alle synchronisierbaren Stufen im synchronisierten Betrieb im "roten" Bereich der Instrumentenanzeige etwas neben dem Eichstrich auf der Ziffer stehen. Bei Abstimmung im synchronisierten Betrieb auf Skalenmitte muß die synchronisierte Einstellung nicht unbedingt unmittelbar auf den Eichstrich fallen.

(35)
(49) Der Nullpunkt der Feinskala wird wie folgt überprüft. Feinabstimmung "VFO" (35) wird nach der Anzeige des "Magischen Fächers" (49) auf Schwebungsnull abgestimmt (praktisch Stillstand der Leuchtwinkel). Fällt der Schwebungspunkt nicht mit dem Nullpunkt der "x 10 Hz"-Skala exakt zusammen, so wird die Skala auf "0" gestellt und mit dem Drehknopf (50) "Nullst.Feinabst." auf Stillstand der Leuchtwinkel am "Magischen Fächer" (49) abgeglichen.

(15)
(20) Von Zeit zu Zeit, insbesondere nach Wechsel der Oszillatorröhre (V3) der Feinstufe soll auch der Skalenendpunkt (100 Hz) überprüft und nachgestellt werden. Zur Kontrolle mit Lissajous-Figuren ist ein Oszillograph erforderlich, dessen Vertikalverstärker mit dem Ausgang (15) der Frequenzdekade ND 5 (50 mV) zu verbinden ist. Dem Horizontal-Verstärker wird 100 Hz-Normalfrequenz (1 V) aus der Buchse (20) aus der Feindekade NDFQ zugeführt. Die freilaufende Feinabstimmung "VFO" wird auf 10 x 10 Hz abgestimmt. Es muß sich jetzt am Oszillographen eine praktisch stehende Lissajous-Figur ergeben (maximal 1 Durchlauf in 10 Sekunden, das ist ein Fehler von 0,1 Hz). Zur Nacheichung wird die "x 10 Hz"-Skala auf 100 Hz gestellt und mit dem Schraubenzieher das Korrekturglied (51) nachgestellt, bis Lissajous-Figur steht.

(50)
(51) Die "Nullst.Feinabst." (50) stellt eine L-Korrektur dar, während das Korrekturglied (51) kapazitiv ist. Es müssen daher beide Nachstellungen am Nullpunkt und bei 100 Hz, wie beschrieben, mehrfach nacheinander vorgenommen werden.

3) Bedienungsanleitung (Forts.) k)"0"-Test, Kontrolle der Skaleneichung...

Sind die Endpunkte einwandfrei eingestellt, so lassen sich auch bestimmte Zwischenwerte von

0, 20, 25, 33 1/3, 40, 50, 60, 66 2/3, 75, 80, 100 und 120 Hz

(34) in der gleichen Anordnung mit dem Oszillographen mit Lissajous-Figuren nachprüfen. Die Skalen der Frequenzdekade bleiben auf "0" synchronisiert. Die "x 100 Hz"-Skala (34) der Feindekade ist zweckmäßig auf "1" (100 Hz) zu synchronisieren. Bei den oben angegebenen Einstellungen der Feinstufe "VFO" ergeben sich stehende Bilder.

1) Nacheichen des Schreibers

(43) Zunächst muß der mechanische Nullpunkt des Meßwerks kontrolliert werden. Der Betriebsartenschalter (43) wird dazu in Stellung "Instr." "0" "Mech." gebracht. Beide Meßwerke müssen jetzt auf "0" zeigen. Eine Korrektur ist mit den Nachstellschrauben (44) möglich.

(43) Anschließend wird der Betriebsartenschalter (43) in Stellung "Instr." "0" "El." gebracht. Auch jetzt muß das Hauptmeßwerk wieder in der Mitte auf "0" zeigen. Eine Korrektur kann mit der Abgleichschraube (45) durchgeführt werden.

(43) Nach dieser Einstellung wird die Eichung der Mittenfrequenz vorgenommen. Der Betriebsartenschalter (43) wird im Uhrzeigersinn 2 Stellungen weiter "Eichen Mittenfrequenz" gestellt. Mit dem Drehknopf (46) wird jetzt wieder "0" am Instrument eingestellt.

(41) Zu dieser Eichung der Mittenfrequenz werden intern aus der Frequenzdekade ND 5 und der Feindekade NDFQ über die Gestellverkabelung Eichfrequenzen von 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz je nach der Einstellung des Meßbereichschalters (41) auf das Gerät geschaltet. Es muß dazu selbstverständlich die Frequenzdekade und die Feindekade im Betrieb sein.

(41) Unabhängig von der Einstellung des Meßbereichschalters (41) wirkt die Eichung der Mittenfrequenz (46) für alle Meßbereiche, so daß normalerweise die nachfolgend beschriebene Nacheichung der einzelnen Mittenfrequenzen nur dann bedient werden muß, wenn nach längerer Betriebszeit Nullpunktabweichungen zwischen den einzelnen Meßbereichen (beim Umschalten der Mittenfrequenz) auftreten.

(43) Der Betriebsartenschalter (43) bleibt dazu in Stellung "Eichen Mittenfrequenz". Der Meßbereichschalter (41) wird zunächst auf (41)

3) Bedienungsanleitung (Forts.) 1) Nacheichen des Schreibers,

"± 10 Hz" geschaltet

- (57) Nach Lösen der Rändelschraube kann der Deckel (57) abgenommen werden. Unter dieser Abdeckung werden die mit einem Schraubenzieherschlitz versehenen Nacheich-Potentiometer zugänglich.
- (46) Der Einstellknopf "Eichen Mittenfrequenz" (46) wird auf "0" gestellt und in der vorher angegebenen Einstellung des Meßbereichschalters (41) das Meßwerk mit dem mit "100 Hz" bezeichneten Potentiometer auf "0" gestellt.
- (46)
(41) Die Einstellung des Nullpunkts (46) darf jetzt nicht mehr verändert werden. Der Meßbereichschalter (41) wird auf "± 100 Hz" (1 kHz Mittenfrequenz) weitergeschaltet. Der Nullpunktgleich wird mit dem mit "1 kHz" beschrifteten Potentiometer durchgeführt.
- (41) Der Meßbereichschalter (41) wird weiter auf "± 1 kHz" (Mittenfrequenz 10 kHz) geschaltet. Der Abgleich des Nullpunkts erfolgt mit dem mit "10 kHz" bezeichneten Potentiometer.
- (41) Zur Nacheichung der letzten Mittenfrequenz wird der Meßbereichschalter (41) auf "± 10 kHz" (100 kHz Mittenfrequenz) geschaltet. Der Abgleich des Nullpunkts erfolgt mit dem "100 kHz" bezeichneten Potentiometer.
- Ebenfalls in längeren Zeitabständen und nach aufgetretenen Störungen kann es erforderlich sein, den Schreibervollausschlag nachzustellen. Bei welcher Mittenfrequenz diese Nachstellung erfolgt, ist prinzipiell gleichgültig. Zweckmäßig wird aber eine Mittenfrequenz gewählt, bei der die Frequenzwerte für Vollausschlag quarzsynchron an der Frequenzdekade eingestellt werden können, also z.B. Mittenfrequenz $f_0 = 100 \text{ kHz}$.
- (41)
(43)
(15)
(18)(19) Der Meßbereichschalter (41) wird auf "± 10 kHz" geschaltet. Der Betriebsartenschalter (43) wird auf "Messen" gestellt. Der Ausgang der Frequenzdekade (15) ist über das Koaxialkabel (18) mit dem Eingang "f₁" (19) des Frequenzdifferenzschreibers verbunden.
- (36) Der Schalter "Δf" (36) wird in Stellung "f₂ - f₁" gebracht. Der Schalter "Δf_{max.}-Filter" ist zweckmäßig auf "200 kHz" einzustellen.
- (17) Dem Eingang "f₂" (17) darf keine Eingangsspannung zugeführt werden.
- (33)
(34) Die Feindekade NDFQ wird zu dieser Messung in Betriebsart (33) "Messen ohne Feindekade" abgeschaltet. Die Skala (34) ist auf "0" zu stellen.
- (26)
(27) An der Frequenzdekade wird der Schalter (26) auf "sync" gestellt. Die automatische Synchronisation (27) ist abzuschalten.

3) Bedienungsanleitung (Forts.) 1) Nacheichen des Schreibers,

(28)

Der "x 10 MHz"-Schalter (28) ist auf "0" zu stellen. Ebenso die Skala "x 1 MHz", "x 10 kHz" und "x 1 kHz" auf "0" zu synchronisieren. Die "x 100 kHz"-Skala wird auf "1" synchronisiert. Es kann jetzt nochmals die Eichung der Mittenfrequenz kontrolliert werden. Das Meßwerk muß auf "0" zeigen.

Synchronisiert man nun auch die "10 kHz"-Skala auf "1" (110 kHz), so muß das Schreibermeßwerk "+ 1", das ist + 10 kHz, anzeigen. Wird die "x 10 kHz"-Skala auf "-1" synchronisiert, so muß der Schreiber "-1" Vollausschlag zeigen. Ist diese \pm Anzeige nicht genau, so wird Vollausschlag mit dem mit " $\pm 10\%$ " bezeichneten Potentiometer eingestellt. Eine nochmalige Kontrolle des Vollausschlags in der anderen Richtung ist zweckmäßig. Treten dabei geringfügige Fehler auf, so können sie durch entsprechende Einstellung des Potentiometers " $\pm 10\%$ " auf beide Ausschlagsbereiche (\pm) gleichmäßig verteilt werden. Ist der so entstehende Fehler zu groß, ($\pm 2,5\%$ VE) so muß die Röhre V12 (E88CC) ersetzt werden.

(57)

(41)

Sinngemäß in der gleichen Weise wie gerade für den $\pm 10\%$ Meßbereich, wird der ± 20 und $\pm 40\%$ Meßbereich nachgestellt. Im gewählten Beispiel sind dazu an der Frequenzdekade 120 bzw. 80 kHz und 140 bzw. 60 kHz einzustellen. Die Nachstellpotentiometer unter dem Deckel (57) sind entsprechend mit " $\pm 20\%$ " und " $\pm 40\%$ " gekennzeichnet. Die entsprechenden "Schaltstellungen" am Meßbereichschalter (41) sind im gewählten Beispiel mit 100 kHz-Mittenfrequenz " ± 20 kHz" und " ± 40 kHz".

III) Kontrolle der Quarzfrequenz (100 kHz-Quarzgenerator)

Zur Kontrolle und Nachstellung des 100 kHz-Quarzgenerators wird eine von dem in der Feindekade mit Quarzgenerator NDFQ eingebauten Quarzoszillator abgeleitete Frequenz (Festfrequenzausgänge oder vollsynchronisiert eingestellte Ausgangsfrequenz) mit einer anderen Normalfrequenzquelle verglichen. Steht eine genügend genaue Normalfrequenzquelle zur Verfügung (1×10^{-8}), so kann die Nachstellung und Kontrolle einfach durch Frequenzvergleich mit Lissajous-Figuren am Schirm eines Katodenstrahloszillographen erfolgen. Normalerweise wird man jedoch auf den Vergleich mit einem Normalfrequenz ausstrahlenden Sender zurückgreifen müssen. Zu dieser Messung ist ein geeigneter Empfänger erforderlich. Wir empfehlen folgendes Verfahren:

Frequenzdekade 1 kHz tiefer als den Sollwert des Normalfrequenzsenders einstellen. Frequenzdekadenspannung mit geeigneter Amplitude gemeinsam mit der Antennenspannung in den Empfängereingang einkoppeln (Sendermodulation soll möglichst zugeedrückt werden).

3) Bedienungsanleitung (Forts.) m) Kontrolle der Quarzfrequenz...,

(21) Die entstehende 1 kHz-Schwebungsfrequenz vom NF-Ausgang des Empfängers wird auf die Vertikalablenkung eines Oszillographen geschaltet, während auf die Horizontalablenkung die Spannung des festen "1 kHz"-Ausgangs (21) der Frequenzdekade gegeben wird. Die entstehende Lissajous-Figur wird durch Einjustieren des Quarzgenerators mit der Nachstimmung (58) zum Stehen gebracht. Bei gestörten Sendern empfiehlt es sich, zwischen NF-Ausgang des Empfängers und Oszillograph ein Filter für 1 kHz einzuschalten.

n) Schreiberbedienung

Eine ausführliche Bedienungsanleitung für den Schreiber befindet sich in der beiliegenden "Gebrauchsanleitung für Linienschreiber" der Firma Metrawatt. Die wichtigsten Bedienungsvorgänge sollten hier kurz wiederholt werden. Die für den Linienschreiber angegebenen Buchstabenpositionen decken sich mit der Gebrauchsanleitung der Firma Metrawatt.

Arretierung

(G) Der Schreiber besitzt eine Arretierung, die zum Transport des Registrierenden Frequenzmeßplatzes FAPR das Meßwerk vor Beschädigungen schützen soll. Zum Transport ist der Hebel (G) auf der linken Innenseite der Türe nach oben geklappt, so daß bei geschlossener Türe der Arretierungshebel neben der Meßwerkskala nicht gedrückt wird. Zum normalen Betrieb ist (G)(H) der Hebel (G) nach unten geklappt und mit den Schrauben (H) festgezogen. Beim Schließen der Türe wird dann automatisch die Arretierung aufgehoben. Sollte ausnahmsweise bei geöffneter Türe gemessen werden, so wird der Arretierungsknopf gedrückt und durch leichte Linksdrehung festgelegt.

Auswechseln des Registrierpapiers

(O) (K) Beim Auswechseln des Registrierpapiers können die Schreibfedern eingehängt bleiben. Man klappt die 2 Papierführungsleisten (O) zur Seite und drückt die beiden Halter (K) nach unten, worauf der Schreibtisch so weit nach oben geklappt wird, bis er bei leichtem Druck nach hinten oben in der horizontalen Lage einrastet. Die Vorratsrolle kann nun nach links gedrückt und nach vorne aus ihren Lagern herausgenommen werden. Die neue Papierrolle wird so aufgeschoben, daß die Rundlochperforation auf der Seite der Metallscheibe zu liegen kommt. Es ist darauf zu achten, daß die Papierrolle beim Einsetzen nicht verschoben wird, da sonst Störungen im Papierablauf zu befürchten sind.

Die Vorratsrolle wird nun wieder mit dem Lagerzapfen in die Lagerführung eingesetzt und durch Druck nach hinten in die

3) Bedienungsanleitung (Forts.) n) Schreiberbedienung,

Lager eingerastet. Der Papierstreifen wird schräg angeschnitten und hinter der Papierrolle nach oben geschoben, bis der Papieranfang unter der Skala erscheint. Der Papierstreifen wird über den herausgeklappten Schreibtisch gezogen und der Papieranfang an der Aufwickelrolle festgeklemmt.

(K) Nun kann man den Schreibtisch durch leichtes Anheben aus der Sperre lösen und in seine Ausgangslage zurückbringen, wobei die beiden Halter (K) wieder fest einrasten müssen. Die Papierperforation wird in die Mitnehmerstifte der beiden Stifträder eingelegt und die beiden Führungsleisten (O) zugeklappt.

Wichtig für einwandfreien Papierablauf ist, daß das Papierband vollständig gerade und ohne Falten zu werfen von der Vorratsrolle zur Aufwickelrolle verläuft.

Die Aufwickelrolle kann bei aufgeklapptem Schreibtisch mit leichtem Druck nach rechts herausgenommen werden. Man hält die Aufwickelrolle (Zahnrad nach links) mit der linken Hand, dreht mit der rechten Hand die geriffelte rechte Abdeckscheibe bis zum Anschlag entgegen dem Uhrzeigersinn und zieht sie ab (Bajonettverschluß). Man kann nun die beschriebene Papierrolle abziehen. Die Abdeckscheibe schiebt man wieder vollständig bis zum Anschlag auf und läßt sie durch eine Rechtsdrehung in den Bajonettverschluß einrasten. Danach kann die Aufwickelrolle wieder in den Schreiber eingesetzt werden.

(W) Der Schreiber ist mit einer automatischen Rückspulvorrichtung ausgerüstet, die das zur Betrachtung von der Aufwickelrolle abgewickelte Papier selbständig wieder aufspult. Man schiebt dazu das Papier mit dem Daumen über den Schreibtisch nach oben, bis sich eine genügend große Schleife bildet, unter die man mit der Hand fassen kann, um das Papier weiter herauszuziehen (bis zu 2 m). Es wird dabei eine leicht vorgespannte Feder gegen die durch die Sperrgänge gehaltene Achse gespannt. Die Sperrklinke (W) drückt automatisch durch die Schwerkraft nach unten, so daß die Wiederaufspuleinrichtung in Funktion ist. Läßt man den Papierstreifen langsam nach, so wird das herausgezogene Papier wieder auf die Vorratsrolle aufgewickelt. (Durch Druck nach oben kann die Sperrklinke (W) die Federspannung auslösen, so daß ein automatisches Zurückziehen des Streifens nicht mehr möglich ist).

Während der Registrierung bei offener Schreibtüre bewegt sich die Sperrklinke je nach Papiervorschub mehr oder weniger schnell auf und ab, ohne den Papierablauf zu beeinflussen. Beim Schließen der Türe bringt ein an dieser montiertes Kurvenstück die Sperrklinke aus dem Eingriff.

3) Bedienungsanleitung (Forts.) n) Schreiberbedienung,

Füllung der Federn

Zur Füllung der Kegelfedern soll ausschließlich Spezial-Registriertinte verwendet werden, die auch mit dem Schreiber zur Auslieferung kommt. Die Tinte wird direkt durch leichten Druck auf den Gummiboden der Tintenpatrone in die Feder gefüllt. Die Tinte muß vollständig bis zur Spitze der Feder vordringen. Um dies zu erreichen, setzt man an der Schreibspitze der Feder die mitgelieferte Pipette an und saugt etwas Tinte durch das Tintenröhrchen.

Zur Reinigung verschmutzter Federn kann Wasser in die Feder gefüllt und mit der Pipette angesaugt werden. Außerdem werden Reinigungsdrähtchen mitgeliefert, mit denen etwaige Verschmutzungen im Tintenröhrchen entfernt werden können. Man setzt dazu die Feder auf die ebenfalls im Zubehöretui enthaltene Schablone und kann dann sehr leicht den Reinigungsdraht in das Tintenröhrchen einführen.

Zur Einstellung des Registrierpapiers auf die Zeitlinie wird der Arretierungsknopf gedrückt, durch leichte Linksdrehung festgelegt und das Papier mit der rechts am Schritzflieden Rändelscheibe auf die gewünschte Linie transportiert, gegebenenfalls kann es dann mit der links neben der Vorratsrolle befindlichen Rändelscheibe nachgespannt werden.

Fernsteuerung

(43) des Papierablaufs ist unabhängig von der Einstellung des Betriebsartenschalters (43) möglich. An der rückwärtigen Vielfachsteckerleiste St 320 an den Kontakten 8a und 8b liegt die Steuerleitung für den Papierablauf; durch Kurzschluß dieser Kontakte wird der Papiervorschub in Bewegung gesetzt. Sind die beiden Kontakte leitend verbunden, so kann der Papiertransport mit dem Betriebsartenschalter (43) nicht mehr unterbrochen werden.

(43) Zur Registrierung mit Fernsteuerung wird der Betriebsartenschalter (43) in Stellung "Messen" gestellt und der Papierablauf über die Vielfachsteckerleiste gesteuert.

Zusatzmeßwerk

(60) Das Zusatzmeßwerk kann entweder über die Buchsen (60) an der Frontplatte des NPR 2 oder über die rückwärtige Vielfachsteckerleiste St 320 über Kontakt 3a und 4a angeschlossen werden. Für Vollausschlag ist ein Strom von 1 mA erforderlich, der Innenwiderstand des Drehspulmeßwerks beträgt ca. 1150 Ohm. Die Buchse (59) an der Frontplatte und die Kontakte 5a und 6a sind bei der im Registrierenden Frequenzmeßplatz FAPR eingebauten Ausführung des Differenzfrequenz-

3) Bedienungsanleitung (Forts.) n) Schreiberbedienung,

schreibers (NFR 2/T2) frei. Sie dienen bei anderen Ausführungen des Gerätes (mit Dreifachschreiber) zum Anschluß des 2. Zusatzmeßwerks.

4. Allgemeines und Anwendung

Der Registrierende Frequenzmeßplatz FAPR ist eine universelle Meßanlage für Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungslaboratorien auf allen einschlägigen Fachgebieten. Er vereinigt in sich eine kontinuierlich einstellbare Normalfrequenzquelle, einen Überlagerungsfrequenzmesser und eine Einrichtung zur Registrierung von Frequenzabweichungen. Die große Genauigkeit, die hohe Auflösung und der große Frequenzbereich erschließen zahlreiche Anwendungsgebiete, von denen nur einige genannt werden sollten:

Messen, Einstellen und Registrieren von Oszillatoren hoher Genauigkeit, insbesondere von Quarzoszillatoren, Typen- und Serienprüfung von Quarzen, Messen und Registrieren von Temperatur- und anderen Umwelteinflüssen an Bauelementen, Isolierstoffen usw., aktive und passive Frequenzmessungen jeder Art, Frequenzüberwachung und Steuerung von Sende- und Empfangsanlagen, Messungen und Registrierungen bei Hyperfeinstrukturuntersuchungen (HF-Spektroskopie, Atom- und Molekularresonanzen).

Durch die besonderen Eigenschaften des in der Anlage enthaltenen Frequenzdifferenzschreibers NFR 2, dessen Meßwerk außer zur Registrierung bei abgeschaltetem Papiervorschub auch als Anzeigeinstrument benutzt werden kann, sind Messungen mit Oberwellen der Vergleichsfrequenz aus der Frequenzdekade ND 5 genau so möglich, wie Messungen mit erhöhter Genauigkeit durch Verzehnfachung der zu messenden Frequenz. Auch die Messung und Registrierung der Mittenfrequenz frequenzmodulierter Signale ist ohne weiteres möglich. Mit geeigneten Empfängern können auch Senderfernmessungen und Registrierungen durchgeführt werden.

5) Kurzbeschreibung

Der Registrierende Frequenzmeßplatz FAPR besteht aus der Frequenzdekade ND 5 mit getrenntem Netzteil, der Feindekade mit 100 kHz-Quarzgenerator NDFQ und dem Frequenzdifferenzschreiber NFR 2. Die Geräte sind in einem allseitig geschlossenen Tischgestell untergebracht, das mit feststehenden arretierbaren Rollen und handlichen Traggriffen versehen ist. Die Gestellverkabelung ist nach Entfernen der leicht abnehmbaren Rückwand zugänglich.

5) Kurzbeschreibung (Fortsetzung)

Die Frequenzdekade ND 5 mit Feindekade NDFQ ist ein Frequenzumsetzer, der aus der zugeführten 100 kHz-Normalfrequenz jede Ausgangsfrequenz im Bereich von 100 Hz bis 31 MHz, die ein Vielfaches von 100 Hz ist, mit der Genauigkeit des in der Feindekade eingebauten 100 kHz-Quarzgenerators abzuleiten erlaubt. Der Bereich zwischen den 100 Hz-Schritten wird mit einem frei verstellbaren Oszillator mit $\pm 0,5$ Hz Einstellgenauigkeit überstrichen. Die Frequenzdekaden arbeiten nach dem Prinzip der Verkettung von phasenstarr synchronisierten Oszillatoren, wobei jede Stufe nur eine Dezimale der Ausgangsfrequenz bestimmt und damit höchste Einstellgenauigkeit ermöglicht. Für die praktische Benutzung gesehen erfolgt die Einstellung der gewünschten Ausgangsfrequenz mit einem Stufenschalter und an 6 Skalen. Jedes dieser Bedienungselemente beeinflusst nur eine Dezimale der Ausgangsfrequenz und ist danach direkt geeicht.

Die eingestellte Ausgangsfrequenz ist als Summe der einzeln eingestellten Dezimalstellen abzulesen (additives Prinzip) analog wie dies auch bei anderen technischen Normalien üblich ist. Die so erzeugte beliebig einstellbare Normalfrequenz kann als solche für die verschiedensten Aufgaben verwendet werden.

Zur Frequenzmessung nach dem Überlagerungsprinzip wird die Vergleichsnormalfrequenz dem Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 zugeführt. Dieses Gerät enthält eine Mischstufe, mit der die zu messende Frequenz mit der Vergleichsfrequenz überlagert werden kann. Die dabei gebildete Differenzfrequenz kann mit dem Frequenzdifferenzschreiber angezeigt werden. Es kann ein Meßbereich von ± 10 Hz bis ± 40 kHz gewählt werden. Die Anzeige erfolgt nach Betrag und Vorzeichen, so daß die Auswertung denkbar einfach ist und Irrtümer ausgeschlossen bleiben. Die ungewöhnlich hohe Auflösung von ± 10 Hz-Vollausschlag kann noch dadurch gesteigert werden, daß im Bereich unter 3 MHz die zu messende Frequenz vor der Überlagerung mit der Vergleichsfrequenz verzehnfacht wird, womit sich bezogen auf die zu messende Frequenz die Meßbereiche um eine Zehnerpotenz erniedrigen, d.h. also, es wird eine Auflösung von ± 1 Hz Skalenvollauschlag erreicht. Das zur Messung der Differenzfrequenz verwendete Verfahren erlaubt auch die Anzeige und Registrierung der Mittenfrequenz frequenzmodulierter Signale.

Die grundsätzliche Wirkungsweise der einzelnen Geräte des Registrierenden Frequenzmeßplatzes FAPR sei anhand des Prinzipschaltbildes im Anhang dieser Bedienungsanleitung erläutert.

5) Kurzbeschreibung (Fortsetzung)

Zur Steuerung des Registrierenden Frequenzmeßplatzes ist in die Feindekade mit Quarzgenerator NDFQ ein 100 kHz-Quarzoszillator eingebaut, dessen Quarz in einen Thermostaten untergebracht ist. Aus dieser 100 kHz-Normalfrequenz werden zunächst mit einem Verdoppler 200 kHz-Normalfrequenz abgeleitet, die an eine Buchse an der Frontplatte geführt sind. Die 100 kHz-Normalfrequenz wird über eine Verstärkerstufe und über die Gestellverkabelung der Frequenzdekade ND 5 zugeführt.

In der Frequenzdekade ND 5 wird die eingespeiste 100 kHz-Quarzfrequenz über einen Begrenzer zur Amplitudenstabilisierung einem Frequenzteiler und einem Frequenzvervielfacher zur Gewinnung von Normalfrequenzen von 100 Hz bis 10 MHz zugeführt. Die so gewonnenen Frequenzen 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz und 1 MHz sind an Buchsen auf den Frontplatten geführt und können dort für verschiedene Aufgaben abgenommen werden. Sie werden weiter im Gerät zur Phasensynchronisation der Oszillatoren der Dekadenstufen verwendet.

Der frei verstimmbare Oszillator "VFO" der Feindekade NDFQ zur Variation der Ausgangsfrequenz zwischen den 100 Hz-Schritten ist im Bereich 5 bis 5,1 kHz durchstimmbare. Die Skala dieser Stufe ist so geeicht, wie die Einstellung tatsächlich in die Ausgangsfrequenz eingeht, also 0 bis 100 Hz. Die Ausgangsfrequenz dieses Oszillators wird über eine Trennstufe der Phasenbrücke der nachfolgenden "x 100 Hz"-Stufe zugeführt. Im Betrieb mit Feinoszillator "VFO" wird die Ausgangsfrequenz mit dem eingebauten "Magischen Fächer" mit 5 kHz-Normalfrequenz verglichen, so daß beim Skalennullpunkt Schwebung beobachtet werden kann (Nacheichung!). Der Oszillator hat eine Einstellgenauigkeit von $\pm 0,5$ Hz.

Der Oszillator der "x 100 Hz"-Stufe ist zwischen 5 und 6 kHz durchstimmbare. Die eingestellte Frequenz wird zur Phasensynchronisation zunächst einem Modulator zugeführt, in dem sie mit 100 Hz Normalfrequenz übermoduliert wird. Es entsteht also neben der eingestellten Frequenz ein Spektrum mit 100 Hz-Frequenzabstand. Aus diesem Spektrum kann eine Linie den nachgeschalteten Bandpaß 5 bis 5,1 kHz durchlaufen. Diese Frequenz von 5 bis 5,1 kHz wird der Phasenbrücke zugeführt und dort mit der Frequenz des Feinoszillators verglichen. Wird durch geringfügige Variation der Frequenz des Oszillators der "x 100 Hz"-Stufe kurzzeitig Frequenzgleichheit eingestellt, so erzeugt die Phasenbrücke eine Regelspannung, die weiterhin über eine Impedanzstufe den Oszillator phasenstarr über einen weiten Ziehbereich auf die Frequenz des Feinoszillators synchronisiert. Es ist ein geschlossener Regelkreis ausgebildet. Die Regelspannung wird vom eingebauten Profilinstrument angezeigt.

5) Kurzbeschreibung (Fortsetzung)

Die Einstellung der vorhergehenden "VFO"-Stufe geht durch diese Schaltung additiv in die Abstimmung der darauffolgenden "x 100 Hz"-Stufe ein, die ihrerseits in Schritten von 100 Hz synchronisiert werden kann. Um die Skalenanzeige der "x 100 Hz"-Stufe im synchronisierten Betrieb unabhängig von der Einstellung der Feinstufe zu erhalten, wird über eine mechanische Korrektur (L-Variation) eine automatische Nachstimmung des Oszillators der "x 100 Hz"-Stufe vorgenommen.

Wahlweise kann der Phasenbrücke der "x 100 Hz"-Stufe anstelle der Frequenz des Feinoszillators eine feste Normalfrequenz von 5 kHz zugeführt werden. In dieser Betriebsart ist die "x 100 Hz"-Stufe in Schritten von 100 Hz quarzsynchron einstellbar. Der Feinoszillator ist unwirksam, doch muß die Stufe auf "0" gestellt werden, um eine Verstimmung der "x 100 Hz"-Skala durch die mechanische Korrektur zu vermeiden.

In einer weiteren Betriebsart wird die Regelspannung der Phasenbrücke von der Impedanzstufe des Oszillators abgeschaltet, so daß dieser "frei verstimmbar" ist. Auch hierbei muß wieder die Feinstufe auf "0" gestellt werden, um den Einfluß der mechanischen Korrektur auszuschalten. In diesem Betriebszustand bleibt die auch weiterhin erzeugte Regelspannung an das Instrument geschaltet, so daß bei der Einstellung "0 x 100 Hz" die Schwebung der Oszillatorfrequenz 5 kHz mit der 5 kHz-Normalfrequenz direkt beobachtet werden kann (Nacheichung!).

Die nachfolgende "x 1 kHz"-Stufe in der Frequenzdekade ND 5 arbeitet prinzipiell wie die "x 100 Hz"-Stufe in der Feindekade. Der Oszillator ist durchstimmbar im Frequenzbereich von 50 bis 60 kHz und wird zur Synchronisation im Regelkreis zunächst mit 1 kHz-Normalfrequenz moduliert und dann nach einem Bandpaß von 55 - 56 kHz mit 50 kHz-Normalfrequenz abgemischt. Das untere Seitenband dieser Abmischung von 5 bis 6 kHz wird einem Bandpaß 5 bis 6 kHz zugeführt, der je nach Abstimmung der vorhergehenden "x 100 Hz"-Stufe nur eine Linie des umgesetzten Seitenbandspektrums der Oszillatorfrequenz durchläßt. Diese ausgesiebte Frequenz wird nun wieder der Phasenbrücke zugeführt, in der der Vergleich mit der Oszillatorfrequenz der "x 100 Hz"-Stufe erfolgt. Die erzeugte Regelspannung wirkt auf die Impedanzstufe des "x 1 kHz"-Oszillators, so daß der Regelkreis geschlossen ist, der die Einstellung der Frequenz in Abständen von 1 kHz quarzsynchron erlaubt. Die Einstellung der vorhergehenden Oszillatoren geht wieder additiv über die Phasenbrücke in die synchronisierte Oszillatorfrequenz ein.

5) Kurzbeschreibung (Fortsetzung)

Zum Betrieb ohne Feindekadenstufen kann wahlweise der Frequenzvergleich in der Phasenbrücke mit 5 kHz-Normalfrequenz erfolgen. Die "x 100 Hz"-Skala muß dazu auf "0" gestellt werden, um die Verstimmung der Skaleneichung und des Bandpasses durch die mechanische Korrektur zu vermeiden. Die Frequenzeinstellung ist dann in Schritten von 1 kHz möglich.

Zum nichtsynchronisierten Betrieb kann die Regelspannung der Phasenbrücke kurzgeschlossen werden. Es ist dann eine kontinuierliche Abstimmung der "x 1 kHz"-Stufe möglich. Die "x 100 Hz"-Skala ist wieder auf "0" zu stellen, um die Skaleneichung zu erhalten.

Die "x 10 kHz", "x 100 kHz" und "x 1 MHz"-Stufe arbeitet im synchronisierten und frei verstimmbaren Betrieb, wie für die "x 1 kHz"-Stufe beschrieben, nur auf entsprechend höheren Frequenzbereichen.

Der Oszillator der "x 1 MHz"-Stufe schwingt im Frequenzbereich 60 bis 70 MHz und kann in diesem Bereich über die vorhergehenden Stufen phasenstarr synchronisiert werden.

Dieser letzten Dekadenstufe schließt sich nun eine über einen Trennverstärker gespeiste Mischstufe an, in der die Oszillatorfrequenz mit Normalfrequenz auf den endgültigen Ausgangsfrequenzbereich umgesetzt wird. Je nach der dem Mischer zugeführten Überlagerungsfrequenz ergibt sich eine Ausgangsfrequenz im Bereich von 0 bis 10 bzw. 10 bis 20 bzw. 20 bis 30 MHz. Diese "x 10 MHz"-Stufe wird über einen Schalter eingestellt, der die Überlagerungsfrequenz umschaltet. Die Amplitude der Oszillatorfrequenz kann kontinuierlich eingestellt werden, so daß damit eine Abschwächung der Ausgangsspannung etwa 1:50 möglich ist.

Oszillatorfrequenz und Überlagerungsfrequenz werden vom Ausgang durch eine Tiefpaßanordnung ferngehalten.

Das Gerät enthält noch eine wahlweise einschaltbare Zusatzeinrichtung, die im Prinzipschaltbild nicht gesondert eingezeichnet ist. Diese Einrichtung dient dazu, im unbewachten Betrieb nach kurzzeitigem Ausfall der Netzspannung oder nach kurzzeitigen Phasensprüngen der 100 kHz-Steuerfrequenz ein automatisches Wiedereinfangen der Synchronisation zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wird in Abständen von ca. 10 bis 20 Sekunden den Regelspannungen der einzelnen Oszillatoren der Frequenzdekade ND 5 ("x 1 kHz", "x 10 kHz", "x 100 kHz", "x 1 MHz"-Stufe) eine Sägezahnspannung niedriger Frequenz überlagert, die die außer Tritt gefallenen Oszillatoren wieder über den Synchronisationspunkt stimmt und dadurch ein Wiedereinfangen der

5) Kurzbeschreibung (Fortsetzung)

Phasensynchronisation erreicht. Synchronisierte Oszillatoren werden durch diese Einrichtung lediglich langsam um ca. 90° in der Phasenlage geändert. Diese langsame Phasenmodulation ist für die meisten Anwendungen ohne Einfluß. Bei sehr genauen Messungen kann es erforderlich sein, diese Einrichtung außer Betrieb zu setzen.

Der Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 enthält nach dem Eingang "f₁" einen mehrstufigen Begrenzerverstärker, der durch Arbeitspunktumschaltung wahlweise als Verstärker oder als Verzerrer arbeiten kann. Weiter enthält das Gerät eine Mischstufe, auf die die zweite Frequenz zur Überlagerung über den Eingang "f₂" mit einem Koaxial-Potentiometer zur Amplitudeneinstellung eingekoppelt wird. Dieser Eingang "f₂" dient auch gleichzeitig zur Entnahme der im Verzerrer-Verstärker gebildeten Oberwellen. An die Mischstufe schließt sich ein Frequenzdifferenzschreiber an, der dann über eine Multivibratorschaltung das Schreibermeßwerk zur Anzeige und Registrierung steuert. Ein Zusatzmeßwerk in der Schreibereinheit erlaubt die gleichzeitige Registrierung der Frequenzschwankung und einer Einflußgröße (Temperatur, Feuchte usw.).

Das am Eingang "f₁" eingespeiste Signal (30 kHz bis 30 MHz) wird in der Eingangsstufe verstärkt bzw. bei großen Eingangsamplituden begrenzt. Diesem zweistufigen Eingangsverstärker schließt sich ein Phasenumkehrverstärker an, der den nachfolgenden Gegentaktverstärker steuert. Die erste Stufe dieses zweistufigen Gegentaktverstärkers wird zur einfachen Verstärkung des Signals mit einer großen Gegenkopplung im Katodenzweig betrieben. Sollen Oberwellen erzeugt werden, so wird die Gegenkopplung abgeschaltet. Die nachfolgende zweite Gegentaktverstärkerstufe arbeitet dann als Anodenbegrenzer und liefert eine Kurvenform der Ausgangsspannung, die durch die Auslegung der Schaltung vorzüglich die 5. Harmonische enthält. Ein nachfolgender Diodenverdoppler liefert in dieser Betriebsart vorzüglich die 10. Harmonische. Selbstverständlich sind auch andere Harmonische im Ausgangssignal enthalten. Wird mit der Grundwelle gearbeitet, so wird die 2. Verstärkerstufe mit einem zusätzlichen Anodenwiderstand in einem Zweig betrieben, so daß durch die unsymmetrische Ansteuerung der Diodenverdoppler nicht wirksam werden kann. (Eintaktbetrieb) und die Oberwellenbildung unterdrückt ist.

Die Grundwelle oder das Oberwellenspektrum kann dem Ausgang "f₂" entnommen werden oder aber es wird am Ausgang "f₂" die zweite Frequenz zur Überlagerung eingespeist. Die in der Mischstufe gebildete Differenzfrequenz wird über einen Tiefpaß (RC bei 200 Hz bis 20 kHz und LC bei 200 kHz) dem zweistufigen Differenzfrequenzverstärker zugeführt. Im Anodenkreis

5) Kurzbeschreibung (Fortsetzung)

der zweiten Stufe wird kapazitiv der Kopfhöreranschluß ausgekoppelt (Δf). Zur Anzeige der Amplitude der Differenzfrequenz dient ein "Magischer Fächer", der über eine ebenfalls im Anodenkreis liegende Gleichrichterschaltung gesteuert wird.

An dem Differenzfrequenzverstärker schließt sich ein Impulsformer mit Halbleiterdiode an, der positive Steuerimpulse an die nachfolgende Multivibratorschaltung liefert. Die Multivibratorschaltung ist monostabil und wird durch die Steuerimpulse in die nichtstabile Lage umgesteuert. Der Rückfall in die Ausgangslage wird nun über ein umschaltbares RC-Glied, das damit die Impulslänge bestimmt, verzögert. Die Impulslänge wird so eingestellt, daß sie genau der Halbwelle einer 100 Hz-, 1 kHz-, 10 kHz- oder 100 kHz-Schwingung entspricht. Es wird also mit dem RC-Glied die Mittenfrequenz " Δf_0 " der verschiedenen Meßbereiche eingestellt. Nach dem Rückfall bleibt die Schaltung so lange in der Ruhelage, bis vom Impulsformer ein neuer Steuerimpuls zur Auslösung des Multivibrators geliefert wird. Je nach dem, ob die Differenzfrequenz größer oder kleiner als die eingestellte Mittenfrequenz ist, wird die Impulspause kürzer oder länger als der Rechteckimpuls des Multivibrators. Mit der so erzeugten Rechteckschwingung wird noch ein weiteres Röhrensystem zur Phasenumkehr gesteuert. Beide Schwingungen werden über einen symmetrischen Diodenbegrenzer einem Integrierglied zugeführt, das den Gittern des nachfolgenden Gleichspannungsgegentaktverstärkers eine Gleichspannung zuführt, die proportional zum Impulslängenunterschied ist. Im Anodenkreis des Gegentaktgleichstromverstärkers liegt das Drehspulmeßwerk des Schreibers, das damit proportional zur Frequenzablage der Differenzfrequenz von der eingestellten Mittenfrequenz nach \pm ausgelenkt wird. Die Meßbereiche ± 10 , ± 20 , ± 40 % der eingestellten Mittenfrequenz werden durch Umschalten der Zeitkonstante des Integrierglieds eingestellt.

Der Linienschreiber besitzt ein Zusatzmeßwerk, das über Buchsen an der Frontplatte oder über die rückwärtige Vielfachsteckerleiste angeschlossen werden kann.

Der Papiertransport erfolgt mit einem Synchronmotor, dessen Ablauf mit dem Betriebsartenschalter gesteuert wird. Die Ablaufgeschwindigkeit kann in 3 Stufen mit einem umschaltbaren Getriebe eingestellt werden. Die Umschaltung zwischen Normalablauf und Schnellablauf (Stunden oder Minuten) erfolgt elektromagnetisch.

Die Frequenzdekade ND 5 wird aus einem getrennten Netzteil mit den erforderlichen Betriebsspannungen versorgt. In der Feindekade mit Quarzgenerator NDFQ und im Frequenzdifferenzschreiber NFR 2 sind die Netzteile organisch eingebaut.

A n h a n g

- a) Anordnungsskizze der Bedienungselemente und Verbindungsleitungen,
- b) Prinzipschaltbild des Registrierenden Frequenzmeßplatzes FAPR,
- c) Stromlauf der Frequenzdekade ND 5,
- d) Stromlauf der Feindekade mit 100 kHz-Quarzgenerator NDFQ
- e) Stromlauf des Frequenzdifferenzschreibers NFR 2
- f) Stromlauf Gestellverkabelung