

2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

2.1. Legende zum Bedienungsbild

(siehe hierzu das Bild 8)

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>1</u>	Bereich Synch. -Frequ.	Frequenzskala des HF-Generators (1,39...510 MHz). Es ist nur die Skala des mit <u>22</u> eingeschalteten Bereichs sichtbar.
<u>2</u>	Abstimmung	Grobtrieb zur Frequenzeinstellung. Mit etwa 4 Umdrehungen kann der an <u>1</u> an- gezeigte Frequenzbereich durchgestimmt werden.
<u>3</u>	Abstimmung	Feintrieb zur Frequenzeinstellung. Der Feintrieb hat gegenüber dem Grobtrieb <u>2</u> eine Übersetzung von 1:50.
<u>4</u>	Anzeige 300/100/30/10 $\%$ kHz	Schalter zum Umschalten des Anzeige- bereichs des Instruments <u>7</u> . Die Zahlen 300/100/30/10 geben jeweils den höchsten Skalenwert (Vollausschlag) des eingestell- ten Bereichs an. Das Instrument <u>7</u> zeigt kHz-Werte an, wenn <u>5</u> auf „Feinverst.“ oder „Freq. -Hub“ steht. Es zeigt $\%$ -Wer- te an, wenn <u>5</u> auf „Mod. -Grad“ steht.

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>5</u>	Anzeige Mod. - Grad Feinverst. Freq. - Hub	<p>Schalter zum Einstellen der Anzeigearten des Instruments <u>7</u>.</p> <p>In Stellung „Mod. - Grad“ zeigt das Instrument <u>7</u> den mit <u>8</u> und <u>9</u> einstellbaren Modulationsgrad in % an. In Stellung „Feinverst.“ zeigt das Instrument <u>7</u> die mit <u>23</u> und <u>24</u> einstellbare absolute Feinverstimmung in kHz an.</p> <p>In Stellung „Freq. - Hub“ zeigt das Instrument <u>7</u> den mit <u>11</u> und <u>12</u> einstellbaren Hub in kHz an.</p>
<u>6</u>		Skalenzeiger der Frequenzskala <u>1</u> .
<u>7</u>		Instrument zur Anzeige des Modulationsgrades, der Feinverstimmung und des Frequenzhubes, je nach Stellung des Schalters <u>5</u> . Die Bereiche des Instruments werden mit <u>4</u> gewählt.
<u>8</u>	AM eigen/ohne/fremd	<p>Schalter zum Einstellen der Betriebsarten der Amplitudenmodulation.</p> <p>In der Stellung „eigen“ ist das Ausgangssignal mit der Frequenz des Modulationsgenerators moduliert, die mit <u>18</u>, <u>19</u>, <u>20</u> eingestellt wird.</p>
		<p>In der Stellung „ohne“ ist das Ausgangssignal nicht moduliert.</p> <p>In der Stellung „fremd“ ist das Ausgangssignal mit der an <u>28</u> eingespeisten NF-Spannung (etwa 1 V an 600 Ω) moduliert.</p> <p>Der Modulationsgrad kann mit <u>9</u> eingestellt und mit <u>7</u> angezeigt werden.</p>

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>9</u>		<p>Potentiometerknopf zum Einstellen des Amplitudenmodulationsgrads in den Stellungen „eigen“ und „fremd“ von <u>8</u>.</p> <p>Die beiden roten Punkte an der Frontplatte bezeichnen den Anfang und das Ende des Drehbereichs;; der rote Punkt auf dem Knopf <u>9</u> gibt die Stellung des Potentiometers an.</p>
<u>10</u>	<p>Nachstimmung</p> <p>▷ HF-Ausgang geregelt Bereich 5-12</p> <p>↳ HF-Ausg. nicht geregelt</p>	<p>Drehknopf zum Nachstimmen der Endstufe auf Spannungsmaximum, das das HF-Instrument <u>13</u> anzeigt.</p>
<u>11</u>	<p>FM</p> <p>eigen/ohne/fremd</p>	<p>Schalter zum Einstellen der Betriebsart für die Frequenzmodulation.</p> <p>In der Stellung „eigen“ ist die Oszillatorfrequenz mit der Frequenz des Modulationsgenerators moduliert, die mit <u>18</u>, <u>19</u>, <u>20</u> eingestellt werden kann.</p> <p>In der Stellung „ohne“ ist die Oszillatorfrequenz nicht moduliert.</p> <p>In der Stellung „fremd“ ist die Oszillatorfrequenz mit der an <u>26</u> eingespeisten NF moduliert (etwa 1 V an 600 Ω).</p> <p>Der Frequenzhub wird mit <u>12</u> eingestellt und kann an <u>7</u> abgelesen werden.</p>
<u>12</u>		<p>Potentiometerknopf zum Einstellen des Frequenzhubes in den Stellungen „eigen“ und „fremd“ von <u>11</u>.</p> <p>Die beiden roten Punkte an der Frontplatte bezeichnen den Anfang und das Ende des Drehbereichs; der rote Punkt auf Knopf <u>12</u> gibt die Stellung des Potentiometers an.</p>

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>13</u>		Instrument zum Anzeigen der HF-Ausgangsspannung. Es wird die EMK angezeigt, die mit <u>15</u> eingestellt und mit <u>17</u> heruntergeteilt werden kann. Die Klemmspannung an <u>16</u> ist hierbei unabhängig vom angelegten Außenwiderstand.
<u>14</u>		Netzschalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes. Im eingeschalteten Zustand ist <u>1</u> , <u>7</u> und <u>13</u> beleuchtet.
<u>15</u>	HF-Ausgang	Kontinuierlicher Ausgangsteiler. Stetige Einstellmöglichkeit der EMK, die von <u>13</u> angezeigt wird. Die Teilung in 10-dB-Stufen erfolgt mit <u>17</u> .
<u>16</u>	HF-Ausgang $R_1 = 50 \Omega$	Ausgang für die Hochfrequenz-Spannung. Der Innenwiderstand beträgt etwa 50Ω . Die Ausgangsspannung wird mit <u>15</u> und <u>17</u> eingestellt.
<u>17</u>	-20/-10/0/+10/+20/+30/ +40/+50/+60/+70/+80/ +90/+100/+110/+120 dB μ V 0,3/1/3/10/30/100/300 μ V/ 1/3/10/30/100/300 mV 1/3 Volt	Stufenteiler zum Einstellen der Ausgangsspannung in 10-dB-Stufen. Die mit dem kontinuierlichen Teiler <u>15</u> an <u>13</u> eingestellte HF-Spannung kann mit <u>17</u> in 10-dB-Stufen weiter unterteilt werden.
		Die Spannungswerte an <u>17</u> beziehen sich auf den Vollausschlag der V-Skalen, die dB-Werte auf den Nullpunkt der dB-Skala des Instruments <u>13</u> .

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>18</u>	Mod. -Generator Bereiche 0,01...0,1...1... 10...100 kHz	Bereichschalter zur Wahl der Frequenz- bereiche des Modulationsgenerators.
<u>19</u>		Frequenzskala des Modulationsgenera- tors, die die mit <u>20</u> gewählte Fre- quenz im mit <u>18</u> gewählten Frequenz- bereich anzeigt.
<u>20</u>	Mod. -Generator Abstimmung	Abstimmknopf zum Einstellen der Fre- quenz des Modulationsgenerators. Mit <u>18</u> wird der Bereich eingestellt, in dem die Frequenz liegt; an <u>19</u> kann sie abgelesen werden.
<u>21</u>	Mod. -Generator Ausg. -Spg.	Kontinuierlicher Ausgangsspannungs- teiler des Modulationsgenerators. Mit ihm kann die NF-Spannung unabhängig von der jeweiligen Modulation an den Aus- gang <u>25</u> gelegt werden. Die Leerlauf- spannung des Ausgangs <u>25</u> kann an der Skala des Knopfes <u>21</u> abgelesen werden.
<u>22</u>	Bereiche	Schalter zum Einstellen des gewünschten Frequenzbereichs des HF-Generators. Der eingeschaltete Bereich erscheint im Skalenfenster <u>1</u> .
<u>23</u>	Feinverstimmung	Knopf zum Einstellen der Feinverstim- mung. Der Wert wird vom Instrument <u>7</u> angezeigt.

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>24</u>	Feinverstimmung -/Aus/+	<p>Schalter zum Ein- und Ausschalten der elektronischen Feinverstimmung.</p> <p>In der Stellung „Aus“ ist die Feinverstimmung nicht wirksam.</p> <p>In der Stellung „+“ wird die Frequenz des HF-Generators (Ausgang <u>16</u>) um den mit Knopf <u>23</u> eingestellten Betrag größer. Dieser Betrag kann an <u>7</u> abgelesen werden (<u>4</u>, <u>5</u> richtig einstellen).</p> <p>Er muß zu dem an Skala <u>1</u> eingestellten Frequenzwert hinzuaddiert werden.</p> <p>In der Stellung „-“ wird die Frequenz des HF-Generators analog kleiner. Der mit <u>23</u> eingestellte Betrag muß von der an <u>1</u> angezeigten Frequenz subtrahiert werden.</p>
<u>25</u>	Ausgang Mod. -Gen. $6 \text{ V } R_i < 3 \text{ k}\Omega$ über $2 \mu\text{F}$	Ausgangsbuchse des Modulationsgenerators. Hier steht die Spannung des Modulationsgenerators zur Verfügung. Dem Ausgangswiderstand ist ein $2\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensator in Reihe geschaltet.
<u>26</u>	FM Eing. $U_E \approx 1 \text{ V}$ $R_i = 600 \Omega$	Eingang für eine NF-Spannung, die zur externen Frequenzmodulation dient. Der Spannungsbedarf beträgt 1 V für maximalen Hub bei $R_i = 600 \Omega$. Der Hub kann mit <u>12</u> eingestellt und an <u>7</u> abgelesen werden (Stellung der Schalter <u>4</u> , <u>5</u> und <u>11</u> beachten).
<u>27</u>	⊥	Erdungsbuchse, die mit dem Chassis des Gerätes verbunden ist (Schutzleiter).

Pos.- Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>28</u>	AM Eingang $U_E \approx 1 \text{ V}$ $R_i = 600 \Omega$	Eingang für eine NF-Spannung, die zur externen Amplitudenmodulation dient. Der Spannungsbedarf beträgt 1 V an 600Ω für $m = 100 \%$ Modulationsgrad. Er kann mit <u>9</u> eingestellt und an <u>7</u> abgelesen werden (Stellung der Schalter <u>4</u> , <u>5</u> und <u>8</u> beachten).
<u>29</u>	Synchr. - Eing. f_s $U_E = 0,1-5 \text{ V}$ $R_i = 50 \Omega$	Eingang für eine HF-Spannung zwischen 1,39 und 30 MHz und 0,05...2,5 V an 50Ω , die zur Synchronisation des HF-Generators dient. Der Synchronisationsvorgang wird mit <u>30</u> angezeigt. Während der Betriebsart FM kann nicht synchronisiert werden.
<u>30</u>	Synchronisation nur in Betriebsart ohne FM	Instrument zur Anzeige des Synchronisationsvorgangs und -zustands.

2.2. Einstellen auf die vorhandene Netzspannung

Bei der Konstruktion des SMFA wurden die Schutzvorschriften nach VDE 0411 der Schutzklasse I beachtet. Die Schutzklasse I bedingt eine Betriebsisolierung der Netzstromkreise und eine gut leitende, dauerhafte Verbindung aller berührbaren, leitfähigen Geräteteile, die im Fehlerfall unmittelbar unter Spannung stehen können, miteinander und mit dem Schutzleiter. Es darf deshalb der Netzanschlußstecker nur in eine Schukosteckdose gesteckt werden. Bei Verlängerungsleitungen darf der Schutzleiter nicht unterbrochen werden. Ist eine Klemme vorhanden, so ist diese dauerhaft mit einem Schutzleiter zu verbinden. Der Schutzleiter darf nicht abgesichert sein.

Das Gerät ist vom Werk auf die Netzspannung 220 V eingestellt. Vor dem Einschalten muß darauf geachtet werden, daß der Spannungswähler auf die vorhandene Netzspannung eingestellt ist. Seine Stellung ist durch ein Sichtfenster im Gerätekasten auch im geschlossenen Zustand zu sehen (Bild 9). Der Spannungswähler, der sich (einschließlich Sicherungen) hinten oben neben dem Netztransformator befindet, kann mit einem Kurzschlußbügel auf die Netzspannungen 115, 125, 220 oder 235 V eingestellt werden. Zum Einstellen ist das Gerät nach Lösen der vier rot gekennzeichneten Schrauben aus dem Stahlkasten zu ziehen. Die Netzsicherungen liegen unmittelbar neben dem Spannungswähler. Es ist für 220 und 235 V eine Feinsicherung M 0,8 C DIN 41571 (mittelträge) und für 115 V und 125 V eine Feinsicherung M 1,6 E DIN 41571 (mittelträge) erforderlich. Entsprechende Ersatzsicherungen befinden sich in einem Polyäthylenbeutel eingeschweißt im Kastenboden.

Durch Abweichen der Netzspannung bis zu $\pm 10\%$ vom jeweiligen Nennwert werden die Geräteeigenschaften nach Abschnitt 1.3. ~~Technische Daten nicht~~ beeinträchtigt. Größere Schwankungen sollten vermieden werden, oder es sollte ein Transformator oder ein Konstanthalter vor das Gerät geschaltet werden. Mit dem Kippschalter 14 wird das Gerät eingeschaltet (Bild 8). Bei eingeschaltetem Gerät werden die Frequenzskala 1 und die Instrumente 7 und 13 beleuchtet.

2.3. Nullpunkteinstellung der Instrumente

Bei ausgeschaltetem Gerät müssen die Zeiger der Instrumente 7 und 13 (Bild 8) auf dem Nullstrich der beiden oberen Skalen (Voltskala bei Instrument 13) stehen. Die Nullstellung kann mit den in die Instrumente eingelassenen Schlitzschrauben korrigiert werden. Der elektrische Nullpunkt ist mit dem mechanischen identisch.

Das Instrument 30 dient als Indikator, sein Nullpunkt (Pfeilspitze) wird nicht korrigiert.

2.4. Bedienung

Aufgrund der übersichtlichen Anordnung der Bedienungselemente (Schalter, Drehknöpfe, Skalen, Instrumente und dergleichen) an der Frontplatte und deren sinnvolle Beschriftung gestaltet sich die Bedienung des Gerätes sehr einfach.

Im Abschnitt 2.1. Legende zum Bedienungsbild sind die Funktionen der einzelnen Bedienungselemente kurz erläutert. Die unterstrichenen Ziffern beziehen sich auf die Frontplattenansicht Bild 8. Dieser Abschnitt soll als Kurzbedienungsanleitung dienen. In den folgenden Abschnitten sind ausführlich die Einzelheiten beschrieben, die bei der Bedienung des Gerätes beachtet werden müssen.

2.4.1. Frequenz

2.4.1.1. Einstellen der Frequenz des HF-Generators

Mit dem Schalter 22 wird der benötigte Frequenzbereich eingestellt, dessen Linearskala (allein) im Skalenfenster 1 erscheint. Mit dem Grobtrieb 2 wird der Zeiger 6 ungefähr, mit dem Feintrieb 3 genau auf die gewünschte Frequenz eingestellt. Um Parallaxefehler vermeiden zu können, ist der Zeiger mit einem Doppelstrich versehen. Grob- und Feintrieb werden durch einen abgestuften Doppelknopf 2 und 3 betätigt. Mit dem Grobtrieb 2 kann ein Frequenzbereich in vier Umdrehungen durchgestimmt werden. Der Feintrieb hat gegenüber dem Grobtrieb eine Übersetzung von 1:50.

Es ist zu beachten, daß die eingestellte Frequenz nur dann mit der Ausgangsfrequenz übereinstimmt, wenn die elektronische Feinverstimmung ausgeschaltet ist (Schalter 23 auf „Aus“). Wenn dies nicht der Fall ist, muß der Betrag der Feinverstimmung gemäß Abschnitt 2.4.1.2. berücksichtigt werden.

Der Sender erreicht nach etwa 3 Stunden Einlaufzeit eine Konstanz $\Delta f/f$ von $3 \cdot 10^{-5}$ innerhalb 15 Minuten. Auch bei Frequenzwechsel wird im allgemeinen sofort wieder dieselbe Frequenzkonstanz erreicht. Nur bei Frequenzwechsel über etwa 50 MHz oder u. U. beim Frequenzbereichwechsel, insbesondere in den höheren Bereichen, wird die oben angegebene Konstanz nach etwa 30 Minuten Einlaufzeit wieder erreicht.

2.4.1.2. Elektronische Feinverstimmung

Neben der mechanischen Feinverstimmung mit Knopf 3, bei der die relative Verstimmung des Senders etwa dem Drehwinkel proportional ist, kann der Sender durch Verändern des statischen Arbeitspunktes des Frequenzmodulators elektronisch verstimmt werden.

Maximale Grenzen der Feinverstimmung:

Bereich 1	(1,39...2,9 MHz)	±30 kHz
Bereich 2 bis 8	(2,8...158 MHz)	±100 kHz
Bereich 9 bis 12	(153...510 MHz)	±300 kHz

Diese Werte können geringfügig überschritten werden. Es ist dann aber damit zu rechnen, daß die Eigenschaften gemäß 1.3. Technische Daten wie ~~z. B. der HF-Klirrfaktor und die Fehlergrenzen der Feinverstimmungsan-~~ zeige, nicht mehr eingehalten werden.

Die elektronische Feinverstimmung wird mit dem Schalter 24 eingeschaltet. In der Stellung „+“ erhöht sich die an Skala 1 eingestellte Frequenz um den am Instrument 7 angezeigten Betrag. In der Stellung „-“ wird die Frequenz des HF-Generators um den am Instrument 7 angezeigten Betrag verringert.

Zum Einstellen des Feinverstellungsbetrages dient der Regler 23. Am Instrument 7 kann in der Stellung „Feinverst.“ des Schalters 5 der Absolutwert in kHz abgelesen werden. Der Anzeigebereich (Schalter 4) ist hierbei so zu wählen, daß am Instrument 7 immer im oberen Bereich abgelesen wird, damit der Fehler, bezogen auf den Endwert, klein bleibt.

Beispiel:

An der Skala 1 ist der Bereich 8, und zwar 150 MHz, eingestellt. Der Schalter „Anzeige“ 5 steht auf „Feinverst.“, der Anzeigebereichschalter 4 steht auf „100“; am Instrument 7 gilt die obere Skala. Der Zeiger des Instruments 7 steht auf „8“, also beträgt die Feinverstellung 80 kHz.

Steht der Schalter 24 auf „+“, so beträgt die Verstimmung des HF-Generators zusätzlich zum eingestellten Wert +80 kHz, also

$$f = 150,0 \text{ MHz} + 0,08 \text{ MHz}$$

$$f = \underline{150,08 \text{ MHz}}$$

bei der Stellung „-“ des Schalters 24 beträgt die Verstimmung -80 kHz, also

$$f = 150,0 \text{ MHz} - 0,080 \text{ MHz}$$

$$f = \underline{149,92 \text{ MHz}}$$

Wird der HF-Generator zusätzlich frequenzmoduliert, so darf die Summe aus Frequenzhub und Feinverstellung die maximal zulässige Feinverstellung in kHz nicht überschreiten, wenn die Eigenschaften nach 1.3. eingehalten werden sollen.

2.4.1.3. Synchronisation

Werden extrem hohe Anforderungen an die Frequenzkonstanz und an die Frequenzgenauigkeit des Senders gestellt, kann dieser mit der Grund- oder Oberwelle eines Normalfrequenzgenerators synchronisiert werden.

Um den Sender von 1,39...510 MHz synchronisieren zu können, ist eine Spannung notwendig, die einen Frequenzbereich von 1,39...30 MHz lückenlos

überstreicht. Die Eingangsspannung am SMFA muß hierbei mindestens 50 mV an 50 Ω und darf höchstens 2,5 V betragen. Diesen Anforderungen entspricht der Frequenzmesser WIK BN 4421. Die Normalspannung wird zur Synchronisation in den Eingang 29 ($R_1 = 50 \Omega$) eingespeist. Mit 100 mV an 50 Ω erreicht man bereits den maximalen Haltebereich, der je nach Ausgangsfrequenz 0,01...1 % betragen kann. Bei 50 mV an 50 Ω wird der Haltebereich etwas geringer, er sinkt aber nie unter 0,01 % ab.

Bis etwa 30 MHz kann der Sender mit derselben Frequenz synchronisiert werden, die er abgeben soll. Für höhere Frequenzen in den Bereichen 5 bis 8 (30...158 MHz) soll der Sender mit der zweiten bis sechsten Subharmonischen, aber nicht mit einer höheren Frequenz als etwa 30 MHz synchronisiert werden. In den oberen Bereichen (ab Bereich 9, also 153 MHz) muß eine durch drei teilbare Subharmonische verwendet werden, da die Oszillatorfrequenz des Senders dort verdreifacht wird. Diese Subharmonische soll eine möglichst kleine Ordnungszahl haben, aber nicht höher als etwa 30 MHz gewählt werden.

Die Wahl der richtigen Synchronisationsfrequenz wird durch die Angabe des Teilers auf der Frequenzskala 1 unter der Bereichnummer erleichtert. Es steht z. B. im Bereich 6 (43,5...89 MHz) unter der Beschriftung „Bereich“ auf der Frontplatte „Synchr. -Frequ.“, zu der auf dem Skalengstreifen 1 unter „6“ analog „= f/2; 3“ gehört. Dies heißt also: Im Bereich 6 ist die Synchronisierfrequenz gleich der mit dem Zeiger 6 eingestellten Frequenz geteilt durch 2 oder 3, und zwar so, daß das Ergebnis höchstens eine Frequenz von 30 MHz ergibt.

Beispiel:

Die eingestellte Frequenz sei 75 MHz, die Synchronisationsfrequenz ist dann

$$f_{\text{Syn}} = \frac{75}{3} = \underline{\underline{25 \text{ MHz}}}$$

75/2 kommt nicht in Frage, da das Ergebnis mit 37,5 MHz über 30 MHz liegt!

Zur Anzeige des Synchronisationszustandes dient das Instrument 30. Nach Anlegen der Synchronisationsspannung an Buchse 29 wird die Frequenz

des Senders auf die angelegte Normalfrequenz bzw. deren Oberwelle abgestimmt. Gelangt man hierbei in die Nähe der Normalfrequenz, so zeigt das Instrument einen Ausschlag an, der in dem Augenblick, in dem der Sender von der Normalfrequenzspannung mitgenommen wird, ruckartig auf Null (Pfeilspitze) springt (siehe Bild 10).

Springt der Zeiger des Instruments 30 wieder aus seiner Nullage (Pfeilspitze) heraus, was eintreten kann, wenn entweder der Sender am Rande des Synchronisationsbereichs abgestimmt oder noch nicht genügend lange eingelaufen ist, so muß durch feines Nachstimmen des Senders der Mitnahmezustand wiederhergestellt werden (die Senderfrequenz wird der Frequenz des Normals wieder angeglichen). Zur Nachstimmung kann auch die elektronische „Feinverstimmung“ 23 und 24 benutzt werden, die es auch ermöglicht, den Sender mit der größten Haltesicherheit in der Mitte des Synchronisationsbereichs abzustimmen. Man braucht hierfür nur den Haltebereich zu durchfahren und gemäß Bild 10 die Frequenzen f_1 und f_2 zu ermitteln. Dann muß man den Senderoszillator genau auf die Mitte der beiden Frequenzen, also auf f_n im Bild 10, abstimmen. Dies kann sehr leicht mit Hilfe der elektronischen Feinverstimmung durchgeführt werden.

Der SMFA läßt sich in allen Betriebsarten außer bei Frequenzmodulation synchronisieren.

2.4.2. Ausgangsspannung

2.4.2.1. Einstellen und Ablesen der HF-Ausgangsspannung

Zum Einstellen der Ausgangsspannung an Buchse 16 dienen der Stufenschalter 17 und der kontinuierliche Regler 15. Das Instrument 13 zeigt die eingestellte Leerlaufspannung in Volt und in dB über $1 \mu\text{V}$ in Verbindung mit der Stellung des Stufenteilers an.

Hierbei ergibt sich die Leerlaufspannung (EMK) in Volt am Ausgang 16, wenn das Instrument 13 Vollausschlag zeigt, aus der Volt-Beschriftung des Stufenteilers. Die EMK in dB über $1 \mu\text{V}$ wird durch Addition des am Instrument angezeigten dB-Wertes mit dem des Stufenteilers ermittelt.

Beispiel:

Der Stufenteiler steht auf 100 mV bzw. +90 dB μ V. Das Instrument 13 zeigt 7, 8 bzw. 8 dB μ V an. Die EMK am Ausgang 16 beträgt also

$$100 \text{ mV} \cdot 0,78 = 78 \text{ mV}$$

$$90 \text{ dB}\mu\text{V} + 8 \text{ dB}\mu\text{V} = 98 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Die Werte in Volt des Stufenteilers beziehen sich also auf Vollausschlag (10 und 3) der Volt-Skalen des Instruments 13, die Werte in dB μ V auf den Nullpunkt der dB μ V-Skala.

2.4.2.2. Anschließen des Verbrauchers

Der HF-Ausgang 16 des SMFA ist mit einem Dezifix-B-Stecker ausgerüstet. Zum Anschließen des Verbrauchers ist deshalb ein Kabel mit einem Dezifix-B-Stecker erforderlich. Es muß darauf geachtet werden, daß die Dezifix-Stecker nicht durch Stöße oder Schläge beschädigt werden. Die Stirnflächen des Steckers sind möglichst sauber zu halten. Dies erhöht die Kontaktsicherheit und vermindert den Reflexionsfaktor. Das andere Ende des Kabels kann, falls es nicht auf beste HF-Verbindungen und kleinsten Reflexionsfaktor ankommt, an den Ausgangsanschluß des Meßobjektes angepaßt werden. Ist es jedoch nicht möglich, Meßobjekte und Steckverbindungen mit Dezifix-Systemen zu verwenden, so kann der Ausgang des SMFA nach Abschnitt 2.4.2.5. auf verschiedene andere Stecker-Systeme umgerüstet werden.

Bei dem Anschließen des Verbrauchers muß darauf geachtet werden, daß keine Wechsel- oder Gleichspannungen, die größer als 2,5 V sind, in den Ausgang 16 des SMFA eingespeist werden. Zum Anschließen von Meßobjekten, an deren Eingang Gleichspannung liegt, wird ein Zwischenstecker mitgeliefert, der aus einem Trennkondensator mit Sicherung (R&S-Sachnummer 41300-37) besteht. Diese Kombination aus Trennkondensator und Sicherung schützt den Teiler des Senders vor zu großen HF- und Gleichspannungen. Weil die Vorschaltssicherung wellenwiderstandsmäßig nicht vollentzerzt werden kann (siehe Abschnitt 1.4.4.), ist es möglich, anstelle der Sicherung den Bolzen BN 41300-37.2 einzusetzen, der einen Reflexionsfaktor von < 2 % garantiert.

2.4.2.3. Spannung am Verbraucher

Da bei den meisten Meßobjekten der Eingangswiderstand nicht reell ist und nicht genau dem Senderinnenwiderstand entspricht, muß die Spannung U am Verbraucher errechnet werden. Sie wird aus der am Sender eingestellten Leerlaufspannung E und dem komplexen Eingangswiderstand \mathfrak{R}_a des Verbrauchers nach der Formel

$$U = E \cdot \frac{\mathfrak{R}_a}{\mathfrak{R}_a + R_i}$$

ermittelt.

Diese Formel gilt unter der Voraussetzung, daß der Verbraucher mit einem Kabel, dessen Wellenwiderstand gleich dem Ausgangswiderstand des Senders (50Ω) ist, angeschlossen wurde. Vorzugsweise wählt man den Verbraucherwiderstand gleich dem Innenwiderstand des Senders. Dann ist die am Verbraucher liegende Spannung gleich der halben am Sender eingestellten und abzulesenden EMK.

In dB μ V ausgedrückt ist die Spannung am Verbraucher dann um 6 dB kleiner als der am Sender in dB eingestellte Leerlaufpegel. Dieser zu bevorzugende Sonderfall, Verbraucher- gleich Senderinnenwiderstand, ist besonders dann anzustreben, wenn der Reflexionsfaktor des Senders durch eine Vorschalt-sicherung nach 1.4.4. verschlechtert wird. Für einige reelle Abschlußwiderstände ergibt sich die Spannung am Verbraucher aus der Tabelle 1.

Hierbei ist der Senderausgangswiderstand 50Ω . Der Innenwiderstand des Verbindungskabels sowie Kontaktübergangswiderstände und andere Stoßstellen sind wegen ihrer unbedeutenden Größe vernachlässigt.

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren für die Spannung und den Pegel am Verbraucher bei verschiedenen reellen Abschlußwiderständen.

R_a [Ω]	k_1	a_{k2} [dB]
50	0,5	6
60	0,545	5,3
75	0,6	4,4
150	0,75	2,5
240	0,828	1,6
600	0,92	0,7

R_a = Eingangswiderstand des Verbrauchers

U_v = Spannung am Verbraucher

a_v = Pegel am Verbraucher

E = am Sender eingestellte EMK

a_E = am Sender eingestellter Pegel

k_1 = Umrechnungsfaktor

a_{k2} = Abzugswert in dB bei verschiedenen Lastwiderständen

Spannung am Verbraucher $U_v = E \cdot k_1$

Pegel in dB am Verbraucher $a_v = a_E - a_{k2}$

Falls die unsymmetrische EMK in eine symmetrische umgewandelt werden soll, kann nach Abschnitt 1.1.11. verfahren werden.

2.4.2.4. Berechnung der Verbraucherleistung in dBm

Da kleine Fehlanpassungen des Verbrauchers an die Spannungsquelle die aufgenommene Leistung nur ganz wenig beeinflussen, ist die Angabe der abgegebenen Leistung in dBm (Bezugspegel = 1 mW vom Verbraucher aufgenommene Leistung) häufig vorteilhaft. Der Leistungsabfall beim Übergang auf einen anderen Wellenwiderstand, als er für den Sender vorgesehen ist, ist dann fast vernachlässigbar klein. Wie aus Bild 2 zu ersehen ist, tritt bei einer Fehlanpassung $R_a/R_i = 1/3$ ein Leistungsabfall von etwa 2,5 dB, bei $R_a/R_i = 2/1$ ein Leistungsabfall von 1 dB auf.

Für 50Ω Innenwiderstand des SMFA gilt

$$\text{dBm} = \text{dB}\mu\text{V} - 113$$

dBm = Leistungspegel am Verbraucher

$\text{dB}\mu\text{V}$ = der am SMFA eingestellte Leerlaufpegel in μV

113 $\text{dB}\mu\text{V}$ ist die EMK, die notwendig ist, um 1 mW Leistung an einem Verbraucher (R_a) von 50Ω zu erreichen ($R_i = 50 \Omega$),

bei $R_i = R_a = 60 \Omega$ gilt

$$\text{dBm} = \text{dB}\mu\text{V} - 113,8$$

bei $R_i = R_a = 75 \Omega$ gilt

$$\text{dBm} = \text{dB}\mu\text{V} - 114,7$$

2.4.2.5. Umrüsten des HF-Ausgangs auf andere Steckersysteme

Müssen zum Anschließen von Verbrauchern Kabel mit anderen Steckersystemen verwendet werden, so kann der Ausgang 16 des SMFA gemäß Datenblatt 902 100 auch nachträglich in einfacher Weise auf das vorhandene Steckersystem umgerüstet werden. Hierzu brauchen nur das Endstück des Dezifix-Außenleiters und das des -Innenleiters abgeschraubt und beide Teile durch die des gewünschten Systems ersetzt zu werden. Zum Abschrauben des Außenleiters ist unter der R&S-Sach-Nr. FZM 10900 ein Spezialschlüssel lieferbar. Der Innenleiter läßt sich mit einem passenden Schraubenzieher abschrauben.

In dem Datenblatt 902 100 sind diejenigen Steckersysteme aufgeführt, für die Umrüstsätze geliefert werden können. Die angegebenen Sach-Nummern sind zugleich Bestell-Nummern (BN), die für einen kompletten Umrüstsatz (Innen- und Außenleiter) gelten. Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Umrüstung der Dezifix-Verbindungen auf ein anderes Steckersystem den Reflexionsfaktor des Ausgangs und u. U. auch die Strahlungsdichtigkeit verschlechtert.

2.4.2.6. Extrem kleine Ausgangsspannungen

Der hochwertige Ausgangsteiler und die gute Schirmung des Meßsenders SMFA ermöglichen das definierte Einstellen extrem kleiner Ausgangsspannungen. Ob diese kleinen Spannungen an die Eingangsstufe des Meßobjekts kommen, oder ob sie von Störspannungen verfälscht werden, hängt vom Meßobjekt und dessen Verbindungskabeln ab.

Grundsätzlich wird man Störspannungen immer leicht vermeiden können, wenn man das Meßobjekt gut schirmt, die Verbindungsleitungen so kurz wie möglich macht (Kabel möglichst vermeiden) und die Geräte durch Doppelsteckdosen aus dem Netz versorgt.

Das Entstehen von Störspannungen wird im nächsten Abschnitt näher erläutert.

Entstehen von Störspannungen

Es lassen sich zwei Arten von Störspannungen hinsichtlich ihrer Entstehung unterscheiden. Störspannungen, die durch Brummschleifen aus dem Netz entstehen und Störspannungen, die durch induktive Einstreuungen hervorgerufen werden.

Bild 11 veranschaulicht das Entstehen einer Störspannung. Die Störspannung \mathcal{U}_s wirkt dann am Verbrauchereingang, wenn der Störstrom \mathcal{I}_s am Außenleiter des Kabels mit dem Verlustwiderstand \mathcal{R}_K den Spannungsabfall $\mathcal{U}_s = \mathcal{I}_s \times \mathcal{R}_K$ hervorruft. Die Störspannungsquelle \mathcal{U}_Q liegt dabei irgendwo in der Störspannungsschleife, die aus \mathcal{R}_1 , \mathcal{R}_K und \mathcal{R}_2 gebildet wird.

$$\mathcal{U}_s = \mathcal{I}_s \mathcal{R}_K = \mathcal{U}_Q \frac{\mathcal{R}_K}{\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_K + \mathcal{R}_2}$$

Aus obiger Gleichung ersieht man, daß die am Verbraucher liegende Störspannung um so kleiner wird, je kleiner die Störspannungsquelle \mathcal{U}_Q , der Koppelwiderstand \mathcal{R}_K und je größer die Erdleiterwiderstände \mathcal{R}_1 und \mathcal{R}_2 werden. Da \mathcal{R}_1 und \mathcal{R}_2 aus Sicherheitsgründen klein gehalten werden müssen, muß man den Koppelwiderstand \mathcal{R}_K möglichst niederohmig machen.

Zum Koppelwiderstand gehören nicht nur der Kabelmantel und die Kontaktflächen der konzentrischen Buchsen und Stecker, sondern auch eine gut geschirmte Eingangsstufe im Meßobjekt. Die Schirmung und die Verbindung mit dem Außenleiter des Verbindungskabels soll kurz und niederohmig sein.

Die Störspannungsquelle \mathcal{U}_Q kann zwischen den Erdungspunkten A und B entstehen, wenn bei dieser Verbindung der Nulleiter des Netzes gleichzeitig als Schutzleiter verwendet wird. Wenn Meßsender und Meßobjekt an verschiedenen Punkten des Netzes geerdet sind, kann der Spannungsabfall zwischen A und B (Bild 11) auch von dem Stromverbrauch eines dritten Verbrauchers verursacht werden. Dies ergibt dann Störspannungen mit einer Frequenz von 50 Hz und deren Oberwellen. Diese Störquelle kann vermieden werden, indem Punkt A und B möglichst nahe zusammengelegt werden (Doppelsteckdose).

In die Brummschleife, die aus \mathcal{R}_1 , \mathcal{R}_K und \mathcal{R}_2 gebildet wird, können induktiv Streufelder von Netztransformatoren oder schlecht geschirmten HF-Spannungsquellen Störspannungen induzieren. Diese Störspannungen können vermieden werden, wenn die Koppelschleife durch geeignete Leitungenführungen möglichst klein gemacht wird.

2.4.2.7. Automatische Ausgangsspannungsregelung und Nachstimmung

2.4.2.7.1. Nachstimmung

Durch Drehen des Knopfes „Nachstimmung“ 10 kann die Endstufe mechanisch auf Spannungsmaximum nachgestimmt werden. Die Stellung für maximale Ausgangsspannung = bester Gleichlauf kann am Instrument 13 beobachtet werden. Bester Gleichlauf ist dann einzustellen, wenn auf folgende Punkte besonderer Wert gelegt wird:

- a) Bester Oberwellen- und Nebenwellenabstand zur Grundwelle,
- b) kleinste Stör-AM bei Frequenzmodulation,
- c) kleinster Amplitudenmodulations-Klirrfaktor und
- d) maximale Ausgangsspannung im 3-V-Bereich.

Bei Betätigung der Nachstimmung muß der Knopf 10 gezogen, d. h. die automatische Regelung muß ausgeschaltet sein, um mit Hilfe des Instruments 13 besten Gleichlauf herstellen zu können.

Beste AM-Eigenschaften, d. h. kleinster AM-Klirrfaktor kann auch bei eingeschalteter Regelung erreicht werden, und zwar durch Einstellen des maximalen Modulationsgrades mit dem Nachstimmknopf 10; abgelesen wird am Instrument 7 unter Beachtung der Stellung der Knöpfe 9 und 5. Eine Betätigung der Nachstimmung erlaubt ferner bei Messungen mit Empfängern darüber zu entscheiden, ob bei einer Pfeifstelle Ober- oder Nebenwellen des Senders beteiligt sind. Ist letzteres der Fall, so ändert sich die Amplitude derselben bei Drehen des Knopfes „Nachstimmung“ viel weniger, als aufgrund der am Instrument angezeigten Ausgangsspannung zu erwarten ist.

2.4.2.7.2. Amplitudenregelung

Beim Drücken des Nachstimmknopfes 10 wird für die Frequenzbereiche 5 bis 12 (22... 510 MHz) die automatische Amplitudenregelung der Endstufe eingeschaltet. Sie sorgt dafür, daß die HF-Amplitude des Senderausgangs nahezu konstant bleibt. Es ist hiermit möglich, Messungen über große Frequenzbereiche auszuführen, ohne die Ausgangsspannung nachregeln zu müssen. Mit der HF-Amplitudenregelung ist auch eine Modulationsgegenkopplung verbunden. Sie sorgt bei Modulationsfrequenzen bis 50 kHz für eine Verbesserung des Modulationsklirrfaktors. Bei Modulationsfrequenzen > 50 kHz ist es zweckmäßiger, den Nachstimmknopf 10 zu ziehen (Regelung ausgeschaltet), da nur bei Modulationsfrequenzen unter 50 kHz die Gegenkopplung voll wirksam ist und der Klirrfaktor verbessert wird.

Die automatische Regelung des Senders muß ferner dann abgeschaltet werden, wenn der Sender ein Meßobjekt speist, das selbst eine so große HF-Spannung abgibt, daß sie den Regler des Senders stört. Diese Gefahr besteht am meisten, wenn der Ausgangsstufenteiler des Senders (1-V- und 3-V-Bereich) nicht dämpft.

2.4.3. Modulationsgenerator

2.4.3.1. Frequenz

Der eingebaute Modulationsgenerator hat einen Frequenzbereich von 10 Hz...100 kHz. Mit dem Schalter 18 können folgende Teilbereiche gewählt werden:

- 10 Hz...100 Hz
- 100 Hz...1000 Hz
- 1 kHz...10 kHz
- 10 kHz...100 kHz

Mit dem Abstimmknopf 20 kann in den Teilbereichen die Frequenz kontinuierlich durchgestimmt werden; die Anzeige erfolgt mit Skala 19.

2.4.3.2. Spannung

Der RC-Generator wird in den Stellungen der Betriebsartschalter „AM eigen“ 8 und „FM eigen“ 11 zur Modulation des Senders verwendet. Unabhängig von der eingestellten Modulation kann die NF-Spannung am „Ausgang Mod. - Gen.“ 25 ($R_1 \cong 3 \text{ k}\Omega$) entnommen werden. Die EMK kann am Knopf „Ausg. - Spg.“ 21 eingestellt und abgelesen werden.

Um eine Beeinflussung des Modulationsgenerators bei gleichzeitiger Verwendung zur Eigenmodulation des Senders zu vermeiden, darf der Außenwiderstand R_a nicht kleiner als 50 k Ω gewählt werden. Gegebenenfalls muß die Modulation nach zusätzlicher Belastung kontrolliert werden.

2.4.4. Modulationen

2.4.4.1. Frequenzmodulation

Zum Einschalten der Frequenzmodulation dient der Schalter „FM“ 11. Hierbei kann in der Stellung „eigen“ die vom eingebauten Modulationsgenerator abgegebene Spannung zur Modulation oder in der Stellung „fremd“ eine in die Buchse 26 eingespeiste Spannung zur Fremdmodulation des Senders

verwendet werden. In der Stellung „eigen“ wird die gewünschte Modulationsfrequenz am eingebauten Modulationsgenerator gemäß Abschnitt 2.4.3.1. eingestellt. In der Stellung „fremd“ muß in die Buchse „FM Eingang“ 26 eine NF-Spannung von 10 Hz...100 kHz eingespeist werden. Bei Modulationsfrequenzen > 100 kHz und < 10 Hz werden die Eigenschaften nach 1.3. Technische Daten nicht mehr garantiert. Für maximalen Hub ist eine Spannung von 1 V an 600Ω notwendig. Der Spannungswert, der an Buchse 26 gelegt wird, sollte nicht größer als 1,2 V sein, da sich sonst der Hub mit dem Potentiometer 12 schlecht einregeln läßt. Ab $30 V_{SS}$ wird die zulässige Belastungsgrenze überschritten.

Bei Stereomodulation erfolgt die Einpegelung des Frequenzhubes am besten so, daß für ein Multiplexsignal ohne Pilot und 100 % Aussteuerung ein Frequenzhub von 67,5 kHz eingestellt wird. Für ein Multiplexsignal mit Pilot dürfen 75 kHz Hub nicht überschritten werden.

Zum Einstellen des Frequenzhubes dient der Regelknopf 12. Mit Hilfe dieses Knopfes wird der gewünschte Hub am Instrument 7 in kHz eingestellt. Der Schalter „Anzeige“ 5 muß hierbei auf „Freq. -Hub“ stehen. Der Schalter „Anzeige“ 4 sollte, um große Instrumentfehler zu vermeiden, auf den für den gewünschten Hub kleinstmöglichen Anzeigebereich gestellt werden.

Der zulässige Maximalhub, für den die Eigenschaften gemäß Abschnitt 1.3. garantiert werden, beträgt in den einzelnen Frequenzbereichen bei einem Klirrfaktor von < 2 % folgende Werte:

Frequenzbereich		Hub
1	1,39...2,9 MHz	0...±30 kHz
2 bis 8	2,8...158 MHz	0...±100 kHz
9 bis 12	153...510 MHz	0...±300 kHz

Benötigt man einen Modulationsklirrfaktor < 1 % muß der Maximalhub gemäß Abschnitt 1.3. reduziert werden.

Beim Anwenden von Frequenzmodulation soll die Summe aus elektronischer Verstimmung und Frequenzhub nicht größer als der angegebene maximale

Frequenzhub sein, da sonst die Eigenschaften gemäß 1.3. (Klirrfaktor, Anzeigefehler des Instruments 7) nicht mehr eingehalten werden.

Zum Erreichen eines möglichst kleinen FM-Klirrfaktors soll die elektronische Feinverstimmung 24 auf „Aus“ stehen. Kleine Verstimmungen erhöhen den Modulationsklirrfaktor nicht wesentlich.

Um bei FM die geringste Stör-AM zu erreichen, sollte der Schalter „Anzeige“ 5 auf „Mod. -Grad“ und der Schalter „Anzeige“ 4 auf 10 % gestellt werden. Außerdem muß der Drehknopf „Nachstimmung“ 10 gedrückt werden. Das Instrument 7 zeigt dann von 22...510 MHz die vorhandene Stör-AM an, die durch Drehen am Nachstimmknopf 10 auf ein Minimum gebracht werden kann. Der Schalter „AM“ 8 muß hierbei auf „ohne“ stehen.

Es ist möglich, den Sender gleichzeitig entsprechend der gewählten Stellungen der Schalter 8 und 11 mit AM und FM zu betreiben.

2.4.4.2. Amplitudenmodulation

Der SMFA ist in den Bereichen $\cong 1$ V des Ausgangsstufenteilers 17 amplitudenmodulierbar. Zum Einschalten der Amplitudenmodulation dient der Schalter „AM“ 8. Hierbei kann in der Stellung „eigen“ der eingebaute Modulationsgenerator zur Modulation oder in der Stellung „fremd“ eine in die Buchse 28 eingespeiste Spannung zur Fremdmodulation des Senders verwendet werden. In der Stellung „eigen“ wird die gewünschte Modulationsfrequenz am eingebauten Modulationsgenerator gemäß 2.4.3.1. eingestellt. In der Stellung „fremd“ muß in Buchse „AM Eingang“ 28 eine NF-Spannung von 10 Hz...100 kHz eingespeist werden. Bei Modulationsfrequenzen > 100 kHz und < 10 Hz werden die Eigenschaften gemäß Abschnitt 1.3. nicht mehr garantiert. Für den Modulationsgrad 100 % ist eine Spannung von 1 V an 600Ω notwendig. Der Spannungswert, der an Buchse 28 gelegt wird, sollte nicht größer als 1,2 V sein, da sich sonst der Modulationsgrad mit dem Potentiometer 9 nur schlecht einregeln läßt. Mit dem Regelknopf 9 wird der gewünschte Modulationsgrad am Instrument 7 in % eingestellt. Der Schalter „Anzeige“ 5 muß hierbei auf „Mod. -Grad“ stehen, der

Schalter „Anzeige“ 4 sollte, um große Instrumentfehler zu vermeiden, auf den für den gewünschten Modulationsgrad kleinstmöglichen Anzeigebereich gestellt werden. Der Bereich 300 hat hierbei keinen Sinn.

Der angezeigte Modulationsgrad ist definiert als das Verhältnis der Hüllkurve des modulierten HF-Trägers U_H zur Spannung U_T des unmodulierten HF-Trägers. Beide Spannungen müssen entweder als Spitzen-, Mittel- oder Effektivwert eingesetzt werden (Gleichung):

$$m [\%] = \frac{U_H}{U_T} \cdot 100 [\%]$$

In den Frequenzbereichen 5 bis 12 (22...510 MHz) wird zum Erreichen eines kleinen Modulationsklirrfaktors neben der Amplitudenregelung Modulationsgegenkopplung angewendet. Dies gilt aber nur für Modulationsfrequenzen bis 50 kHz, da nur unterhalb 50 kHz die Gegenkopplung voll wirksam ist und der Klirrfaktor verbessert wird. Der kleinste Modulationsklirrfaktor wird bei maximaler Modulationsgegenkopplung erzielt, die dann erreicht ist, wenn der Sender mit Hilfe der Nachstimmung optimal abgestimmt wird. Optimale Abstimmung kann im geregelten Fall (Drehknopf 10 gedrückt) durch Einstellen des maximalen Modulationsgrades (am Instrument 7), im unregulierten Fall durch Einstellen der maximalen Ausgangsspannung (am Instrument 13) erreicht werden.

Bei der Amplitudenmodulation muß darauf geachtet werden, daß bei hohen Modulationsfrequenzen (etwa 100 kHz) und niedrigen Hochfrequenzen (Frequenzbereiche 1 bis 4, d.h. 1,39...23 MHz) die HF-Anzeige infolge der großen Zeitkonstante der HF-Gleichrichtung in diesen Bereichen verfälscht wird.

Die HF-Anzeige steigt also bei Amplitudenmodulation an, und zwar um so mehr je kleiner der Unterschied zwischen HF- und Modulationsfrequenz wird. Dieser Effekt kann durch Umschalten am Bereichschalter 18 des Modulationsgenerators auf den nächstniedrigen Bereich (1...10 kHz) kontrolliert werden.

In den Frequenzbereichen 5 bis 12 (22...510 MHz) tritt im unregelmäßigen Betriebsfall (Nachstimmknopf 10 gezogen) infolge des Modulationsklirrfaktors eine Verfälschung der Modulationsgrad-Anzeige auf. Die Fehlergrenzen gemäß Abschnitt 1.3. gelten in den Bereichen 5 bis 12 (22...510 MHz) nur für den Betriebsfall geregelt (Nachstimmknopf gedrückt).

3. Wartung und Reparatur

Der AM-FM-Meßsender SMFA ist bezüglich seiner Wartung äußerst anspruchslos.

Das Gerät ist mechanisch so aufgebaut, daß keinerlei Wartung der Triebe, Seilzüge usw. notwendig ist. Sollten doch mechanische Fehler auftreten, so sollte das Gerät in jedem Fall der R&S-Vertretung oder dem Stammwerk übergeben werden.

Um die elektrischen Eigenschaften überprüfen zu können, sind im nachfolgenden Kapitel die Meßmethoden zur Prüfung der wichtigsten Geräteeigenschaften gemäß Abschnitt 1.3. angegeben.

3.1. Erforderliche Meßgeräte

Frequenzmesser WIK BN 4421

10 Hz... 30 MHz

30... 1000 MHz

Frequenzhubmesser FMV BN 4620/2

20... 300 (600) MHz

Frequenzdekade ND 99 K BN B444482

0... 110 kHz

Feldstärkemeßgerät HFH BN 15001

0,1... 30 MHz

Direktanzeigender Klirrfaktormesser FTZ BN 4816

0,2... 30 %

NF-Millivoltmeter UVN BN 12003

10 Hz... 1 MHz

UHF-DC-Millivoltmeter URV BN 10913/50

1 kHz... 1600 (2400) MHz

mit Durchgangskopf BN 10804/50

und Abschlußwiderstand RMC BN 33527/50

VHF-UHF-Meßempfänger ESU BN 150021

25... 900 (1300) MHz

Unsymmetrische UHF-Eichleitung DPU BN 18043/50

0... 2000 MHz

Stereocoder MSC BN 4192/2

Stereomeßdecoder MSDC BN 4193

30 Hz... 15 kHz

3.2. Prüfen und Wiederherstellen der Solleigenschaften

Um nach längerer Betriebszeit die Solleigenschaften des Gerätes prüfen zu können, sind hier die Meßmethoden und Meßmittel zur Überprüfung der wichtigsten Daten gemäß Abschnitt 1.3. angegeben. Sämtliche Messungen müssen bei eingelaufenem Gerät durchgeführt werden.

3.2.1. Frequenz

Die Frequenz kann z. B. mit dem Frequenzmesser WIK BN 4421 nachgeprüft werden.

Im Frequenzbereich 1,39...30 MHz kann die Frequenz direkt gemessen werden (Differenzmessung), bei höheren Frequenzen muß mit Oberwellen gemessen werden (Grundwelle ≤ 30 MHz).

Sollte die Frequenzzeichnung der Skala um mehr als $\pm 0,5\%$ gegenüber dem Meßwert differieren (Feinverstimmung auf „Aus“), so kann der richtige Frequenzwert mit den Trimmern des jeweils eingeschalteten Gehänges eingestellt werden.

Aufgrund der feinen Auflösung des WIK können auch sehr gut Unstetigkeiten, die nach der Einlaufzeit noch auftreten, nachgewiesen werden. Dies ist meistens durch Verschmutzung der Umschaltkontakte des Oszillators bedingt und kann nach Abschnitt 3.4.5. beseitigt werden.

Falls die Frequenz in den Bereichen 1 bis 4 zu tief ist und der Frequenzhub und die Feinverstimmung ausgefallen sind, besteht die Möglichkeit, daß die Röhren R6104 und R6105 defekt sind. Gemäß Abschnitt 3.5. werden sie ausgewechselt. ~~Falls der Oszillator nicht schwingt, sind nach demselben~~
Abschnitt die Röhren R6102 und R6103 auszuwechseln.

3.2.2. Feinverstimmung

Die Feinverstimmung kann ebenfalls mit dem Frequenzmesser WIK BN 4421 kontrolliert werden. Am WIK kann direkt die Differenzfrequenz zwischen

SMFA-Frequenz (f_x) und Normalfrequenz (f_N) abgelesen werden. Es wird hierzu die Frequenz wie im Abschnitt 3.2.1. ermittelt. Die Feinverstim-
mung muß hierbei auf „Aus“ stehen. Nach der Frequenzbestimmung wird
die Feinverstimmung eingeschaltet und auf den gewünschten Wert gebracht.
Die Differenzänderung, die sich hierbei am WIK ergibt, kann direkt mit
der Feinverstimmungsanzeige am SMFA verglichen werden.

3.2.3. Synchronisation

Die Synchronisation kann mit jedem Generator, der 100 mV EMK an 50 Ω
im Frequenzbereich 1,39...30 MHz abgibt, kontrolliert werden (z. B. mit
dem Frequenzmesser WIK BN 4421). Der Sender wird hierbei nach Ab-
schnitt 2.4.1.3. synchronisiert. Der Haltebereich kann sehr leicht mit
der Feinverstimmung ermittelt werden. Falls am Instrument 30 kein
Ausschlag erscheint, kann die Röhre R6101 defekt sein. Sie wird gemäß
Abschnitt 3.5. ausgewechselt.

3.2.4. Frequenzmodulation

Die Frequenzmodulation kann mit dem Hubmesser FMV BN 4620/2 nach-
geprüft werden. Der FMV wird hierfür an den HF-Ausgang des SMFA an-
geschlossen. Der Träger wird mit Hilfe der FMV-Abstimmung eingestellt.
Seine Ablage gegenüber der Oszillatorfrequenz des Hubmessers wird am
FMV angezeigt. Der Hub kann am FMV direkt abgelesen und mit der An-
zeige am SMFA verglichen werden. Mit der Anzeige der Senderablage am
FMV kann auch die Feinverstimmung kontrolliert werden. Falls der Hub
zu große Abweichungen zeigt oder ausgefallen ist, können die Hubröhren
R6104 und R6105 im Oszillator oder die Röhren R6211 und R6212 im FM-
Verstärker defekt oder überaltert sein. Sie werden ebenfalls gemäß Ab-
schnitt 3.5. ausgewechselt.

3.2.4.1. FM-Klirrfaktor

Zusammen mit dem Hubmesser FMV und dem Klirrfaktormesser FTZ
BN 4816 lassen sich die Klirrfaktoren für Modulationsfrequenzen von 40 Hz,

1000 Hz und 15 kHz direkt ablesen. Der FMV wird hierfür ähnlich wie im Abschnitt 3.1.4. angeschlossen und eingestellt. Der FTZ wird an die Ausgangsbuchsen des Niederfrequenz-Ausgangs angeschlossen. Der Klirrfaktor kann für die entsprechende Modulationsfrequenz direkt am FTZ abgelesen werden.

3.2.4.2. Stereofähigkeit

Die Stereofähigkeit des SMFA in den Bereichen um 10,7 MHz und 86 MHz bis 118 MHz kann mit dem Coder MSC BN 4192/2 und dem Decoder MSDC BN 4193 und einem geeigneten stereofähigen Empfänger kontrolliert werden (Frequenzhubmesser FMV BN 4620/2; der FMV BN 4620 kann nach „Neues von Rohde & Schwarz“ Ausgabe 20, März 1966, Seite 27, stereofähig umgebaut werden). Es ist hierfür der MSC nach Abschnitt 1.1.7. oder 2.4.4.1. an den SMFA anzuschließen und einzustellen, das stereomodulierte HF-Signal mit einem geeigneten Empfänger zu demodulieren und die NF dem Decoder MSDC zuzuführen. Am MSDC kann das Übersprechen unter Beachten der Empfängerdaten direkt abgelesen werden.

3.2.5. Amplitudenmodulation

Die Amplitudenmodulation kann mit einem geeigneten Empfänger unter Zuhilfenahme eines Oszillografen kontrolliert werden. Zur Kontrolle des Modulationsgrades wird ein Empfänger mit ZF-Ausgang benötigt. Anhand des Verhältnisses der Hüllkurve zur Amplitude des unmodulierten HF-Trägers kann der Modulationsgrad ermittelt werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß bei starken Modulationsklirrfaktoren, wie sie im unregelmäßigen Fall in den Frequenzbereichen 5 bis 12 (22...510 MHz) auftreten können, die Anzeige des Modulationsgrades vom wirklichen Wert abweicht (siehe auch Abschnitt 2.4.4.2.). Mit einem Sampling-Oszillografen kann die Modulation im ganzen Frequenzbereich auch ohne Empfänger kontrolliert werden. Der Trägerrest ist bei starker Übermodulation des HF-Trägers zu kontrollieren, er soll $< 3\%$ sein.

3.2.6. HF-Ausgangsspannung

Die HF-Ausgangsspannung wird mit dem Röhrenvoltmeter URV BN 10913 nachgeprüft. Es ist dazu der Durchgangskopf BN 10804/50 und der 50- Ω -Abschlußwiderstand RMC BN 33527/50 erforderlich. An den Ausgang des SMFA wird zuerst der Durchgangskopf und dann der Abschlußwiderstand angeschlossen. Das URV zeigt dann die Spannung am Abschlußwiderstand an, das HF-Instrument 13 zeigt die EMK an. Sollte die Spannung an 50 Ω in der 1-V-Stellung des Stufenteilers 17 bei rechtem Anschlag des kontinuierlichen Teilers 15 nicht mindestens 0,5 V betragen und nach Abschnitt 2.4.2.6. mit der Nachstimmung auch nicht eingestellt werden können, so ist möglicherweise eine der Röhren Röl04 bis Röl14 überaltert oder defekt. Die Röhren müssen nach Abschnitt 3.5. ausgetauscht werden.

Mit der oben beschriebenen Anordnung kann der Frequenzgang der Bereiche im geregelten und ungeregelten Fall (siehe Abschnitt 2.4.2.6.) kontrolliert werden. Falls die im Abschnitt 1.3. angegebenen Grenzen nicht mehr eingehalten werden, muß das Gerät zur Trimmung des Gleichlaufs ins Stammwerk eingeschickt werden..

3.2.7. Stufenteiler und kontinuierlicher Teiler

Der Stufenteiler kann mit dem VHF-UHF-Meßempfänger ESU BN 150021 oder im Frequenzbereich unter 30 MHz mit dem Feldstärkemeßgerät HFH BN 15001 nachgemessen werden. Der SMFA wird hierfür an den Eingang des ESU angeschlossen. Sein Stufenteiler wird auf +110 dB gestellt, der kontinuierliche Teiler wird an den rechten Anschlag gedreht. Nach der Trägereinstellung und Eichung am ESU wird der Stufenteiler des SMFA und ESU um 10 dB zurückgedreht. Es muß hierbei am ESU in jeder Teilerstellung derselbe Ausschlag abgelesen werden.

Die Eichung des kontinuierlichen Teilers wird ähnlich durchgeführt, nur daß anstatt des Stufenteilers am SMFA der kontinuierliche Teiler um 10 dB zurückgedreht wird.

Eine genaue Nachprüfung kann mit dem Eichteiler DPU BN 18043 nach der Substitutionsmethode durchgeführt werden.

3.2.8. Modulationsgenerator

Die Frequenz des Modulationsgenerators kann mit der Zeitablenkung eines guten Oszillografen oder, wenn sie genau gemessen werden soll, mit einer Frequenzdekade (z. B. ND 99 K BN B444482) und einem Oszillografen als Indikator gemessen werden.

Der Oszillograf muß einen X- und einen Y-Eingang haben. Die Frequenz des Modulationsgenerators wird an den X-Eingang, die der Normalfrequenzquelle an den Y-Eingang des Oszillografen gelegt. Bei Frequenzgleichheit entsteht eine Ellipse, bei zusätzlicher Amplitudengleichheit ein Kreis.

Die Spannung des Modulationsgenerators und die Eichung auf dem Potentiometerknopf können mit dem NF-Millivoltmeter UVN BN 12003 kontrolliert werden. Falls die Frequenz ausgefallen ist, kann die Röhre R0281 defekt sein. Sie wird nach Abschnitt 3.5. ausgewechselt.

3.3. Funktionsbeschreibung

Die Schaltung des AM-FM-Meßsenders SMFA ist in vier Teilstromläufen dargestellt, die der Anhang der Beschreibung enthält. Anhand dieser Teilstromläufe sind im folgenden die Einzelheiten der Wirkungsweise der verschiedenen Stufen bzw. Baugruppen erklärt. Mit Hilfe der Bezeichnungen der Stecker und Buchsen, die die einzelnen Stufen miteinander verbinden, kann die Schaltung im Anschlußstromlauf leicht verfolgt werden.

Einen Überblick über den Zusammenhang der einzelnen Stufen gibt das Blockschaltbild Bild 22 und die Stromlaufauszüge der Bilder 23 bis 27. Im ~~Blockschaltbild sind die wichtigsten Schalter, Relais und Instrumente enthalten.~~ Es wird daher neben den Teilstromläufen und Stromlaufauszügen zur Erklärung der Wirkungsweise herangezogen.

3.3.1. HF-Teil und Rahmen

(siehe hierzu die Stromläufe 41300-1 S Bl. 1 und Bl. 2)

Der HF-Teil enthält den Oszillator mit dem Frequenzmodulator, den Synchronisierverstärker, die Puffer- und die Endstufe mit der Amplituden-

regelung und der Modulationsgegenkopplung. Der HF-Teil ist im Blockschaltbild (Bild 22) im oberen, strichpunktiert abgegrenzten Drittel dargestellt. Die Einzelheiten der Schaltung zeigt der Stromlauf: HF-Teil und Rahmen 41300-1 S Bl. 1 und Bl. 2. Um das unerwünschte Austreten der Hochfrequenzenergie aus dem Gerät zu vermeiden (Dichtigkeit) sind sämtliche Gleich- und NF-Spannungszuführungen in geeigneter Weise abgeblockt.

3.3.1.1. Oszillator

(siehe hierzu 41300-1.6 im Stromlauf 41300-1 S Bl. 1)

Als Oszillator arbeiten die beiden in Gegentakt geschalteten Nuvistoren R6102 und R6103. Ihre Anoden sind an die Statoren des Drehkondensators C43 angeschlossen. Für jeden der zwölf Frequenzbereiche wird eine getrennte Schwingspule in einem Gehänge parallel zum Kondensator C43 geschaltet. Diese Spule ergibt zusammen mit dem Drehkondensator den Schwingkreis. In den Frequenzbereichen 1 bis 6 (1,39...89 MHz) ist ein weiteres Drehkondensatorpaket parallelgeschaltet (C43I; C43II). Im Stromlauf 41300-1 S Bl. 1 sind die Spulen des 1. Bereichs 1,39...2,9 MHz gezeichnet. Sämtliche Gehänge (Schwingspulen) des Oszillators, der abgestimmten Treiberstufe und der Endstufe enthält der Stromlauf 41300-1 S Bl. 2. Die jeweiligen Bereiche sind mit je einem strichpunktierten Rechteck umgeben. Die mit 1 bis 20 bezifferten Anschlüsse führen in geschaltetem Zustand an die analogen Kontakte in der dazugehörigen Stufe. Die Bereichnummern 1 bis 12 stehen über den jeweiligen Schaltungszeichnungen. Die unter diesen Ziffern aufgeführten Zeichnungsnummern (41300-1.111 Oszillatorspule 1. Bereich) befinden sich auch auf der Stirnseite dieses Gehänges, und zwar nur der Teil hinter dem Minuszeichen.

Die obere Bereichsfrequenz wird im Herstellwerk in den Bereichen 5 bis 12 mit den Gehängetrimmern (z. B. Bereich 5 mit C1051), in den Bereichen 1 bis 4 durch Hinzuschalten eines Parallelkondensators eingestellt. Die untere Bereichsfrequenz wird in allen Bereichen mit den Spulenkernen getrimmt. Der Anodenstrom wird den beiden Röhren über die Mittelanzapfung der Schwingspule, die bei Gegentaktschaltung

kalt ist, zugeführt. Zur Siebung der HF ist eine UKW-Drossel in die Zuführung geschaltet. Je ein Kondensator C36, C37 dient zur Rückkopp- lung der phasenrichtigen Energie von der Anode einer Röhre auf das Gitter der anderen. Ein Widerstand des Schirmgitterspannungsteilers wird, um die HF-Amplitude der einzelnen Bereiche einander anzugleichen, umge- schaltet. Außer dem Oszillator befindet sich auch der Frequenzmodulator auf der Baugruppe 41300-1.6.

3.3.1.2. Frequenzmodulator

(siehe hierzu 41300-1.6 im Stromlauf 41300-1 S Bl.1)

Als Frequenzmodulator arbeiten die beiden Nuvistoren RÖ104 und RÖ105. In Gegentaktschaltung wirken sie als steuerbare Induktivität parallel zum Oszillatorschwingkreis. Die Schirmgitter werden mit Hilfe des Stabili- sators RÖ106 mit einer konstanten, niederohmigen Spannung versorgt. Das Hubnetzwerk 41300-1.5 sorgt dafür, daß der statische und der dynamische Hub bei Änderung der Trägerfrequenz konstant bleiben. Das Hubnetzwerk ist an der Vorderseite des Gußgehäuses hinter der Frontplatte angeordnet. Es besteht aus einem Mitlaufpotentiometer R40 mit mehreren belasteten Anzapfungen. Der Kurvenverlauf des Potentiometers wird in jedem Bereich entsprechend der Variation und des Kapazitätsverlaufs des Drehkonden- sators abgeglichen.

Die Feinverstimmung wird durch eine Arbeitspunktänderung der Hubröhren RÖ104, RÖ105 erreicht. Bei Röhrenwechsel kann ein etwaiger Hubfehler mit dem Potentiometer R43 (Bild 19) von außen korrigiert werden (siehe auch Abschnitt 3.5.). Das Zusammenwirken der Frequenzmodulation mit FM-Verstärker, Impedanzwandler und Anzeigeverstärker ist aus den Stromlaufauszügen der Bilder 20 und 21 ersichtlich.

3.3.1.3. Synchronisierverstärker

(siehe hierzu 41300-1.17.5 im Stromlauf 41300-1 S Bl.1)

Der Nuvistor RÖ101 dient zur Trennung des Synchr.-Eingangs an der Frontplatte vom transistorisierten Breitbandverstärker. Der Transistor T101

ist ein Impedanzwandler, der den hochohmigen Ausgang des Nuvistors R0101 an den niederohmigen Eingang des in Basisschaltung arbeitenden Transistors T102 anpaßt. Die Transistoren T102 und T103 bilden den eigentlichen Verstärker, der den ohne Vorspannung arbeitenden Transistor T104 ansteuert. Dieser Halbleiter erzeugt das zur Synchronisation notwendige Oberwellenspektrum. Das Oberwellenprodukt wird dem Steuergitter der Oszillatorröhre R0103 zugeführt. Die breitbandigen Guanella-Übertrager Tr101 bis Tr103 dienen zur impedanzmäßigen Anpassung der einzelnen Stufen. Unmittelbar vor dem Einrasten des Oszillators auf die gewünschte Oberwelle, tritt am Schwingkreis eine Schwebungsfrequenz auf. Die Spannung dieser Schwebung wird an der Anodenstromzuführung dem Schwingkreis entnommen und dem Synchronisations-Anzeigeverstärker (Abschnitt 3.3.2.3.) zugeführt.

Eine zusammenhängende Übersicht des Stromlaufs der Synchronisation mit Anzeige findet sich im Stromlaufauszug Bild 23.

3.3.1.4. Pufferstufe

(siehe hierzu 41300-1.7 im Stromlauf 41300-1 S Bl. 1)

Trennstufe

Mit den beiden Kondensatoren C47 und C48 wird die HF-Spannung lose vom Oszillatorschwingkreis ausgekoppelt und den in Gegentakt geschalteten Röhren R0108 und R0109 der Trennstufe zugeführt. Die Trennstufe sorgt für die ausreichende Rückwärtsdämpfung zwischen Endstufe und Oszillator, wodurch eine rückwirkungsfreie Modulation und Teilung des HF-Signals möglich sind. Die Gittervorspannung der beiden Röhren mit sehr steilen Kennlinien kommt zusammen mit der HF-Spannung vom Oszillator. Die HF-mäßige Abblockung der Katoden und Schirmgitter wird durch das Parallelschalten mehrerer induktivitätsarmer Kondensatoren erreicht. Die Schirmgitterspannung und der Anodenstrom werden gemeinsam zugeführt. An derselben Stelle wird die Gittervorspannung für das Röhrenpaar der Treiberstufe entnommen. Die Kondensatoren C113 und C115 führen den Gittern der Treiberstufe die HF-Spannung zu. Eine Trennwand dient als Schirm zwischen Trenn- und Treiberstufe.

Treiberstufe

Wie im Abschnitt Trennstufe erwähnt, erhalten die beiden in Gegentakt arbeitenden Röhren RÖ113 und RÖ114 von der Trennstufe die HF-Ansteuerspannung und die Gittervorspannung. Die Katoden und die Schirmgitter der beiden Röhren sind ähnlich wie in der Trennstufe mit mehreren parallelgeschalteten Kondensatoren verklatscht. Die beiden Anoden arbeiten über Schwingschutzwiderstände auf den abgestimmten Schwingkreis, der aus dem Drehkondensator C70 und den für die Bereiche verschiedenen Schwingspulen besteht. Die Umschaltung und die Zuordnung der Schwingspulen erfolgt analog, wie im Abschnitt 3.3.1.1 Oszillator beschrieben, ebenso die Trimmung der Bereichsfrequenzen. Die Treiberstufe hat eine große Verstärkung. Die Auskopplung der Ansteuerspannung für die nächste Stufe erfolgt hier induktiv durch eine zusätzliche Wicklung. Diese Wicklung ist in jedem Bereich individuell gestaltet. Der Anodenstrom wird den beiden Röhren durch die kalte Mittelanzapfung der Schwingspule zugeführt. Der Trimmer C131 dient zum Ausgleich der Röhrenkapazitäten bei Röhrenwechsel.

3.3.1.5. End- und Modulatorstufe

(siehe hierzu 41300-1.8 im Stromlauf 41300-1 S Bl. 1)

Die beiden Endstufentrioden RÖ110 und RÖ111 arbeiten ebenso wie die anderen Stufen im Gegentakt. Die beiden Röhren sind in Gitterbasisschaltung aufgebaut, sie wirken in den Frequenzbereichen 9 bis 12 als Frequenzverdreifacher. Die HF-Spannung wird über zwei Koppelkondensatoren C74, C75 zugeführt. Die Anoden der beiden Trioden arbeiten ähnlich wie in der Trennstufe und der Treiberstufe auf einen abgestimmten Schwingkreis, bestehend aus C82 und den jeweiligen Schwingspulen. Die Umschaltung und die Zuordnung der Schwingspulen erfolgt, wie im Abschnitt 3.3.1.1. Oszillator beschrieben. Im Gegensatz zu den in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen abgestimmten Kreisen wird hier nur die Schwingspule abgeglichen, und zwar am oberen Ende jedes Frequenzbereichs (ein Trimmer fehlt). Oszillator und Treiberstufe werden auf die Endstufenvariation getrimmt. Ähnlich wie in der Trenn- und der Treiberstufe ist ein Trimmer (C81

zum Ausgleich der Kapazitätsdifferenzen bei Röhrenwechsel vorhanden. Zusätzlich müssen hier mit Hilfe des Doppeltrimmers C79, C80 die Endstufenröhren neutralisiert werden. In den Frequenzbereichen 1 bis 4 arbeiten die beiden Trioden auf abgestimmte Bandfilter. Dies ist notwendig, um eine klirrfaktorarme Frequenzmodulation (Feinverstimmung) und gleichzeitig einen genügenden Oberwellenabstand zu garantieren. Der Anodenstrom wird über eine Mittelanzapfung der Schwingkreisspule zugeführt.

Die Auskopplung der Senderspannung erfolgt induktiv über eine zusätzliche Wicklung der Schwingspule. Zur Dämpfung der Oberwellen und zum Abgleichen der HF-Amplituden ist die Auskoppelschleife individuell in jedem Bereich mit einem Tiefpaß und Widerständen beschaltet. Die HF-Spannung wird über das Kabel K103 dem wellenwiderstandsrichtig dimensionierten Meßkopf mit kontinuierlichem Teiler zugeführt. Die HF-Amplitude wird vor dem kontinuierlichen Teiler zur Amplitudenregelung und Modulationsgegenkopplung, nach dem Teiler zur HF-Spannungsanzeige gleichgerichtet.

Die automatische Gittervorspannung der in C-Betrieb arbeitenden Röhren übernehmen die beiden Ansteuertransistoren T106 und T107. Die Tiefpässe L49, C84 und C85 trennen die HF- und NF-Schaltung voneinander.

3.3.1.5.1. Betriebsarten der Endstufe

HF-Spannung ungerregelt

Im ungerregelten Fall wird mit dem Kontakt a1 des Relais RsA eine konstante Vorspannung an die Basis des Transistors T108 gelegt, womit über seinen Emitter die beiden Ansteuertransistoren T106, T107 eine konstante Vorspannung erhalten. Durch die Kettenschaltung zweier komplementärer Transistortypen werden Arbeitspunktverschiebungen infolge Temperaturschwankungen kompensiert. T106 und T107 regeln den Anodenstrom der HF-Trioden auf einen konstanten Wert. Die Modulationsspannung steuert über die Transistoren T106, T107 und T108 die Röhren aus. Das Relais RsA schaltet außerdem die Anzeigespannung für den Modulationsgradmesser an den Emitter des Transistors T108. Hier bietet sich in der NF-Amplitude der Steuerspannung ein modulationsgradproportionales Kriterium zur Anzeige an.

Eine zusammenhängende Übersicht über die Amplitudenmodulation mit Anzeige gibt der Stromlaufauszug Bild 26.

HF-Spannung geregelt

(Bereiche 5 bis 12; 22...510 MHz)

Im geregelten Fall wird durch das Relais RsA die Regelschleife zur Amplitudenregelung und Modulationsgegenkopplung geschlossen.

Im Meßkopf wird von der Diode G1 112 die HF-Spannung gleichgerichtet und der Basis des Transistors T111 zugeführt. Die Zeitkonstante dieser Spitzengleichrichtung ist so bemessen, daß NF-Amplituden bis 50 kHz nicht beeinflusst werden. Wegen dieser hohen Modulationsfrequenz kann die Amplitudenregelung und Modulationsgegenkopplung erst ab 22 MHz angewendet werden. In den Bereichen 1 bis 4 (1,39...23 MHz) sorgt ein Kurzschlußbügel in den Spulengehängen dafür, daß das Relais RsA ständig angezogen bleibt und verhindert somit das Einschalten der Regelung. Die gleichgerichtete HF-Amplitude wird der Basis des Transistors T111 zugeführt, der mit dem Transistor T110 einen Differenzverstärker bildet. In dieser Schaltung reichen bereits die kleinsten Pegeländerungen an der Basis des Transistors T111 aus, um die Ausgangsspannung nachzuregeln.

Die in der Hüllkurve der HF-Spannung enthaltene Modulationsfrequenz wird mit der Spitzengleichrichtung von Diode G1 112 in eine NF-Spannung umgewandelt und über die Basis-Emitterstrecke des Transistors T111 dem Emitter des Transistors T110 zugeführt. Da dessen Basis festgehalten wird, erscheint das NF-Signal verstärkt am Kollektor und wird mit C91 phasenrichtig als Gegenkopplungsspannung der Basis des Transistors T108 zugeführt. Da die Modulationsspannung über C89 ebenfalls an die Basis von T108 gelangt, wird die Summe aus Modulationsspannung und Modulationsgegenkopplung an die HF-Röhren RÖ110 und RÖ111 weitergeleitet.

Das Relais RsA schaltet die am Emitter von T111 abgenommene modulationsgradproportionale Anzeigespannung an die Basis des Transistors T105. Da am Emitter T111 die von der modulierten HF-Hüllkurve gewonnene NF-Amplitude liegt, mißt man, solange der HF-Träger konstant gehalten wird, den echten Modulationsgrad.

Eine zusammenhängende Übersicht über die Amplitudenmodulation und ihre Anzeige gibt der Stromlaufauszug Bild 26.

3.3.1.5.2. 3-V-Stellung der HF-Ausgangsspannung

Die in dieser Stellung größere Ausgangsspannung (2 V EMK) wird durch eine Arbeitspunktschaltung des Transistors T108 im unregulierten Fall und des Transistors T110 im regulierten Fall mit den Kontakten des Relais RsB erreicht. Der Strom in den beiden Endstufenröhren RÖ110 und RÖ111 wird dadurch so weit erhöht, daß eine verzerrungsarme Amplitudenmodulation unmöglich wäre. Deshalb wird der Modulationseingang mit RsB an Masse gelegt.

3.3.1.5.3. HF-Anzeige und Ausgangsteiler

Nach dem kontinuierlichen Ausgangsteiler R158 ist die Diode Gl 113 zur HF-Ausgangsspannungsmessung eingebaut. Die Zeitkonstante der HF-Regelung wird in den Frequenzbereichen 5 bis 12 (22... 510 MHz) aus den Widerständen R157 und R140 mit dem Kondensator C104 gebildet. In den Frequenzbereichen 1 bis 4 (1,39... 23 MHz) wird individuell ein Kondensator parallel zu C104 geschaltet, um die Zeitkonstante für diese niedrigen Frequenzen zu erhöhen.

Mit dem Schalter S106 wird in Verbindung mit dem Teilerschalter S107 in der 3-V- (+120-dB-)-Stellung des Stufenteilers das Relais RsB geschaltet. Die Kontakte von RsB schalten neben den Arbeitspunkten der Endstufe auch den Bereich der Ausgangsspannungsanzeige um, und zwar durch Zuschalten der Widerstände R141 und R142 in den Stromkreis des HF-Instruments J503 (im 41300-5 S). Im 3-V-Bereich wird die Anzeige mit dem Regler R142, für sämtliche anderen Bereiche wird sie mit dem Regler R558 (im 41300-5 S) an der Frontplatte getrimmt.

Die am HF-Instrument J503 angezeigte EMK wird dem Stufenteiler S107, der aus 10-dB-Dämpfungsgliedern in Kettenschaltung besteht, heruntergeteilt. Der Schaltzustand der in Kette geschalteten Dämpfungsglieder ist

aus dem Diagramm für Teilerschalter im Stromlauf 41300-1 S Bl. 1 ersichtlich. Der im Diagramm und am Teilerschalter vermerkte Wert gilt immer für Vollausschlag am HF-Instrument J503.

Die Funktion der HF-Anzeige ist aus dem Stromlaufauszug Bild 27 ersichtlich.

3.3.2. Zwischenboden

(siehe hierzu den Stromlauf 41300-2 S)

Der Zwischenboden enthält alle Hilfsstufen für die Modulation des Senders und den Synchronanzeige-Verstärker. Das sind im einzelnen die Baugruppen:

FM-Impedanzwandler, FM-Verstärker, AM-Verstärker.

Synchronisieranzeige-Verstärker und RC-Generator.

Bei den Modulationshilfsstufen wurde auf eine klirrfaktorarme Verstärkung geachtet. Die Hilfsstufen zur Frequenzmodulation müssen ferner für die Übertragung des Stereo-Multiplex-Signals geeignet sein.

Der Zwischenboden ist im unteren linken Drittel des Blockschaltbildes zu finden. Die Einzelheiten der Baugruppen zeigt der Stromlauf Zwischenboden 41300-2 S.

3.3.2.1. FM-Impedanzwandler

(siehe hierzu 41300-2. 20 im Stromlauf 41300-2 S)

Dem hochohmigen FM-Verstärker folgt ein Impedanzwandler, der aus den ~~Transistoren T201 und T202 besteht, die in Emitterschaltung arbeiten.~~

Sein Ausgang steuert niederohmig die nachfolgenden Filter und das Netzwerk zur Konstanthaltung des Frequenzhubes an. Der Impedanzwandler addiert die zur Feinverstimmung dienende Gleichspannung zur Modulationsspannung.

Gleichstrommäßig wird der Eingangstransistor T201 über den Vorwiderstand R204, wechselstrommäßig über drei parallelgeschaltete Kondensatoren (C201 bis C203) angesteuert. Der durch die Koppelkondensatoren verursachte

Phasengang wird von dem Netzwerk aus C204 und R203 entzerrt. Die beiden Stufen sind galvanisch gekoppelt. Um die Arbeitspunktänderungen bei Temperaturschwankungen auszugleichen, ist für den Transistor T202 ein komplementärer Typ zum Transistor T201 gewählt worden. Um T201 und T202 auf gleicher Temperatur zu halten, sind sie von einem gemeinsamen Aluminiumblock umgeben.

Die Dioden Gl 201 bis Gl 203 dienen zum Schutz der Transistoren gegen Überlastung.

Im Stromlauf 41300-2 S befindet sich der FM-Impedanzwandler auf der äußersten linken Seite. Das Zusammenwirken des FM-Impedanzwandlers mit den anderen Baugruppen ist für die Frequenzmodulation aus dem Stromlaufauszug Bild 24 ersichtlich, für die Feinverstimmung aus dem Stromlaufauszug Bild 25.

3.3.2.2. FM-Verstärker

(siehe hierzu 41300-2.21 im Stromlauf 41300-2 S)

Der FM-Verstärker hebt den Pegel des Modulationssignals bei Eigen- oder Fremdmodulation und gibt es an den FM-Impedanzwandler weiter. Die Nuvistoren Rö211 und Rö212 bilden den zweistufigen FM-Verstärker. Die Modulationsspannung gelangt über C211 an das Gitter von Rö211. Mit Hilfe der Koppelkondensatoren C213, C214 wird die NF von der Anode Rö211 an das Gitter Rö212 gebracht. Die in Röhre Rö212 verstärkte NF wird über St202.17 an den FM-Impedanzwandler gelegt. Die Röhre Rö211 ist durch R217 gegengekoppelt und verstärkt nicht. Durch diese Gegenkopplung werden die Verzerrungen, die im Verstärker entstehen würden, nahezu vermieden.

Wegen der hohen Anforderungen an die Konstanz, geringe Störspannungen, Linearität und Alterungsbeständigkeit werden Nuvistoren verwendet. Die angebotene Modulationsfrequenz wird phasen- und amplitudengetreu übertragen, was wegen der Stereoeigenschaften des Senders wichtig ist.

Das Zusammenwirken des FM-Verstärkers bei Frequenzmodulation mit den dazugehörigen Baugruppen ist aus dem Stromlaufauszug Bild 24 ersichtlich.

3.3.2.3. Synchron-Anzeige-Verstärker

(siehe hierzu 41300-2.23 im Stromlauf 41300-2 S)

Im Synchron-Anzeige-Verstärker wird die Schwebungsfrequenz, die beim Synchronisiervorgang nach Abschnitt 2.4.1.3. entsteht, verstärkt und gleichgerichtet, so daß sie mit dem Instrument J502 angezeigt werden kann.

Die Transistoren T241 und T242 bilden einen zweistufigen, galvanisch gekoppelten Verstärker in Emitterschaltung. Die im Oszillator entstehende Schwebungsfrequenz wird über C241 dem Transistor T241 zugeführt. Wegen der starken Gegenkopplung über R247 wird das Eingangssignal nur geringfügig verstärkt und an die Basis von T242 weitergegeben. Diese Stufe verstärkt das Signal kräftig und speist den nachgeschalteten Spannungsverdoppler. Diese Gleichspannung wird dem Instrument J502 (im 41300-5 S) zugeführt. Gl 241 schützt es vor Überlastung.

Die gesamte Synchronisierschaltung ist am Stromlaufauszug Bild 23 ersichtlich.

3.3.2.4. AM-Verstärker

(siehe hierzu 41300-2.24 im Stromlauf 41300-2 S)

Der AM-Verstärker sorgt für eine genügende Pegelanhebung des Modulationssignals bei Eigen- oder Fremdmodulation und gibt die Modulationsspannung an die Ansteuertransistoren der Endstufe weiter.

Die Transistoren T261 und T262 bilden einen zweistufigen, stark gegengekoppelten Verstärker in Emitterschaltung. Dem Transistor T261 wird über den Koppelkondensator C261 die Modulationsfrequenz zugeführt. Die Kollektorspannung von T261 wird galvanisch an die Basis des Transistors T262 geführt.

Das Zusammenwirken der an der Amplitudenmodulation beteiligten Baugruppen ist anhand des Stromlaufauszuges Bild 26 ersichtlich.

3.3.2.5. NF-Generator mit veränderbarer Frequenz (10 Hz...100 kHz)

(siehe hierzu 41300-2.25 im Stromlauf 41300-2 S)

Der RC-Generator enthält die Röhre R6281 und die Transistoren T281 und T282. Das frequenzbestimmende Glied ist eine Wien-Brücke wie sie im Bild 13 vereinfacht dargestellt ist.

Die von der Röhre R6281 abgegebene Spannung wird im Transistor T282 verstärkt und in ihrer Phase um 180° gedreht. Der Transistor T281 verstärkt das NF-Signal noch einmal, ohne es jedoch in der Phase zu drehen. Der Kondensator C282 koppelt die Spannung bei Punkt A phasenrichtig in die Wien-Brücke zurück. Die Brückenausgangsspannung zwischen den Diagonalepunkten B \leftrightarrow D steuert die Röhre R6281. Der Heißleiter R286 im Brückenzweig A \leftrightarrow B regelt die Wechselspannung am Gitter der Röhre R6281 und hält damit die Ausgangsspannung des Oszillators auf einen konstanten Wert. Hierbei ist die Gitterwechselspannung so bemessen, daß die Aussteuerung genügend klein ist, um den Klirrfaktor niedrig zu halten.

Die Spannung des RC-Generators wird vom Emitter des Transistors T281 über den Kondensator C287 ausgekoppelt.

3.3.3 Frontplatte

(siehe hierzu den Stromlauf 41300-5 S)

Die Frontplatte enthält den Anzeigeverstärker für die Modulationsanzeige, das Netzwerk zur Erzeugung der Feinverstimmungsspannung, den Teiler der Modulationsanzeigebereiche und den Teiler zur Feinverstimmungsbereichumschaltung. Ferner sind die Schalter für Modulationsarten und Feinverstimmung und die Potentiometer für Hub, Modulationsgrad, Feinverstimmung und Modulations-Ausgangsspannung auf der Frontplatte untergebracht.

3.3.3.1. Anzeigeverstärker

(siehe hierzu 41300-5.2.18 im Stromlauf 41300-5 S)

Der Anzeigeverstärker dient zur Verstärkung und Gleichrichtung des modulationsproportionalen Niederfrequenzsignals, das für die Frequenzmodulation nach dem Impedanzwandler und für die Amplitudenmodulation an der Endstufe entnommen wird.

Das Relais RsD schaltet in Verbindung mit dem Schalter „Anzeige“ S504 den Eingang des Verstärkers bei Frequenzmodulation hinter den FM-Impedanzwandler, bei Amplitudenmodulation an die Endstufe. Bei Frequenzmodulation wird in den Frequenzbereichen 9 bis 12 (153... 510 MHz) das Eingangssignal über Relais RsE auf den 3fachen Wert gebracht, da in diesen Bereichen mit der Frequenz auch der Hub in der Endstufe verdreifacht wird.

Vor dem Koppelkondensator C505 wird das Signal durch den Bereichschalter S505 nach Bedarf an einem Spannungsteiler heruntergeteilt.

Die vier Stufen des Verstärkers sind in Emitterschaltung aufgebaut. Der Verstärker ist stark gegengekoppelt.

Vom Emitter des Transistors T504 gelangt die gleichzurichtende NF-Spannung an die Verdopplerschaltung, die aus C509, C510, Gl 503 und Gl 504 besteht. Über die Trimpotentiometer R550 und R551 gelangt die Richtspannung zum Schalter „Anzeige“ S504 und von dort zum Instrument J501 (7).

Das Zusammenwirken des Anzeigeverstärkers mit den übrigen Baugruppen ist für FM aus dem Stromlaufauszug Bild 24, für AM aus dem Stromlaufauszug Bild 25 zu ersehen.

3.3.3.2. Feinverstimmungsnetzwerk

(siehe hierzu den Stromlauf 41300-5 S)

Das Feinverstimmungsnetzwerk dient zur Erzeugung der einstellbaren positiven oder negativen Gitterspannung der Hubröhren RÖ104, RÖ105 im Oszillator. Gleichzeitig wird diese Spannung dem Instrument J501 zur Anzeige zugeführt.

Die erdsymmetrische Spannung von einigen Volt wird durch Anlegen der positiven Betriebsspannung über Vorwiderstände an R545 und der negativen Betriebsspannung an R546 erzeugt. Das Potentiometer R554 liegt parallel zu den Widerständen R545 und R546 und regelt damit die Feinverstimmungsspannung von Null bis zum Maximalwert. Mit dem Schalter S506 wird in Stellung „Aus“ sowohl das Potentiometer R554 als auch die Zuleitung zu den Hubröhren kurzgeschlossen, wodurch Anzeige und Feinverstimmung Null werden.

Die Anzeigespannung wird ebenfalls an den Widerständen R545 und R546 entnommen. Mit dem an Schalter S505 I liegenden Spannungsteiler kann der Anzeigebereich des Instruments J501 günstig eingestellt werden. In den Frequenzbereichen 9 bis 12 (153... 510 MHz) sorgt ein Kontakt des Relais R_{sE} dafür, daß der durch die Verdreifachung bedingte größere Hub richtig angezeigt wird.

Den Zusammenhang des Feinverstimmungsnetzwerkes mit den übrigen beteiligten Baugruppen kann aus dem Stromlaufauszug Bild 25 ersehen werden.

3.3.3.3. Teiler für AM, FM und Modulationsgenerator-Ausgangsspannung (siehe hierzu den Stromlauf 41300-5 S)

Die obengenannten Teiler sind in Verbindung mit den Modulationsart-Schaltern im rechten Drittel des Stromlaufs 41300-5 S dargestellt.

Ihr Zusammenwirken mit den dazugehörigen Baugruppen ist für FM im Stromlaufauszug Bild 24,
für AM im Stromlaufauszug Bild 26 enthalten.

3.4. Mechanischer Aufbau

(siehe hierzu die Bilder 12, 14 bis 18)

Der mechanische Aufbau des SMFA ist sehr übersichtlich und servicefreundlich gestaltet. Sämtliche Baugruppen, außer Synchronisierverstärker und Anzeigeverstärker, sind steckbare Einheiten und somit leicht auswechselbar.

Alle Einheiten können bei auftretenden Defekten getrennt ins Stammwerk oder zur nächsten R&S-Vertretung eingesandt werden. Beim Ausfall einer der HF-Stufen ist es jedoch zweckmäßig, wegen der Trimmung des individuell verschiedenen Gleichlaufs, das ganze Gerät ins Werk einzusenden, falls der Ausfall einer Stufe nicht durch Röhrenwechsel gemäß Abschnitt 3.5. beseitigt werden kann. Zum Betrieb des Gerätes mit hochgeklapptem Rahmen und entfernter Frontplatte (um das HF-Teil und die Hilfsgruppen zur Messung zugänglich zu machen) befindet sich im Kastenboden ein Adapterkabel (Bild 14).

In den nachfolgenden Kapiteln ist die Handhabung beim Auswechseln einiger Baugruppen zur Reparatur und Überprüfung genauer beschrieben.

3.4.1. Abnehmen der Frontplatte

Nach Lösen der vier rot gekennzeichneten Schrauben an der Frontplatte kann das Gerät aus dem Kasten gezogen werden.

Zum Überprüfen des Anzeigeverstärkers, der Umschaltung und Einstellglieder der Modulationsspannungen der Feinverstimmung und des NF-Ausgangsteilers ist es notwendig, die Frontplatte abzunehmen. Hierfür wird wie folgt vorgegangen:

Nachstehende Bedienungselemente müssen durch Lösen der Befestigungsschrauben entfernt werden:

- 2, 3 Grob-, Feintrieb des HF-Generators. Es muß darauf geachtet werden, daß die Antriebsachse eine Bohrung hat, in die die Madenschraube beim Wiederaufsetzen der Knöpfe zur Fixierung eingreifen muß. ~~Wird dies nicht beachtet, besteht die Gefahr,~~ daß die Antriebsachse verdrückt wird und der Grob-Feintrieb-Knopf nicht mehr abgezogen werden kann.
- 10 Nachstimmknopf. Es muß darauf geachtet werden, daß sich die Markierung des Nachstimmknopfes in der Mitte des Drehbereichs mit der Marke auf der Frontplatte deckt.
- 16 Bedienungsknopf des kontinuierlichen HF-Ausgangsspannungsteilers.

- 17 Knebelknopf des Stufenteilers.
- 18 Schalterknopf für Modulationsgenerator-Bereiche.
- 20 Drehknopf Modulationsgenerator-Abstimmung.
- 22 Knebelknopf zur Bereichumschaltung des HF-Generators.

Der Anschluß an der Dezifix-Umrüstbuchse 15 an der Rückseite der Frontplatte kann mit einem 11-mm-Gabelschlüssel gelöst werden.

Der Anschluß an der Synchronisier-Eingangsbuchse wird durch Lösen des BNC-Steckers getrennt.

Jetzt sind die beiden Senkschrauben neben den unteren, rot gekennzeichneten Gehäusebefestigungsschrauben und die Inbusschrauben zur Griffbefestigung zu lösen. Die Frontplatte muß nun vorsichtig vom Gerät abgehoben werden. Es ist dabei darauf zu achten, daß das Aluminium-Kabel K106 nicht im Stecker klemmt und deshalb abreißt. Stecker und Buchse (St1; Bu1) befinden sich zwischen HF-Ausgang 16 und dem Knopf „Bereiche“ 18 an der Frontplatten-Rückseite. Beim Wiederaufsetzen der Frontplatte muß ebenfalls auf Stecker St1 und Buchse Bu1 und die HF-Zuführung geachtet werden.

Die Frontplatte kann nun, wie Bild 14 zeigt, über das Adapterkabel (im Kastenboden) mit dem Gerät verbunden und zur Reparatur auf dem Stecker St1 aufgestellt werden.

3.4.2. Auswechseln der Netzteilplatte

(siehe hierzu 41300-3.4)

Die Netzteilplatte ist, nachdem das Gerät nach 3.3.1. aus dem Gerätekasten gezogen ist, von der Rückseite her zugänglich.

Wie Bild 15 zeigt, kann die Platte nach Lösen von zwei Schrauben gegenüber dem Stecker St301, Buchse Bu301 ausgewechselt werden. Falls ein etwaiger Fehler durch Auswechseln der Platte nicht beseitigt ist, kann das gesamte Netzteil nach Entfernen des St3,4 und Lösen der vier Befestigungsschrauben am Rahmen herausgenommen und zu Rohde & Schwarz eingeschickt werden.

3.4.3. Befestigungsrahmen für Modulationshilfsgruppen und

Netzteil entfernen

Der Rahmen zur Befestigung der Modulationshilfsgruppen und des Netzteiles kann nach Lösen der zwei unteren Befestigungsschrauben zur besseren Zugänglichkeit hochgeklappt werden (Bilder 16 und 17). Vor dem Hochklappen ist darauf zu achten, daß die Stellungen der Knöpfe „Abstimmung“ und „Bereichumschaltung“ des NF-Generators fixiert werden (Tesakrepp), damit die Frequenz des NF-Generators mit der Skala in Übereinstimmung bleibt. Zum Betrieb im hochgeklappten Zustand wird das Adapterkabel im Kastenboden verwendet.

Beim Zusammenbau muß darauf geachtet werden, daß die Kupplungen und der Stecker St2 mit der Buchse Bu2 ohne Beschädigung zusammengeführt werden. Auf keinen Fall Gewalt anwenden!

3.4.4. Zwischenboden entfernen

Die Baugruppen im Zwischenboden sind nach Hochklappen des Befestigungsrahmens gemäß Abschnitt 3.3.3. leicht zugänglich (Bilder 16 und 17). Durch Zurückschieben der Sicherungsklammern kann die Befestigungsschiene abgenommen werden. Die gesteckten Baugruppen können jetzt zur Überprüfung oder zum Röhrenwechsel leicht herausgezogen werden. Die individuell verschiedene Aussparung jeder Baugruppe verhindert das Einsetzen in eine falsche Buchse.

Mit dem Adapter (BN 41300-2.22), der zwischen den Baugruppen steckt, kann jede Steckeinheit hochgesetzt betrieben werden. Es ist dadurch sowohl die Leiterseite als auch die Bauteilseite zur Messung und Überprüfung zugänglich, ohne daß andere Baugruppen hierbei stören.

3.4.5. HF-Teil entfernen

Bevor der Deckel des HF-Teils entfernt werden kann, muß der Hilfsrahmen gemäß Abschnitt 3.3.3. hochgeklappt werden. Jetzt müssen sämtliche Schrauben des Druckdeckels gelöst werden (Bild 16). Beim Wiedereinsetzen des HF-Deckels ist darauf zu achten, daß die neun Schrauben für die Trennstege zwischen den Kammern länger sind.

Ausbauen der HF-Stufen

Sollen die drei HF-Stufen (Bild 17 und 18) aus dem Gußgehäuse genommen werden, muß, um die Kontaktfedern vor Zerstörung zu schützen, wie folgt vorgegangen werden:

- a) Segment (Spulenhalter) neben dem senkrecht unter der gedruckten Platine stehenden Spulenhalter herausnehmen. (Schraube an der Stirnseite des Segments lösen, Segment nach hinten herausziehen.)
- b) Mit dem Bereichschalter die Leerstelle der Spulentrommel unter die Platine schalten. Die Abstimmung auf die untere Bereichfrequenzgrenze stellen.
- c) Befestigungsklotz (Bilder 17 und 18) des Endstufendrehkondensators durch Lösen der Befestigungsschrauben (außen am Gußgehäuse) lockern.
Der Klotz muß beim späteren Herausziehen der Platine geführt werden, damit er sich nicht verkanten kann.
- d) Verbindungskabel (K103) Endstufe \leftrightarrow Teiler mit einem 11-mm-Gabelschlüssel lösen.
- e) Platten vorsichtig herausziehen, nicht kanten. Röhrenwechsel oder Reparatur durchführen.
- f) Vor dem Wiedereinsetzen Rotor des Drehkondensators völlig in den Stator eindrehen. (Abstimmung muß auf untere Bereichfrequenzgrenze gestellt sein.)
- g) Befestigungsklotz der Endstufe in die Schrauben einfädeln und während des Einschlebens der Endstufe halten.
- ~~h) Vor dem Einschleben der Platten Leerstelle der Spulentrommel senkrecht nach oben schalten. Platten vorsichtig einschleben, nicht kanten.
Platinen müssen plan mit dem Gußgehäuse abschließen.~~
- i) Bei der Pufferstufe (BN 41300-1.7) ist darauf zu achten, daß das Schirmblech zwischen den Röhrenpaaren in die Massefedern geschoben wird.
- j) Einrasten der Kupplung durch Verdrehen der Rotorachse nach beiden Seiten kontrollieren.

- k) Bereichschalter um eine Rasterung weiterschalten.
- l) Fixierstifte der Spulenhalter (Rückseite) in die Bohrungen der Spulentrommel einführen, Befestigungsschraube an der Vorderseite eindrehen.
- m) Befestigungsschrauben des Abstandsklotzes in der Endstufe wieder festschrauben. Verbindungskabel (K103) Endstufe \longleftrightarrow Teiler in die Teilerbuchse stecken, festschrauben.
- n) Röhren, Röhrenhalterungen und Anodenkappen auf guten Sitz kontrollieren. Drehwinkel der Drehkondensatoren auf mechanischen Gleichlauf kontrollieren.

Die Punkte c), d), g) und m) gelten nur für die Endstufe 41300-1.8, der Punkt i) nur für die Pufferstufe 41300-1.7. Sämtliche anderen Punkte der Vorschrift gelten für alle drei HF-Stufen (41300-1.6, -1.7 und -1.8) gemeinsam.

Nach dem Ausbau der gedruckten Platten sollen die Kontakte der Bereichsspulen und die Kontaktfedern der Platten 41300-1.6, -1.7 und -1.8 mit in Tri getauchter Watte geputzt und danach mit dem Kontaktfett Synthesin M400 leicht eingefettet werden.

Geht man beim Herausnehmen der HF-Platten (41300-1.6, -1.7 und -1.8) nicht nach dem vorigen Schema vor, werden die HF-Kontakt- und Stromzuführungsfedern zerstört. Sollte dies der Fall sein, muß das Gerät unbedingt zum Stammwerk eingeschickt werden.

Das Bild 18 zeigt zwei Bereichsegmente entfernt, die Endstufe 41300-1.8 ganz und die Pufferstufe 41300-1.7 halb herausgezogen.

Synchronisierverstärker

Muß der Synchronisierverstärker (Bild 17) zum Röhrenwechsel oder zur Reparatur ausgebaut werden, so muß zuerst der Oszillator 41300-1.6 gemäß dem Abschnitt „Ausbauen der HF-Stufen“ ausgebaut werden. Nach Lösen der beiden Befestigungsschrauben des Kabels K101, der Befestigungsmutter an der Kabelbuchse von K101 und des Steckers St101 kann der Verstärker nach unten herausgezogen werden. Der Druckdeckel kann nach Lösen der Befestigungsschrauben abgenommen werden.

Nach dem Austauschen des Nuvistors R0101 ist die Anodenkappe und die Röhrenhalterung wieder aufzusetzen und der Verstärker im umgekehrten Sinn zusammen- und einzubauen.

3.5. Röhrenwechsel

Falls irgendwelche Röhren ausgewechselt werden, müssen sie durch die gleichen Typen wieder ersetzt werden.

Verschiedene Röhren können ohne Einfluß auf die Funktion des Gerätes ausgewechselt werden, das Auswechseln anderer erfordert gewisse Nachgleicherarbeiten, damit die im Abschnitt 1.3. angegebenen Eigenschaften erhalten bleiben. Hierauf ist im folgenden näher eingegangen:

R0101 bis R0114

Die Lage der Röhren R0101 bis R0114 im Gerät zeigen die Bilder 17 und 18. Im Stromlauf sind sie im Teil 41300-1 S Bl. 1 enthalten.

R0101 (Synchronisierverstärker)

Nach dem Auswechseln dieser Röhre sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

R0102 und R0103 (HF-Oszillator)

Ein Auswechseln dieser Röhren kann infolge von Exemplarstreuungen der Röhrenkapazitäten die Frequenz an den oberen Enden der Bereiche beeinflussen. Es ist deshalb notwendig, die Frequenz gemäß Abschnitt 3.1.1. nachzuprüfen. Ein Nachstellen der Frequenz, am besten am oberen Bereichende, ist mit den Trimmern der jeweils eingeschalteten Gehänge möglich.

R0104 und R0105 (Frequenzmodulator)

Ähnlich wie bei den Röhren R0102 und R0103 kann hier infolge Exemplarstreuungen der Röhrenkennwerte der Frequenzhub und die statische Feinverstimmung verfälscht werden. Mit dem Potentiometer R43 (Bild 12) können der Hub und die Feinverstimmung nachgeregelt werden. Das Potentiometer R43 ist auf der linken Seite der Gußwand (von vorn gesehen) festgeschraubt, seine Achse kann von außen betätigt werden.

Die Feinverstimmung kann gemäß Abschnitt 3.1.2., der Frequenzhub gemäß 3.1.1. nachkontrolliert werden.

Rö108 und Rö109 (Trennstufe)

Nach dem Auswechseln dieser Röhren sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Rö113 und Rö114 (Treiberstufe)

Nach dem Auswechseln dieser Röhren kann wegen der Exemplarstreuung der Röhrenkapazitäten der abgestimmte Schwingkreis verstimmt sein und somit der elektrische Gleichlauf gestört werden. Dies macht sich in einem Absinken der HF-Ausgangsspannung und einer Verschlechterung der Amplitudenmodulationseigenschaften bemerkbar (hoher Klirrfaktor durch Begrenzerwirkung).

Im Frequenzbereich 6 muß bei 89 MHz die Ansteuerspannung am Punkt 5 (Endstufe, Kollektor des Transistors T106, Bild 17) mit einem Röhrenvoltmeter gemessen und durch Abgleichen am Trimmer C131 (Bild 18) auf Maximum gebracht werden.

Rö110 und Rö111

Ein Auswechseln dieser Röhren kann infolge der Streuung der Röhrenkapazitäten den Endstufenschwingkreis und somit den elektrischen Gleichlauf verstimmen. Außerdem kann das Brückengleichgewicht der Neutralisation, das durch den Doppeltrimmer C79/C80 hergestellt wird, verschoben sein, wodurch der Trägerrest bei Amplitudenmodulation ansteigt. Es muß zuerst der Trägerrest bei übermoduliertem HF-Träger im Frequenzbereich 8 kontrolliert (wie im Abschnitt 3.1.5. beschrieben) und gegebenenfalls mit dem Doppeltrimmer C79/C80 auf Minimum gestellt werden (Bild 17).

Die Verschlechterung des Gleichlaufs macht sich ohne Regelung (Nachstimmknopf 10 gezogen) durch Ausgangsspannungseinbrüche am Bereichende (höchste Frequenz in jedem Bereich) bemerkbar. (Kontrolle nach Abschnitt 3.1.6.)

Falls der Sender die unter 1. 3. angegebenen Eigenschaften nicht mehr einhält, muß mit Hilfe des Trimmers C81 (Bild 17) die Ausgangsspannung im Frequenzbereich 8 bei 158 MHz auf Maximum getrimmt werden.

Werden die Eigenschaften immer noch nicht eingehalten, muß das Gerät zu R&S eingeschickt werden.

Rö211, Rö212 und Rö281

Diese drei Röhren befinden sich auf Baugruppen des Zwischenbodens 41300-2 S. Die Röhren Rö211 und Rö212 enthält der FM-Verstärker 41300-2. 21, die Röhre Rö281 der NG-Generator 41300-2. 25.

Es sind bei keiner dieser Röhren weitere Maßnahmen nach dem Auswechseln erforderlich.