

Frequenz- und Zeitstandardgerät HG 414A

Technische Beschreibung und Bedienungshinweise

Inhalt

- 1 Bestimmung
- 2 Technische Daten
- 4 Funktionsprinzip
- 6 Allgemeine Hinweise über Inbetriebnahme
- 7 Sicherheitsmaßnahmen
- 8 Arbeitsweise
 - 8.1 Bedienungs - Einstimmung und Schaltregler
 - 8.2 Vorbereitung der Meßarbeiten !
 - 8.3 Meßarbeiten
 - 8.3.1 Funktion der Frequenz- und Zeitbewahrung
 - 8.3.2 Messen der relativen Frequenzabweichung des 5 MHz Außensignals
 - 8.3.3 Korrektur der Hauptzeitskala
 - 8.3.4 Messen der zeitlichen Verschiebung der Außenzeitskala
 - 8.3.5 Einstellen der laufenden Zeit
- 10 Unterbringung der Baugruppen im Gerät
- 11 Beschreibung des Schaltschemas
 - 11.1 Quarzoszillator
 - 11.2 Verstärker 5 MHz
 - 11.3 Formierer 1 MHz
 - 11.4 Formierer 0,1 MHz
 - 11.5 Synthesator 5,31746 MHz
 - 11.6 Frequenzmultiplizierer
 - 11.7 Diskriminator
 - 11.9 Formierer 1
 - 11.10 Formierer 2
 - 11.11 Indikator
 - 11.12 Spannungsstabilisator + 20V
 - 11.13 Spannungsstabilisatoren + 15, - 15, + 5V
 - 11.14 Synthesator
 - 11.15 Quarzfilter
 - 11.16 Mischer 50 kHz
 - 11.17 Mischer 500 kHz
 - 11.18 Netzfilter
 - 11.19 Kontrollblock
- 12 Hinweise zur Fehlerbeseitigung

Anlagen

- 1 Tabellen der Spannungen an Halbleitern
- 2 Transformatoren und Spulendaten
- 3 Elemente mit begrenzter Lebensdauer
- 4 DIN, Dezimalnummern der technischen Daten vom Zubehör die in diesem Gerät verwendet wurden 132

Verzeichnis der Abbildungen

- 1.1 Außenseite des Gerätes
- 3.1 Kombiniertes Satz 4.067.090

- 3.2 Kombierter Satz 4.067.091
- 4.2 Mikrowellenübergangskurve in Rubidiumatomen (Rb 87)
- 4.5 Formieren von Impulse "Abfrage 1", 2abfrage 2"
- 4.9 Rastersignale für Multiplexierung
- 8.1 Bedienungselemente an Vorder- und Rückseite
- 10.1 Gehäuse des Gerätes
- 10.2 Blocks und Baugruppen
- 11.3 Diskriminator
- 11.5 Zeitdiagramme, die die Frontübertragungen erklären
- 11.6 Zeitdiagramme, die die Funktion des Abzählens-Schemas erklären
- 11.7 Zeitdiagramme, die die Funktion des Addierungsschemas erklären
- 11.8 Zeitdiagramme, die die Addierungs- und Abziehungsschema erklären
- 11.9 Zeitdiagramme der Signalformierung der Impulsbreitenmodulation

Schemenverzeichnis

- 4.1 Vereinfachtes Strukturschema
- 4.3 elektrisches Strukturschema
- 4.4 Strukturschema der Formierer der Hauptzeitskala
- 4.6 Strukturschema des Zeitzählers
- 4.7 Hilfsformierer der Zeitskala
- 4.8 Multiplizierer der relativen Frequenzabweichung
- 4.10 Strukturschema Netzteil
- 4.11 Impulsstabilisator
- 9.1 Schema der Geräteeinschaltung zur Verzögerungsnachprüfung der Zeitskala
- 9.2 Schema der Geräteeinschaltung zur Prüfung des Synchronisationsfehlers der Zeitskala
- 9.3 Schema der Geräteeinschaltung für relative Frequenzabweichung im Meßbereich 10 und 100 Sekunden
- 9.4 Schema der Geräteeinschaltung zur Prüfung der relativen Frequenzabweichung
- 11.1 Schaltschema des Quarzoszillators
- 11.2 Schaltschema Verstärker 5 MHz
- 11.4 Prinzipschaltbild des Dekadenteiler

Tabellenverzeichnis

- 2.1 Bedienungshinweise
- 2.2 Abmessung und Gewicht
- 3.1 Zubehör
- 8.1 Bedienungselemente
- 9.1 Prüfmittel
- 9.2 Daten der Prüfmittel
- 9.3 Prüfung des Diskret-Formierungsverzögerers
- 10.1 Block- und Baugruppenverzeichnis mit ihren Positionen
- 11.1 Einstellung der laufenden Zeit
- 12.1 Fehlertabelle

- 1.1 Frequenz- Zeitstandart HG 414A ist zur Prüfung von Quarzoszillatoren, Frequenz- und Zeitmeßgeräten

bestimmt.

1.2 Betriebsbedingungen:

Umgebungstemperatur 0 bis 50°C
rel. Luftfeuchtigkeit: bis 98% bei 25°C
Netzspannung: 220V $\pm$ 10% bei 50 Hz,
oder $\pm$ 5% bei 400 Hz,
oder + 27V $\pm$ 10%
Luftdruck: 630 bis 795 mm QS

Technische Daten

- 2.1. Zulässige Frequenzabweichung bei Lieferung $< \pm 2 \cdot 10^{-11}$
- 2.2 Die relative systematische Frequenzänderung soll nach 24 Stunden des Warmlaufens, bei einer Änderung der Umgebungstemperatur von $\pm 1^\circ\text{C}$ nicht mehr als $\pm 1 \cdot 10^{-12}$ (Variante A) und $\pm 2 \cdot 10^{-13}$ (Variante B) sein.
- 2.3 Die relative Hauptfrequenzabweichung soll im Laufe der technischen Ressource nicht mehr als $\pm 4 \cdot 10^{-10}$ bei der Variante A und $\pm 8 \cdot 10^{-11}$ bei der Variante B sein.
- 2.4 Die relative zufällige Quadratmittelfrequenzabweichung soll nach 24 Stunden des Warmlaufens bei der Umgebungstemperaturänderung im Rahmen von $\pm 1^\circ\text{C}$ nicht mehr als $3 \cdot 10^{-12}$ bei der Variante A und $1 \cdot 10^{-12}$ bei der Variante B sein.
- 2.5 Die relative Quadratmittelfrequenzabweichung soll nicht mehr betragen als:
nach 2 Stunden Warmlaufen:
16 $\cdot 10^{-12}$ nach 1 s,
7 $\cdot 10^{-12}$ nach 10 s,
3 $\cdot 10^{-12}$ nach 100 s,
nach 4 Stunden Warmlaufen
7 $\cdot 10^{-12}$ nach 1 s,
3 $\cdot 10^{-12}$ nach 10 s.
- 2.6 Die relative Frequenzabweichung soll nach 4 Stunden Warmlaufen nicht mehr als $5 \cdot 10^{-12}$ sein.
- 2.7 Der mittlere Wert des Temperaturkoeffizienten der Frequenz ist im Bereich der Betriebstemperaturen ca. $8 \cdot 10^{-13}/\text{K}$.
- 2.9 Das Gerät zeigt an der Hauptskala die Daten mit den Parametern:
Folgeperiode 1 s,
Signalpolarität: positiv
Impulslänge: 10 bis 20 μs
Die Frontlänge $< 0,03 \mu\text{s}$ im Niveau von 0,1 bis 0,9 Impulsamplitude $> 2,5 \text{ V}$ an 50 Ohm
- 2.10 Das Gerät hat eine Hilfsskala der Zeit mit Folgeperioden von 1 s oder 0,1 s.
Sonst. Daten wie 2.9
Amplitudenimpuls $> 2,5 \text{ Volt}$ an 50 Ohm
- 2.11 Signalverzugsbereich im Haupt- und Hilfsband von
0 bis 999999,9 μs mit Abstand von 0,1 μs .
- 2.12 Synchronisationsabweichung zwischen der Haupt- und Außenzeitskala soll nicht mehr als $\pm 0,1 \mu\text{s}$ sein.
Die Synchronisationsparameter von Impulsen:
Polarität: positiv
Folgefrequenz: 1 Hz
Länge: $> 2 \mu\text{s}$
Frontlänge: $< 0,1 \mu\text{s}$
Amplitude: $> 2,5 \text{ V}$ an 300 Ohm || 300 pF
- 2.13 Die Toleranz der Zeitverschiebung von Impulsen der Außenzeitskala im Unterschied zur Hauptzeitskala soll nicht größer als $\pm 0,1 \mu\text{s}$ sein.
- 2.14 Das Gerät hat die Zeitanzeige: hh mm ss

Das Gerät zeigt seine technische Daten im Rahmen der Normen, die in den Punkten 2.1 bis 2.20

und Betriebsbedingungen 1.2 angeführt wurden, sowie nach der Arbeit in Grenzbedingungen nach Ablauf von 4 Stunden in Normalbedingungen.

2.23 Das Gerät gewährleistet einen Dauerbetrieb bei Einhaltung der technischen Daten.

2.24 Betriebszeit bis Versagen > 5.000 Stunden. Nutzungsdauer 12 Jahre

Gamma-Prozentrassource 10.000 Stunden ≈ 14 Monate

4. Funktionsprinzip

4.1

Das Funktionsprinzip des Rubidium-Frequenz-Generators HG 414A ist auf die Frequenzstabilisierung des Quarzoszillators (durch AFC) im Frequenzbereich der elektromagnetischen Absorption beim Übergang der Rubidiumatome ($Rb\ 87$) von einem Energiesustand in den anderen, gebaut. Eine hohe Frequenzstabilität des Ausgangssignals ist durch die Frequenzstabilität des Etalonatomübergangs und die schmale Breite der Spektrallinie bedingt.

4.2

Das Funktionsprinzip der AFC ist im Schaltbild Abb 4.1 gezeigt. Die Glaszelle mit Rubidiumgas ($Rb\ 87$) befindet sich im Hohlraumresonator, der auf die Frequenz des Mikrowellenübergangs abgestimmt ist. Das Licht der Gasentladungslampe mit dem Gas desselben Stoffes wird optisch gefiltert und fällt auf die Photodiode. Gleichzeitig wird die Absorptionszelle der UHF-Wirkung des Resonatorfeldes ausgesetzt. Diese wird durch die multiplizierte Frequenz des Quarzoszillators angeregt.

Weil zwischen der Übergangsfrequenz der Rubidiumatome ($Rb87$) und der Quarzoszillator-Frequenz keine Multiplizität besteht, erhält man das UHF-Signal folgenderweise:

Das Signal von 6.840 MHz erhält man durch die Vervielfachung des Oszillatorsignals ($5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 19$).

Dann wird zum vervielfachten Signal das Synthesesignal zugemischt und erhält das UHF-Signal von 6.834,682.54 MHz, das für die Erregung des Übergangs in den Rubidiumatomen erforderlich ist.

Das UHF-Signal ist frequenzmoduliert. Die Niederfrequenzphasenmodulation

erreicht man in einer Multiplizierstufe. Die Absorption des Rubidiumatomlichtes ändert sich laut des Modulationsgesetzes. Am Ausgang der Photodiode bekommt man ein Signal, das die Abweichung der multiplierten Quarzoszillatorfrequenz von der Linienmitte des Atomübergangs zeigt.

Das vereinfachte elektrische Strukturschema des Frequenz- und Zeitstandartgeräts HG 414A

- 1 Diskriminator
- 2 Optischer Filter
- 3 Gaszelle
- 4 NF-Verstärker
- 5 Synthesator
- 6 Frequenzmultiplikator
- 7 Modulator
- 8 Synchrondetektor
- 9 Quarzoszillator

Wenn die Frequenz des UHF-Feldes im senkrechten Bereich der Resonanzkurve der Etalonatom-Übergangslinie ist, ist die Signalphase am Ausgang der Photodiode um 180 Grad im Vergleich zur Modulatorsignalphase verschoben. Die Verschiebung gleicht 0, wenn sich die Frequenz des UHF-Feldes im steigenden Bereich befindet (Abb.4.2.). Bei der Nachstimmung des UHF-Signals genau auf die Mitte der Atomabsorptionslinie ändert sich der Strom der Photodiode mit (der) doppelten Modulationsfrequenz. Das Signal der ersten Harmonischen wird aber dabei zu Null.

Die Abb. 4.2. erklärt, wie das Signal des Fehlers vom Ausgang der Photodiode bei verschiedenen Fällen der Verstimmung entsteht. Das Signal der Photodiode wird verstärkt und zum Synchrondetektor gleichzeitig mit dem Signal des Modulationsgenerators geführt. Am Ausgang des Synchrondetektors bekommt man Gleichstrom von Plus- oder Minuspolarität je nachdem, ob sich die Frequenz des UHF-Feldes im steigenden oder sinkenden Bereich der Resonanzkurve des Etalonübergangs befindet. Diese Gleichstromspannung wirkt auf die Kapazitätsdiode des Quarzoszillators und führt seine Verstimmung zurück.

4.3.

Nun wollen wir etwas näher die Arbeit der AFC betrachten indem wir uns das Schaltschema Abb 4.3. ansehen. Ein Sinussignal von 5 MHz kommt vom Quarzoszillator zum Frequenzmultiplizierer, der die Frequenz bis 90 MHz vervielfacht ($5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2$) und dann zum Hochfrequenzverstärker.

Die Kurve des Mikrowellenüberganges in Atomen des Rubidiums (Rb 87) Abb 4.2.

Das Ausgangssignal des HF-Verstärkers wird durch drei nacheinander eingeschaltete Frequenzteiler in zwei Signale umgewandelt:

das Sinussignal mit Frequenz von 86,8 Hz, das für die Phasenmodulation im Frequenzmultiplizierer verwendet wird, und Impulssignale (Meander-Typ) mit Impulsfolgefrequenz von 86,8 Hz, das als Tragsignal für den Synchrondetektor dient. Vom Ausgang des Frequenzmultiplizierers kommt das Signal zum Harmonischen-Generator der eine Diode enthält und sich im Rubidiumdiskriminator befindet. Um UHF-Wert gleich der Frequenz des Rubidiumübergangs zu bekommen, wird das Ausgangssignal des Frequenzmultiplizierers mit dem Signal des Frequenzsynthesators gemischt. Die Diode spielt gleichzeitig die Rolle eines Multiplizierers und eines Mischers. Der Resonator des Rubidiumdiskriminators ist auf die Frequenz des 0-0-Übergangs abgestimmt und gleicht:

$$f(\text{Überg}) = f(Qg) \cdot n \cdot m - f(\text{synt}) \cdot k \quad (1)$$

wobei

$f(\text{Überg}) = 6834,68254$ MHz, die Frequenz des 0-0-Übergangs ist

$f(Qg) = 5$ MHz (Quarzfrequenz)

$n = 18$ Koeffizient des Vervielfachers

$k = 1$

$m = 76$ Koeffizient des Harmonischengenerators

$f(\text{synt}) = 5,31746$ MHz = Ausgangsfrequenz des Synthesators

Vom Diskriminatorausgang geht das Signal des Fehlers zum Niederfrequenzverstärker, von dem das verstärkte Signal zum Synchrondetektor kommt. Vom Synchrondetektor geht der Gleichstrom zum Integrierverstärker, was den Regulierkoeffizient des automatischen Frequenznachstimmungssystems erhöht, ohne Stabilitätsstörungen. Vom Ausgang des Integrierverstärkers kommt die Nachstimmungsspannung zur Kapazitätsdiode des Quarzoszillators und wirkt so, dass sich dessen Verstimmung dem Nullwert nähert. Auf solche Weise ist die Frequenz des Quarzoszillators im automatischen Nachstimmungsbereich gleich:

$$f(Qg) = [f(\text{Überg}) + f(\text{synt}) \cdot k] / [n \cdot m] \quad (2)$$

4.4. Das Gerät HG 414A formiert, außer der Etalonfrequenz, auch Etalonsignale der Zeit-Haupt- und -Hilfsskalen; zeigt die laufende Zeit in Stunden, Minuten und Sekunden; mißt die Zeitablenkung der Außen- und Hilfsskalen in Bezug auf Hauptzeitskala; synchronisiert die Hauptzeitskala durch die Impulse der Außen- oder Hilfszeitskala und mißt die relative Frequenzabweichung des Außensignals 5 MHz zum Frequenznormal.

4.5.

Die Formierung von Zeitskalen wird im Gerät durch die Teilung des hochstabilen Signals von 10 MHz mit Hilfe eines Frequenzteilers (Abb. 4.3.) durchgeführt. Dieser Frequenzteiler besteht aus:

dem Hauptfrequenzteiler, der die Hauptzeitskala bildet und dem Hilfsfrequenzteiler, der die Hilfszeitskala bildet. Das Signal 10 MHz liegt dauernd am Eingang des Hilfsfrequenzteilers, unabhängig von der Betriebsweise des Gerätes; zum Hauptfrequenzteiler kommt es aber nur durch einen elektronischen Schalter, der bei allen Funktionen offen ist, außer der Funktion der Messung der relativen Frequenzabweichung $\Delta f/f$.

4.6. In der Funktion des laufenden Zeitzählers (Funktion "t") schaltet das Schaltsystem (s. Abb. 4.3. zum Dechiffратор den Zeitzähler ein, der mit Ausgang des Hauptfrequenzteilers verbunden ist und gibt Impulse mit der Frequenz von 1 Hz. Die Information vom Dechiffратор kommt zur Anzeige, die die laufende Zeit zeigt.

4.7.

In der Funktion der Messung der Abweichung der Außen- oder Hilfszeitskala im Vergleich zur Hauptzeitskala (Funktion " Δt ") schaltet das Schaltsystem (Abb 4.3) zum Dechiffратор den Speicherblock ein, der mit dem Ausgang des Hauptfrequenzteilers verbunden ist. Wenn der Impuls von der Außen- oder Hilfsskala kommt, wird der Zustand des Hauptfrequenzteilers gespeichert. Dieser Zustand entspricht dem Abweichungswert der Zeitskala. Diese Information geht vom Dechiffратор zur Anzeige, die in diesem Fall den Abweichungswert der Zeitskala zeigt. Messungsfehler kann einer Periode des Eingangssignals gleichen, das zum Hauptfrequenzteiler kommt: $\pm 0,1 \mu s$.

4.8.

Bei der Synchronisation der Hauptzeitskala (Abb. 4.3.) geht der Impuls der Außen- oder Hilfszeitskala zum Hauptfrequenzteiler. Im Moment des Eingangs dieses Impulses werden die Dekaden des Hauptfrequenzteilers zurückgesetzt, was dem Moment der Impulssignale der Hauptzeitskala entspricht. So erfolgt die Synchronisation der Hauptfrequenzkala.

4.9.

Die Messung der relativen Frequenzabweichung des Außensignals 5 MHz vom Signalfrequenz (Funktion $\Delta f/f$), ist auf Multiplizierung dieser Abweichung 10^4 fach gegründet. Der Multiplizierer der relativen Frequenzabweichung gibt rechteckige Impulse, deren Länge mit der relativen Frequenzabweichung verbunden ist:

$$T = T_0 \cdot (1 \pm K \cdot \Delta f/f) \quad (3)$$

wobei

$$T_0 = 1 \text{ sec}$$

$K = 10^4$ Multiplizierkoeffizient der relativen Frequenzabweichung

$\Delta f/f$ = die relative Frequenzabweichung des zu messenden Signals von der Frequenz des Gerätesignals.

Während des Impulses vom Multiplizierer der relativen Frequenzabweichung ist der Schlüssel (Abb.4.3) offen und zum Eingang des Hauptfrequenzteilers kommt M-Zahl der Impulse, die:

$$M = T/t_0 = T_0 \cdot (1 \pm K \cdot \Delta f/f) / t_0 \quad (4)$$

wobei t_0 = die Periode des Signals 10 MHz ist. Nach dem Wirkungsablauf des Impulses des Multiplizierers der relativen Frequenzabweichung wird der Schlüssel zugemacht. Der Block gibt automatisch Befehl auf Speichern in den Speicherblock von Information des Hauptfrequenzteilers (sowie in der Funktion " Δt "). Das Schaltsystem schaltet in dieser Funktion ($\Delta f/f$) zum Dechiffратор den Speicherblock ein, der mit dem Ausgang des Hauptfrequenzteilers verbunden ist. Das Signal geht vom Dechiffratorausgang zur Anzeige der eine Zahl zeigt. Diese Zahl wird sich vom Frequenznormal durch einen vollen Zahlwert der Abweichung unterscheiden.

Nachdem die Information des Hauptfrequenzteilers im Speicherblock gespeichert wurde, gibt der automatische Block den Befehl den Zustand des Hauptfrequenzteilers auf Null umzustellen. Von diesem Moment an ist der Hauptfrequenzteiler wieder bereit, die Impulse aufzunehmen. Um die Pausen zwischen den nacheinander folgenden Messzyklen zu verkürzen, gibt der automatische Block (nachdem der Hauptfrequenzteiler auf Null gesetzt wurde) den Befehl den Frequenzteiler des Multiplizierers der relativen Frequenzabweichung auf "9" einzustellen. Gleich danach stellt ihn der erste Impuls, am Eingang des Frequenzteilers, auf Null ein. Von diesem Moment an beginnt der Impuls zu formieren, der vom Ausgang der Multiplizierers der relativen Frequenzabweichung zum regulierenden Schlüssel kommt, d.h. ein neuer Messzyklus beginnt.

4.10

Formatieren der Hauptzeitskala

Zum Eingang des Frequenzverdopplers kommt das Sinussignal 5 MHz (Abb 4.4).

Vom Ausgang des Frequenzverdopplers geht das Sinussignal mit der Frequenz von 10 MHz zum Formierer. Im Formierer werden die Sinussignale mit der Frequenz von 10 MHz in Impulse positiver Polarität mit der Folgefrequenz von 10 MHz umgewandelt, die dann zum Eingang des Hilfsfrequenzteilers gehen, und durch eine Startschaltung zum Eingang des Hauptfrequenzteilers ($10 \gg 1 \text{ MHz}$),

1 MHz $\gg$ 1 Hz) kommen (Anbindungsschaltung und Abfrageformierer). Bei kurzzeitiger Ausschaltung des Eingangssignals oder des Stroms geht das Signal nicht durch die Startschaltung, dadurch wird die Genauigkeit der Information erhöht. Der Hauptfrequenzteiler besteht aus sieben Dekadenfrequenzteilern laut dem Schema "Frontenübertragung" um die Verzögerung vom Signal zu minimieren. Das ist für (die) Verminderung der Unstabilität von Kanälen des Formierens der Hauptfrequenzskala und für Schaffung der günstigen Bedingungen für Einspeichern der vorhandenen Information in den Hauptfrequenzteiler in der Funktion " Δt " notwendig. Die Impulse der letzten Dekade des Hauptfrequenzteilers dienen zum Start des Zeitzählers; sie werden mit der Länge formiert ($T = 15 \mu s$) und stehen in Verbindung mit der Taktfrequenz 10 MHz, was neben der "Frontenübertragung" im Hauptfrequenzteiler die Unstabilität des Formierenskanals der Hauptzeitskala minimisieren. Dann werden die Impulse verstärkt und zum Geräteausgang geführt.

4.11

Wertmessung der Zeitablenkung zwischen den Zeitskalas.

Die elektrische Strukturschema der Formierung der Hauptzeitskala.

- 1 Frequenzverdoppler
- 2 Formierer
- 3 zum Hilfsfrequenzteiler
- 4 Anlaßschaltung
- 5 Frequenzteiler
- 6 Frequenzteiler
- 7 Formierer
- 8 Verbindungsschema
- 9 Leistungsverstärker
- 10 Formierer Abwurf 1,-2
- 11 Pufferspeicher
- 12 Pufferspeicher
- 13 Multiplexer
- 14 Abfrageformierer
- 15 zum Zeitzähler
- 16 Außen S
- 17 Verzögerung S
- 18 Außen / Innen
- 19 Abfrage 1
- 20 Abfrage 2
- 21 Raster
- 22 zum Indikator

Die andere Information von Informationsausgängen der sieben Dekaden des Hauptfrequenzteilers 10 MHz $>$ 1 Hz kommt zum Speicherregister (Abb 4.4). Das Einspeichern der Information erfolgt durch Einkommen der Impulse "Abfrage" der Außenzeitskala oder der Impulse der Hilfszeitskala zum Eingang des Formierers. Um einen Informationsfehler zu vermeiden, werden Impulse "Abfrage 1" und "Abfrage 2" formiert, die entsprechend zu den Frequenzen 10 MHz und 1 MHz gebunden werden (Abb 4.5). Der Impuls "Abfrage 1" dient zum Einspeichern der schnelländernden Information vom Frequenzteiler 10 $>$ 1 MHz, der Impuls "Abfrage 2" zum Einspeichern der Information vom Frequenzteiler 1 MHz $>$ 1 Hz. Wenn zum Eingang der Abfrageformierer die Impulse Außen- oder Hilfszeitskala gegeben werden, wird das Gerät entsprechend dem Zeitablenkungswert der Impulse der Außen- oder Hilfszeitskala im Vergleich der Impulse der Hauptzeitskala.

Dekadenzustand des Hauptfrequenzteiles ändert sich von 0000000 bis 9999999, wobei 0000000 dem Impulsmoment der Hauptzeitskala entspricht. Beim Eingang zum Abfrageformierer der Impulse vom Außen- oder Hilfszeitskala wird im Speicherregister eine siebenstellige Dezimalzahl "N" eingespeichert, die die Impulszahl der Frequenz von 10 MHz zeigen soll: Die Impulszahl, die zum Hauptfrequenzteiler seit dem letzten Impuls der Hauptzeitskala angekommen sind.

Impulsformierung "Abfrage 1", "Abfrage 2"
"Abfrage"
Abb 4.5

Der Indikator zeigt dabei den zeitlichen Abweichungswert zwischen den Impulsen der Haupt- und Außenskala oder zwischen den Impulsen der Haupt- und Hilfsskala, abhängig von der Schalterstellung "EXT - INT".

4.12

Synchronisation der Hauptzeitskala

Bei der Synchronisation der Hauptzeitskala gehen die Impulse von der Außenzeitskala oder von der Hilfszeitskala (abhängig von der Schaltposition EXT - INT) zum Cdpoc?-Formierer 1,2 (Abb 4.4), die die Impulse "Cdpoc? 1" und "Cdpoc? 2" mit Längen von 0,04 und 0,6 μ s Nulleinstellen des Frequenzteilers 10 > 1 MHz und des Frequenzteilers 1MHz > 1 Hz im Hauptfrequenzteiler. Weil der Nullzustand des Hauptfrequenzteilers den Impulsmomenten der Hauptzeitskala entspricht, erfolgt in diesem Fall die Synchronisation der Hauptzeitskala laut der Außen- oder Hilfszeitskala mit einer Abweichung von $\pm 0,1 \mu$ s.

4.13

Zählen und Einstellen der laufenden Zeit.

Das elektrische Strukturschema des Zeitzählers ist in der Abb 4.6 zu sehen. Der Zeitzähler hat sechs Stellen. Je zwei Stellen für Sekunden, Minuten und Stunden. Die Stellen der einzelnen Sekunden und Minutenzähler sind auf der Basis des 10fachen Frequenzteilers, und die Stellen der Zehnen von Sekunden und Minuten auf der Basis des 6fach Frequenzteilers gefertigt.

Der Zeitzähler hat eine Kapazität von 23 St, 59 Min und 59 Sekunden. Nachdem diese Zahl erreicht wird, stellt sich der Zähler auf 00 h, 00 m, 00 s ein. Im Zeitzähler ist die laufende Zeit vorgesehen, die dafür notwendig ist, dass die Anzeige in der Funktion "t" der realen Zeit entsprechen.

Die elektrischen Strukturschema des Zeitzählers

- 1 Raster
- 2 Multiplexer
- 3 Zum Indikator
- 4 Sekundentaktimpulsschema
- 5 Sekundenzähler
- 6 Minutentaktimpulsschema
- 7 Minutenzähler
- 8 Stundentaktimpulsschema
- 9 Stundenzähler
- 10 Abtrennung
- 11 Sekundeneinstellung
- 12 Minuteneinstellung
- 13 Ergänzung
- 14 Stundeneinstellung

Zu diesem Zweck sind die Zähler von Sekunden, Minuten und Stunden durch die Baugruppe der Einstellung von Sekunden, Minuten und Stunden getrennt, die ihrerseits folgende Signale regieren:

- Signal der Trennung der Stunden- Minuten- und Sekundenzähler (log 0); dieses Signal formiert sich in der Funktion "t" und in der Schalterposition "Zeiteinstell" des Schalters "Zeiteinstell - Zählen".
- Signale h, m, s (log 1), die die Werte von Stunden, Minuten und Sekunden im entsprechenden Zähler einstellen; dabei blinkt der gewählte Rang mit der Freq. 5 Hz (Stunden, Minuten oder Sekunden); Diese Signale erhält man beim drücken der Taste "start"; - einzelne Impulse, mit deren Hilfe ein notwendiger Wert in dem Zähler eingestellt wurde, der von Signalen h, m, s ausgewählt wurde; Diese Impulse werden durch drücken der Taste "Korrektion" bewirkt.

Anmerkung:

Im Zeitzähler ist eine Korrekturmöglichkeit vorgesehen. (Im Sekundenrang, bei der Schalterposition "Zählen" des Schalters "Zeiteinstell-Zählen"). Solch eine Möglichkeit realisiert das Regiersignal "Ein-

fügung" (log 0).

4.14

Formierer der Hilfszeitskala.

Die Formierung der Hilfsskala erfolgt mit Hilfe des Hilfsfrequenzteilers (Abb 4.7), der - wie auch der Hauptfrequenzteiler, die Hauptzeitskala formiert, - aus sieben Dekadenfrequenzteilern laut dem Schema "Übertragungsfronten" gefertigt wurde. Dieser Hilfsfrequenzteiler 10 MHz > 1 Hz ist durch die Baugruppe des Impulshinzufügen - und Abziehens getrennt ist, die für die Hemmung der Hilfszeitskala in Bezug auf die Hauptzeitskala im Bereich von 0 bis 999999,9 ms dienen. Die Hilfszeitskalaablenkung erfolgt durch Hinzufügung oder Abziehen der Impulse an den Frequenzen von 10 MHz, 100 kHz, 1 kHz und 10 Hz. Bei der Hinzufügung des Impulses zu der Trägerfrequenz überholt die Hilfszeitskala (eine Periode), bei der Abziehung von einer Periode.

Elektrisches Strukturschema der Formierung der Hilfszeitskala

- 1 Auswahlschema
- 2 Formierer
- 3 Frequenzteiler
- 4 Frequenzteiler
- 5 Frequenzteiler
- 6 Frequenzteiler
- 7 Verbindungsschema
- 8 Leistungsverstärker
- 9 Verzögerung S
- 10 Einstellung (h,m,s)

-37-

Die Regelung der Baugruppe des Impulshinzufügen- und Abziehens erfolgt durch die folgenden Signale: - das Signal der Zeiteinstellung Δt (log 1); dieses Signal wird in der Funktion " Δt " formiert; - die Signale A?,h,m,s (log 1)- Bewirkung der Ablenkung in den Rängen 100 ms, 1 ms, 10 μ s oder 0,1 μ s (dabei blinkt der gewählte Rang mit der Frequenz 5 Hz); diese Signale werden durch Betätigung der Taste "Start" formiert; - einzelne Ablenkungsimpulse + und - mit deren Hilfe die Addition oder Subtraktion der Impulse im ausgewählten Rang erfolgt; diese Impulse werden durch Betätigung der Taste "Korrektion +" formiert.

4.15

Messung der relativen Frequenzabweichung des 5 MHz Außensignals.

Das elektrische Strukturschema der relativen Frequenzabweichung ist in der Abb 4.8 angeführt.

Die Abb 4.8. zeigt das Multiplizierprinzip der 10fachen relativen Frequenzabweichung durch zweistufige Frequenzumformung des 5-MHz- Außensignals. In dieser Funktion ($\Delta f/f$), erfolgt die Einspeicherung der Daten des Hauptfrequenzteilers im Speicherregister. Der Befehl über die Informationseinspeicherung, der vom automatischen Block ausgegeben wird (s.Abb 4.3) kommt zum Abfrageformierer (Abb 4.4) ähnlich den Signalen der Außen- und Hilfsskalen in der Funktion " Δt ". In dieser Funktion " $\Delta f/f$ " geht der Nulleinstellungsbefehl des Hauptfrequenzteilers (der Befehl wird vom automatischen Block nach der Einspeicherung im Registerspeicher des Hauptfrequenzteilers -Abb 4.3- formiert) zum Nulleinstellungsformierer (s. Abb 4.4), ähnlich den Signalen der Außen- oder Hilfszeitskala bei der Synchronisation der Hauptzeitskala.

Das elektrische Strukturschema der relativen Multiplizierfrequenzabweichung

- besonderes Blatt -

4.16

Digitalindikation der Information

Auf dem Digitalindikator wird die Information vom Ausgang der registerspeicher des Hauptfrequenzteilers (in den Funktionen " Δt ", " $\Delta f/f$ ") oder vom Ausgang des Zeitzählers (in der Funktion " t " an der Vorderseite des Gerätes angezeigt (s.Abb.4.3). Zur Verminderung des Stromverbrauchs wurde ein dynamisches Indikationssystem verwendet, deshalb wird die Zeitcode der Zeitzählerränge durch ein Multiplexer (Abb 4.6.) in 4 Linien 1-2-4-8 umgeformt. Auf dieselbe Weise wird die Information des Registerspeichers des Hauptfrequenzteilers durch den Multiplexer (Abb 4.4) in 4 Linien 1-2-4-8 umgeformt. Die Ausgangssignale der Multiplexer gehen zum Schaltblock (Abb 4.3) der abhängig von

der gewählten Funktion zum Dechiffратор der den entsprechenden Multiplexer einschaltet. Die Kode 1-2-4-8 vom Ausgang des gewählten Multiplexers wird vom Dechiffратор 4/7 in sieben Signale verarbeitet.

Die Baugruppe der Auswahl (Abb 4.7) spielt die Rolle des Funktionsschalters sie richtet die Impulse von 15 ms Länge mit Folgefrequenzen von 1 oder 10 Hz zum Impulsformierer. Dann werden die formierten (der Länge nach) Impulse der Hilfszeitskala zur 10 MHz-Frequenz gebunden (das gewährleistet mit der "Frontübertragung" im Hilfsfrequenzteiler die Unstabilität der Formierung der Hilfszeitskala zu minimieren). Dann werden diese Impulse verstärkt und zum Ausgang des Gerätes geführt.

Rastersignale (Ausgangssignale) für Multiplexierung

Die Kontrolle des Verzögerungswerts der Hilfszeitskala erfolgt bezüglich der Hauptzeitskala bei der Verschiebungseinführung in der Funktion " Δt " in der Schalterfunktion "Innen" des Schalters "Innen-Außen"; dabei wird der Verzögerungswert am Indikator in der Form einer siebenstelligen Dezimal gezeigt.

4.17

Für die Erleichterung der Handhabung ist im Gerät eine konstante Betriebskontrolle und automatische Diagnose von zehn Fehlerarten, die durch LD und 7segment an der Vorderseite des Gerätes angezeigt werden, eingebaut. Zu diesem Zweck ist im Gerät ein Kontrollblock (Abb 4.3) eingebaut, zu dem die Gleichstromsignale der kontrollierten Baugruppen und Ketten kommen.

Das Funktionsprinzip der LD "Betrieb" (grün) und "Alarm" (rot) besteht darin, dass bei der Abstimmung des UHF-Signals auf die Mitte der Atomabsorptionslinie (bei normalem Betrieb des Gerätes) nur die zweite Harmonische im Diskriminatorausgang ist; die erste Harmonische geht gegen Null. Dann leuchtet die grüne Diode, die rote bleibt dunkel.

Beim Ausfall der Schaltung leuchtet die rote LD und die grüne bleibt dunkel. Die Nummer des fehlerhaften Blocks wird in der Siebensegment-Anzeige angezeigt. Der Alogarithmus der automatischen Fehlerbestimmung des Kontrollblocks ist mit Berücksichtigung folgender Beschränkung bestimmt. Die Zahl der gleichzeitig auftretenden Defekte sollte 1 nicht übersteigen.

Der Kontrollblock überwacht auch den Spannungswert des Gleichstrom vom Ausgang des Integrierverstärkers und schaltet die LD "+" oder "-" ein, wenn die Nachstimmspannung am Ausgang des Integrierverstärkers den Wert von $|0,5|$ Volt übersteigt.

4.18

Im Gerät HG 414A befindet sich ein Netzteil (Abb 4.10), dass den Betrieb des Gerätes an 220V AC, sowie auch an 27V DC ermöglicht. Beim Ausfall des 220V Netzes geht das Gerät automatisch auf die 27V Versorgung unterbrechungsfrei über. Die stabilisierte Spannung von 20 Volt erhält man mit Hilfe von Längsstabilisatoren; die Spannung +15, +5 und -15 Volt erhält man durch Impulse des Stabilisators der Impulsbreitenmodulation.

Die Strukturschema der Impulsstabilisatoren sind identisch (Abb 4.11).

6. Beim Betrieb des Gerätes ist auf eine freie Lüftung zu achten

7.1 Das Gerät gehört zur Schutzklasse 01

8.1.

Die Funktionsbestimmungen der Regler und ihre Anfangsposition

Pos 1 (gemäß Abb 15)

Anzeige

der laufenden Zeit,

der relativen Frequenzabweichung,

der zeitlichen Verschiebung der Zeitskala

Pos 2
Anzeige des Normalbetriebes, bzw des Versagens,
Anzeige der Fehlernummer

Pos 3
Quarz, +, -
Potentiometer zum Abgleich der Quarzfrequenz
Anfangsposition: auf Erde

Pos 4
AFC
Schalter schaltet AFC ein
Ausgeschaltet beim Warmlaufen. Danach eingeschaltet

Abb 8.1

Pos 5
EXT - INT
Schalter - Wahl der Synchronisation und Messen der zeitlichen Verschiebung
der Zeitskala
AP (Anfangsposition): INT

Pos 6
COUNT - TIME SET
Funktionsschalter - Zeitzähler - Zeiteinstellung
AP: zählen

Pos 7
1s, 10s, 100s
Meßzeitumschalter
AP: 1 s

Pos 8
10 Hz, 1 Hz
Umschalter der Frequenzimpulse der Hilfszeitskala
AP: 1 Hz

Pos 9
Synch.
Taste - Synchronisierung der beim gleichzeitigen Druck auf die Taste "Start"

Pos 10, 11
Korrektur +, -
Knöpfe - Verschiebung der Hilfszeitskala.
Einstellung der laufenden Zeit (Knopf "Korrektur +")

Pos 12
>
Knopf - Funktionsumschaltung

Pos 13
Start
Knopf - Start der Hauptzeitskala

Pos 14

$t, \Delta f/f, \tau$
LD, Anzeige der Funktionen

Pos 15
Netzschalter
AP Aus, nach unten

Pos 16
Buchse - Eingang des Außensignals 5 MHz

Pos 17,18
Buchsen - Ausgang der Haupt- und Hilfszeitskala

Pos 19
Buchse - Eingang der Außenzeitskala

Pos 20
2 Amp, Sicherung des Gleichstroms + 27V

Pos 21
Netz

Pos 22

Pos 23,24
0,1 MHz, 1MHz
Buchsen der Ausgangssignale

Pos 25,26
5 MHz, 10 MHz
Buchsen der Ausgangssignale

8.2 Vorbereitung für Messungen

8.2.1. Prüfen Sie die Anfangspositionen der Regler gemäß Tabelle 8.1.1

8.2.2 Schalten Sie "Netz" ein (nach oben)

8.2.3. Lassen Sie das Gerät 2 Stunden warmlaufen.

8.2.4. Prüfen Sie das Gerät und seinen Betrieb folgendermaßen:
- Schalten Sie den AFC-Umschalter ein, danach soll die grüne LD leuchten.
Wenn eine der LD "+" oder "-" blinkt, drehen Sie den Regler "Quarz" in Richtung dieser LD bis Beide erloschen sind.

Drücken Sie den Knopf "Start" dann den Knopf ">" so oft, bis die LD "t" leuchtet. Dabei wird die Anzeige eine willkürliche Zeit anzeigen, die sich jede Sekunde ändert. Prüfen Sie die Signale der Zeitskalen. Drücken Sie dazu den Knopf ">" so oft bis die Anzeige erlischt. Dabei werden die LD "t" und " τ " mit einer Periode von 1 sek blinken. Das spricht für ein vorhandensein der Haupt- und Hilfsskala. In der Position "10Hz" des Umschalters "10 Hz - 1 Hz" werden die LD mit einer Periode von 0,1 s blinken.

Wenn nach Ablauf der Warmlaufzeit die rote "Alarm" LD leuchtet und auf der Siebensegmentanzeige eine Zahl aufleuchtet ist mit einem Ausfall des Gerätes

zu rechnen. Jede Zahl entspricht einem bestimmten Fehler. Bei der Fehlerbeseitigung folgen Sie den Hinweisen im § 12.

Die Signale der Hauptzeitskala werden nach der Betätigung des Knopfes "Start" gezeigt. Nach der kurzfristigen Ausschaltung des Gerätes kann man die Hauptzeitskala nach der Betätigung des Knopfes "Start" gestartet werden.

8.3 Messung

8.3.1 Funktion - Frequenz- und Zeitschaltung

Diese Funktion (dabei leuchtet "t") ist typisch, wenn das Gerät im Zeitdienst genutzt wird; oder als Generator von stabilen Trägerfrequenzen.

8.3.2 Messung der relativen Frequenzabweichung des Außensignals 5 MHz. Diese Funktion nutzt man bei der Nachprüfung von Quarzgeneratoren mit dem Ausgangssignal 5 MHz. Mit dem Knopf ">" schalten Sie die Funktion " $\Delta f/f$ " ein.

Geben Sie das Außensignal 5 MHz zur Buchse "Außen 5 MHz". Stellen Sie die notwendige Meßzeit "1s", "10s" oder "100s" ein. Das Meßresultat wird in relativen Einheiten auf der Anzeige dargestellt. Man muß dabei beachten, daß die letzte Stelle, bei einer Meßzeit von 1 sek, $1 \cdot 10^{-11}$ bedeutet. Bei einer Meßzeit von 10 oder 100 sek ist die Auflösung $1 \cdot 10^{-12}$.

Wenn das Resultat auf der Anzeige eine Zahl mit Nullen vorn ist, bedeutet das, daß die Frequenz des zu prüfenden Generators niedriger als die des Standardgerätes ist.

Wenn das Resultat auf der Anzeige vorn neun aufweist, ist die Frequenz des zu prüfenden Generators höher als die des Standardgerätes (bis 10^7).

Beispiel 1:

Anzeige 0000324, Meßzeit 10 sek.

Die Frequenz des zu prüfenden Generators ist niedriger als die des Standardgerätes, und zwar um den Faktor $324 \cdot 10^{-12}$

Beispiel 2:

Anzeige 9999841, Meßzeit 100 sek.

Die Frequenz des zu prüfenden Generators ist um den Faktor $159 \cdot 10^{-13}$ höher als die des Standardgerätes. (Muß wohl heißen: $159 \cdot 10^{-12}$!).

8.3.3

Korrektur der Hauptzeitskala

Diese Funktion wird benutzt, wenn es notwendig ist, die Hauptzeitskala auf einen bestimmten Zeitintervall zu verschieben.

Dazu muß man mit dem Knopf ">" die Funktion " τ " einstellen und den Umschalter "EXT - INT" auf "INT" schalten. Dabei zeigt die Anzeige den Zeiverschiebungswert zwischen der Haupt- und der Hilfszeitskala. Mit Hilfe der Knöpfe "Korrektur +, -" stellen Sie auf der Anzeige den notwendigen Verschiebungswert (Wert der letzten Stelle 0,1 $\cdot 10^{-24}$ s), mit dem Knopf "Start"

machen Sie Bereichverschiebung. Der Bereich der geändert werden kann, blinkt mit einer Frequenz von 5 Hz. Um den angezeigten Verschiebungswert in die Hauptzeitskala einzugeben, muß man für ca. 3 Sekunden die Knöpfe "Start" und "Synchr." gleichzeitig drücken und dann loslassen. Die Anzeige soll dabei 000000,0 $\cdot 10^{-24}$ s anzeigen (also 0000001 oder 0000000 oder 9999999).

Beispiel für die Eingabe einer Verzögerung

Nehmen wir an, daß die Zeitskala des Gerätes eine Verspätung von $35,5 \mu\text{s}$ zur Eichzeit hat, d.h. man braucht eine Korrektur von $+ 35,5 \mu\text{s}$. Für diese Korrektur muß man auf der Anzeige die Zahl $M = 10000000 - 355 = 9999645$ einstellen. Wenn man eine Korrektur von minus $35,5 \mu\text{s}$ braucht, stellt man auf der Anzeige die Zahl 355 ein. Übernahme???

Die Korrektur der Hauptzeitskala durch das Außensignal wird folgenderweise durchgeführt:

Schalten Sie den Umschalter "EXT - INT" auf die Position "EXT". Auf die Buchse "Außen S2" geben Sie das Signal der Außenzeitskala. Die Anzeige zeigt den Zeitunterschiedswert zwischen der Haupt- und der Außenskala. Drücken Sie gleichzeitig die Knöpfe "Start" und "Synchr" für ca. 3 Sekunden und lassen Sie dann los. Die Anzeige sollte 0000000 ± 1 sein.

8.3.4

Messung der Zeitdifferenz zwischen Außenzeitskala und Hauptzeitskala

Diese Funktion wird benötigt wenn Sie die Differenz zwischen der Außenzeitskala zur Hauptzeitskala messen wollen. Mit Hilfe des Knopfes ">" wählen Sie die Funktion " τ ".

Den Schalter "EXT - INT" stellen Sie auf "EXT". Auf die Buchse "Außen S" geben Sie das Signal der Außenzeitskala. Die Anzeige zeigt die Zeitdifferenz zwischen den Zeitskalen in $0,1 \mu\text{s}$.

8.3.5.

Einstellung der laufenden Zeit

Drücken Sie den Knopf "Start" und stellen Sie die Funktion "t" ein. Den Schalter "COUNT - TIME SET" stellen Sie auf "TIME SET". Dann stellen Sie mit Hilfe der Knöpfe "Start" und "Korrektur +, -" die gewünschte Zeit ein und schalten Sie den Schalter "COUNT - TIME SET" auf die Position "COUNT".

10 Unterbringung der Baugruppen im Gerät

11. Beschreibung des elektrischen Schaltschemas

11.1

Quarzoszillator

11.1.1

Der Quarzoszillator (3.261.132 S19) dient zur Erzeugung des sinusförmigen Signals mit der Frequenz von 5 MHz.

11.1.2

Das elektrische Strukturschema des Quarzoszillators ist in der Abb 11.1 angegeben. Der Oszillator besteht aus einem Erreger, AFC-System, Ausgangsverstärker und einem Temperaturregulierungsschema des Thermostaten.

Der Erreger (Platte AP1) ist mit einem npn Transistor VT1 und als Dreipunktoszillator gebaut. Zum Basiskreis ist ein Präzisionsquarzresonator

B1 mit Frequenzkorrekturkreisen geschaltet. Der Resonator schwingt in der 3. Harmonischen. Eine stabile Erregung des Resonators wird vom Kreis der dritten Art gewährleistet. Der Kreis besteht aus Spulen des Hochfrequenztransformators T1 und dem Kondensator C5. Die Elemente der Frequenzkorrektur (Drossel L1, Varikap VD1 mit dem Kondensator C13) sind mit dem Resonator in Serie geschaltet. Parallel zum Varikap VD1 und dem Kondensator C13 ist durch den Trennkondensator C2 das Varikap VD2 geschaltet, das zu AFC-System gehört. Im Generator ist AGS vorgesehen das im Quarzresonator B1 die Hochfrequenzspannung stabilisiert. Das Signal vom Emitterfolger VT2 geht durch den Kondensator C10 zum AGS (VT3). Das gleichgerichtete Signal wird vom Gleichstromverstärker (VT3) verstärkt und kommt durch das Niederfrequenzfilter C8-R7 zum Basiskreis des Transistors VT1. Die Stromversorgung des Generators und des Frequenzkorrektors erfolgt vom Spannungstabilisator (VD3 und VT5).

Strukturschema des Quarzoszillators

- 1 Spannungsstabilisator
- 2 Resonator
- 3 Erreger
- 4 Gleichstromverstärker AGS
- 5 Pufferfolger
- 6 Ausgangsverstärker
- 7 Ausgang
- 8 Emitterfolger
- 9 Detektor AGS
- 10 Stabilisator
- 11 Basisquelle
- 12 Temperaturfühler
- 13 Thermoempfindliche Brücke
- 14 Gleichstromverstärker
- 15 Wärmer
- 16 Wärmer
- 17 Leistungsbegrenzer
- 18 Temperaturgeber

Das HF-Signal gelangt vom Arbeitswiderstand R10 zum Emitterfolger VT6 und vom Arbeitswiderstand R11 über den Trennkondensator C4 zum Basiskreis des Transistors VT2 des Ausgangsverstärkers (Platine AP2), der als Kaskadenverstärker VT1 / VT2 arbeitet. Der Verstärker arbeitet auf den Resonanzkreis C3, C5, T1, der durch C3 auf 5 MHz abgestimmt wird. Das Ausgangssignal wird durch die Sekundärspule des HF-Trafos T1 ausgekoppelt.

11.1.6

Die Stromversorgung des Generators und des Ausgangsverstärkers mit + 10 V erfolgt durch den Spannungsstabilisator, der aus dem OP D1, dem Transistor VT1 und der Zehnerdiode VD1 besteht.

Die Diode VD1 dient zur sicheren Einschaltung des OP D1 bei "langsamer" Einschaltung der Stromquelle +12,6V

Die Temperaturbeständigkeit des Generators erfolgt durch den Temperaturregler, der aus der Thermoempfindlichen Brücke R4, R5, dem Temperaturregler (Außenabstimmwiderstand), R7, R6, R8 - einerseits und D2, R9 - andererseits. Der Strom für die Brücke kommt vom Stabilivolt VD1. Das Signal, das die Information über die Temperatur enthält, wird von der anderen Brückendiagonale genommen; dann wird es durch den Operationsverstärker D3 verstärkt und zur elektrischen Wärmequelle, die aus der Kaskadenschaltung von VT4 - VT6 und VT3 - VT5 besteht, geführt. Das Basispotential von VT3 - VT5 ist vom Teiler VD3, R11 auf ca. 11 bis 11,5 V festgelegt, deswegen wird der Strom im Wärmekreis nur durch den Strom in VT4 - VT6 bestimmt.

Der Maximalwert des Stromes im Wärmekreis wird durch den Widerstand R20 bestimmt, der den Ansprechpegel des Begrenzers für den maximalen Heizstrom (VT2) festlegt. Bei der Erhöhung der Gehäusetemperatur verringert sich die Spannungssenkung (?) im thermoempfindlichen Element D2, und erhöht dabei das Potential des invertierenden Eingangs des OP D3, was zur Senkung des Stromes im Wärmekreis führt und umgekehrt. Der nichtinvertierende Eingang steht unter einem gleichen Potential, das vom Außenwiderstand von Hand eingestellt wird. Die Messung der Gehäusetemperatur des Generators erfolgt durch einen Linear temperaturgeber, der aus zwei Emitterübergängen der Siliziumtransistoren, nacheinander geschaltet und mit Stabilstrom versorgt, besteht.

11.5 Verstärker 5 MHz

11.2.1

Die Verstärker 5 MHz (2.030.509 S22 und 2.030.526 S26) dienen:

- zum Starten des Formierers 1 MHz, des Synthesators 5,31746 MHz, des Formierers 1, des Synthesators 2.206.557 S103 (gehört zum Multiplizierer der relativen Frequenzabweichung)
- für die Formierung der sinusförmigen Eichsignale mit der Frequenz 5 MHz;
- für die Vermeidung der Wirkung von Fremdeinstrahlungen.

11.2.2

Das Strukturschema der Verstärker 5 MHz ist in der Abb 11.2 gezeigt (s.dort).

Der Ausgangsverstärker 5 MHz ist als Kaskadenschaltung mit den Transistoren VT3 und VT2 gebaut. Sie vermeidet damit praktisch eine Rückwirkung vom Ausgang auf den Eingang.

Der Schwingkreis L2, C7 und L1, C5 gewährleisten die nötige Verstärkung und spektrale Reinheit des Ausgangssignals von 5 MHz.

Die Elemente VT4, VD2, VD3, R11, R14, R14 und R16 dienen der Strom- und Temperaturstabilität.

Für die Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Verstärkers 5 MHz 2.030.509

wird das Signal Ausgangsblocks detektiert (VD1, C2, C3, R5) und zum Kontrollblock geführt (3.035.219 S123).

11.2.4.

Der Verstärker 5 MHz 2.030.526 S26 ist ebenso aufgebaut und gibt das 5 MHz Signal zum Synchronisator 2.206.557 S103 und zur 5 MHz-Buchse.

11.3.1

Der Formierer 1 MHz (2.084.542 S31) formt das 5 MHz Signal vom Verstärker 2.030.509 S22 in ein Impulssignal mit der Frequenz von 1 MHz für den 0,1 MHz Formierer und ein 1 MHz Signal für die 1 MHz-Buchse.

11.3.2

Der 1 MHz Formierer funktioniert folgendermaßen

11.3.3 Für die Kontrolle der Funktionsfähigkeit des 1 MHz Formierers wird das Signal detektiert (VD2, R13, C15, C16) und dem Kontrollblock 3.035.219 S123 zugeführt.

11.4.1

Der Formierer 0,1 MHz (2.084.541 S36) dient zur Umwandlung der 1 MHz Impulse in Impulse des Meander-Typs von 0,1 MHz zur Ansteuerung des 1/1152-Teilers (Block 3.668.290 S71) und für das Sinus-Signal zur 0,1 MHz-Buchse.

11.4.2

Zur Kontrolle des 0,1 MHz-Formierers wird sein Ausgangssignal detektiert (VD1, C13, R18, C15) und zum Kontrollblock 3.035.219 S123 geführt.

11.5.1

Der Synthesator 5,31746 MHz (2.206.559 S40) dient zur Umwandlung des 5 MHz Signal in ein Kohärentes Signal von 5,31746 MHz.

11.5.2

Der Synthesator funktioniert nach dem Prinzip der direkten Synthese. Das 5 MHz Eingangssignal kommt nach Formierung zum Impulsselektor 4/63, der als Frequenzteiler mit dem Koeffizienten 15,75 arbeitet. An seinem Ausgang werden zwei phasenumgekehrte Signale mit der Frequenz 0,31746 (MC-Ausgänge 7 und 9) formiert. Dann kommen diese Signale mit und zwei phasenumgekehrte Signale der Frequenz 5 MHz zum Digitalmischer D5, der das Signal ergibt, das die Spektralkomponenten mit den Frequenzen: $(5 \cdot m \pm 0,31746 \cdot n)$ MHz wobei $m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ enthält.

Der Resonanzbegrenzverstärker gibt das Mischsignal mit der Frequenz 5,31746 MHz aus und gewährleistet seinen Stabilitätspegel im Rahmen aller Funktionstemperaturen.

Der Detektor besteht aus den Elementen VD1, L4, R11, C11, C13. Die Ausgangsspannung wird zum Kontrollblock geführt und dient zur Kontrolle der Funktion des Synthesators.

11.6.1

Der Frequenzmultiplikator (2.208.467 S49) dient zum Multiplizieren der Frequenz des Ausgangssignals des Quarzoszillators auf 90 MHz und der Phasenmodulierung dieses Signals.

11.6.2

Der Frequenzmultiplikator funktioniert folgenderweise. Das 5 MHz Signal kommt vom Quarzoszillator über den Widerstand R3 zum Eingang des ersten Blocks des Frequenzmultiplikators (2.208.467 S49), der die Funktion des Resonanzverstärkers, des Amplitudenbegrenzers, des Phasenmodulators und des Frequenzverdopplers erfüllt. Das modulierte Signal mit der Frequenz 86,8 Hz kommt über die Widerstände R1, R2 und die Drossel L1 zum Schwingkreis L3, C4, VD1 und VD2, der auf 5 MHz abgestimmt ist. Der Widerstand R4 sorgt für die Haltbarkeit? des Kreises. Die Varicaps VD1 und VD2 ändern ihre Kapazität entsprechend dem Modulationssignals. Auf diese Weise wird die Phasenmodulation des 5 MHz Signals erreicht. Die Baugruppe mit VT3 und VT4 dient als 5 MHz-Selektivverstärker. Die Verdreifachung besorgt VT5 und VT6. Die Transistoren arbeiten im übersteuertem Betrieb. Aus dem Kollektorkreis des Transistors VT5 werden die optimalen Impulse zum Produzieren des 30 MHz Signals gewonnen.

Der Transistorblock mit VT7 und VT8, der analog aufgebaut ist, gewährleistet die notwendige Filterung des Signalpegels der zur Ansteuerung der folgenden Kaskade erforderlich ist.

Der IC D1 ist ein Spannungsstabilisator und gewährleistet die notwendige Siebung der Spannungsversorgung, die erforderlich ist, um eine parasitäre Signalmodulation mit der Netzfrequenz oder seiner Oberwellen zu vermeiden.

In der Baugruppe mit dem VT9 wird die Frequenz nochmals verdreifacht.

Der Leistungsverstärker des Signals 90 MHz mit dem AGS ist mit den Transistoren VT10 bis VT12 und IC D2 aufgebaut. Das Ausgangssignal des 90 MHz Vervielfachers kommt zum Generators (?) der Harmonischen, welcher sich in unmittelbarer Nähe des Diskriminatorresonators befindet. Das AGS des Vervielfachers stabilisiert die Leistung des Ausgangssignals des Generators der Harmonischen durch die Stabilisierung der Spannung der Multiplizierdiode. r | 22

AGS

Das AGS funktioniert folgendermaßen:

An den Eingängen der beiden Operationsverstärker (die Anschlüsse 2 und 3 des IC D2) liegen praktisch gleiche Spannungen. Am Kontakt 3- ist eine automatische Verschiebung der Multiplikatorspannung, und am Ausgang 2 - Basisspannung. 1 26

Wenn aus irgendwelchen Gründen, z.B. der Änderung der Temperatur, der Ausgangssignalpegel gesenkt wurde, führt das zur Senkung des 90 MHz-Pegels. Das führt zur Senkung der Spannung der Autoverschiebung der Multiplizierdiode mit dem Widerstand R31. Der Verstärker D2 verstärkt diese Spannungsdifferenz. Es erhöht sich die Spannung des Transistors VT11. Als Folge erhöht sich die Verstärkung des Resonanzblocks (VT10). Als Resultat kommt ein konstanter Signalpegel 90 MHz zum Ausgang.

Zur Multiplizierdiode kommt über R32 und den Resonanzkreis L23, C39 das Signal des Synthesators mit der Frequenz 5,31746 MHz für die Beimischung zur 76. Harmonischen der Frequenz 96 MHz, die vom Resonator produziert wird.

Das Ausgangssignal des Operationsverstärkers dient zur Kontrolle der Multiplikatorfunktion und kommt zum Kontrollblock.

11.7.1

Der Diskriminator 2.803.008 S59 dient zum Vergleich der Frequenzvervielfachung der Quarzoszillatorfrequenz mit der Absorptionsfrequenz der Rubidiumatome und für das Differenzierungssignal des Fehlers, der die Information über den Differenzwert der vergleichenden Frequenzen enthält.

11.7.2

Der Diskriminator besteht aus folgenden Hauptelementen (Abb 11.3): Spektralquelle 7, Kolbenfilter 8, Absorptionskolben 10, Zylindrischer UHF-Resonator 9, Photoumwandler 2, UHF-Filter 11, Thermostat 5,6, Vorverstärker 1, Netzfilter und Reglerschaltung 4, Mumetall-Abschirmung 3.

Die Resonanzausstrahlung vom Rubidiumdampf, der durch Hochfrequenzentladung in der Spektralröhre erregt wird, geht durch den Kolbenfilter VL3. Der Kolbenfilter läßt die Strahlungskomponente durchgehen, die die Inversion des Zustandes der Rubidiumatome in dem Absorptionskolben VL2 bewirken. Der Absorptionskolben befindet sich im zylindrischen Resonator, wo das UHF-Feld erregt wird. Beim Zusammenfallen der UHF-Feldfrequenz mit der Frequenz des Atomüberganges wird die Dichteinversion des Hauptzustandes der Rubidiumatome zerstört. Die Zerstörung des Inversionunterschied der Dichte bewirkt die Intensität des Lichtstroms, der durch den Absorptionskolben durchgeht und vom Photoumformer registriert wird.

Die Intensität des Lichtstroms wird vom Photoumformer in elektrisches Signal umgewandelt, das durch einen Vorverstärker verstärkt wird und dient der Nachstimmung des Querszillators auf die Frequenz des Atomübergangs.

11.7.3.

Zum Schutz vor Außenmagnetfeldern werden die Diskriminatorelemente in einer dreifachen magnetischen Abschirmung untergebracht. Die äußere Abschirmung ist gleichzeitig das Gehäuse.

Achtung! Der Diskriminator soll keine restliche Magnetfelder haben. Wegen des leichten magnetisierens der magnetischen Abschirmungen sollen alle Reparaturarbeiten mit amagnetischen Werkzeug ausgeführt werden.

11.7.4

In den Permalloyschirmen sind folgende Baugruppen untergebracht:

- 1 Spektralquelle 3.374.023
- 2 optisches Filter VL3
- 3 Absorptionszelle VL2
- 4 Photoempfänger
- 5 Stromfilter und Zündgenerator AP2
- 6 Thermostat

11.7.5

Zur Spektralquelle 3.374.023 gehören die Gasentladungsspektralröhre VL1 der Hochfrequenzgenerator AP5 und AP6 und der Zündtransformator T1. Die spektralröhre ist mit dem Edelgas Krypton und Rubidium (Rb 87) gefüllt. Der Hochfrequenzgenerator dient zur Gewährleistung der Gasentladung in der Spektralröhre. Der Oszillator ist als Dreipunktoszillator VT1 gebaut. Die Frequenz beträgt etwa 60 bis 80 MHz.

11.7.6

Das Optische Filter VL3 enthält das Edelgas Argon und Rubidium und dient zur Filterung der ultrafeinen Komponenten der Spektralquelle.

11.7.7

Die Absorptionszelle VL2 ist mit dem Edelgas Argon und Rubidium gefüllt.

11.7.8

Der Photoempfänger besteht aus der Photozelle VD1 und dem Vorverstärker AP1. Auf dem MC D1 ist ein rauscharmer Verstärker und auf MC D2 und den Transistoren VT1, VT2 ist die Steuerschaltung des Zündgenerators mit forcierter Wärmung der Spektralröhre.

11.7.9

Die Schemen der Netzfilters und des Zündgenerators sind in AP2. Das Netzfilter ist mit den Transistoren VT1 und VT2 gebaut und dient zur Stromversorgung der Hochfrequenzschaltung der Spektralquelle.

Der Zündgenerator ist mit dem Thyristor VS1 gebaut und stellt einen Relaxationsgenerator dar. Der Generatorausgang ist durch die primäre Spule des Zündtransformators T1, der sich in der Spektralquelle befindet. Die Steuerung des Zündgenerators erfolgt durch die Steuerschaltung, die auf AP1 ist. Beim Fehlen der Gasentladung in VL1 ist die Photozelle VD1 verdunkelt und die Zündgeneratorschaltung wird durch den offenen Schlüssel auf dem Transistor VT2(AP1) mit Strom versorgt. Die Zündung der Gasentladung in der Spektralröhre erfolgt durch die Hochspannungsimpulse von der sekundären Spule des Transformators T1; sie werden zu der Zündelektrode 10 der Röhre VL1 eingeführt. Gleichzeitig wird durch die Diode VD1 und den Begrenzungswiderstand R4 (AP2) die erhöhte Netzspannung zum Heizer 7 der Spektralröhre VL1 eingeführt, so erfolgt die forcierte Aufheizung der Röhre.

Im Moment der Gasentladungszündung in der Spektralröhre wird die Photozelle VD1 beleuchtet, die Spannung an der Photozelle sinkt und der Schlüssel des Transistor VT2 (AP1) schließt sich. Dabei schaltet sich der Zündgenerator aus und die forcierte Aufheizung der Spektralröhre wird eingestellt.

11.7.10

Die Thermostatschaltung (AP3, AP4) besteht aus zwei Thermostaten. Die Spule des Heizers E1 und der Thermowiderstand R1 (Geber1) befinden sich im Gehäuse des UHF-Filters und gehören zum ersten Thermostat. Die Wärmespulen E2 und E3 und die Thermowiderstände R3 und R4 gehören zum zweiten Thermostat, und befinden sich auf dem zylindrischen Resonator im Gehäuse der Spektralquelle. Auf dem IC D1, der zur Brückendiagonale der Widerstände R1, R2, R3, R4, und des Thermowiderstandes R1 und mit der Ic D2 eingeschaltet, die ihrerseits zur Diagonalbrücke der Widerstände R9, R10, R11 und der Thermowiderstände R3 und R4 eingeschaltet sind, sind zwei Gleichstromverstärker (AP3) gebaut.

Die Gleichspannung geht vom Gleichstromverstärker des ersten Thermostats zum Einstimmungsverstärker VT2 und VT3 (AP4?). Die Spannung des Ausgangs des Gleichstromverstärkers des zweiten Thermostat kommt zum Invertiereingang des Komparators D1 (AP4). Zum Invertiereingang des Komparators D1 kommen die zickzackförmige Spannung vom Spannungsstabilisator + 15 V, - 15 V, + 5 V 3.233.269 S99 (IC D1, Transistor VT4, VT5, VT6 und Dioden VD3 und VD4 auf der Schaltung AP4) ein.

11.8.1.

Die Baugruppe 3.668.290 S71 erfüllt folgende Aufgaben:

- die Erzeugung des sinusförmigen Modulierrsignals mit der Frequenz 86,8 Hz.
- die Verstärkung des Fehlersignals, das vom Diskriminatorausgang kommt. Das Signal soll den Pegel erreichen, der für die normale Funktionsfähigkeit Synchronisierungsdetektors notwendig ist.
- die synchrone Detektion des Fehlersignals nach seiner Verstärkung,
- die Integration und die Verstärkung des Ausgangssignals des Synchrondetektors,
- die Detektion der Signale für die der LD "grün" und "rot" in der Frontplatte.

11.8.2

Das Modulationssignal erhält man durch die Frequenzteilung des Eingangssignals 0,1 MHz, das vom Ausgang des Formierers 0,1 MHz kommt. Mit Hilfe des 1/1152 Teilers (D1, D2, D4) bekommt man die Frequenz 86,8 Hz. Vom Ausgang dieses Teilers gehen zwei Gegenphasensignale vom Typ-"Meander" mit der Impulsfrequenz von 86,8 Hz zum Phasendreher und dann zum RC-Filter ein. Dann kommt das sinusförmige Signal mit der Frequenz von 86,8 Hz zum Frequenzmultiplikator 2.208.467 S49 als Modulierrsignal.

Darüberhinaus kommt das Signal vom Ausgang des 1/1152-Teilers vom Typ "Meander" mit der Impulsfrequenz von 86,8 Hz zum Synchronphasendetektor als Stützsinal ein.

Das Signal vom Diskriminatorausgang kommt zum Sperrfilter (die doppelte T-Brücke), der auf die zweite Harmonische des Fehlersignals (173,6 Hz) eingestimmt ist, und zum Eingang der Kontrollschaltung der zweiten Harmonische ein.

Nach dem Abgrenzungsfiler (R5, R8, R9, R10, C5 bis C8) geht das Signal zum Wechselstromverstärker (MC D6), dessen Verstärksfaktor man durch den Widerstand R14 ändern kann. Vom Ausgang dieses Verstärkers geht das Fehlersignal zum Selektivverstärker (D7) ein, der auf die Frequenz 86,8Hz abgestimmt ist, und dann zum Synchronisierungsdetektor und zur Kontrollschaltung der ersten Harmonische. Das Steuersignal wird vom mittleren Punkt des Trafos T1 genommen und wird zum Integrierverstärker (D8 - D10) geführt, der für zwei Funktionen zuständig ist; die Verstärkung des Gleichstroms, der vom Ausgang des Synchrondetektors kommt, und der Signalintegration. Der Integrationsverstärker für die Verminderung der Temperaturabweichung ist gemäß der M-DM (Modulation-Demodulation)-Schaltung gebaut. Durch die MC D8 erfolgt die Umformung des Signals des Gleichstroms, der vom Synchrondetektor kommt. Dann wird das Signal 300-mal verstärkt und durch die MC D9 (sie wird vom Widerstand R51 eingestellt), in ein Gleichstromsignal, mit Hilfe vom Demodulator in der MC D8, umgewandelt.

Nach der Verstärkung und Integration des Signals des Gleichstroms kommt:

- zum Steuerelement des Quarzgenerators für seine AFC
- zur Kontrollschaltung der Integrationsgrenze, die im Kontrollblock 3.035.219 S123 ist, und die die Einschaltung der Leuchtdiode "+,-" bewirkt, wenn die Steuerspannung des Integrationsverstärkers + 0,5 V oder - 0,5 V übersteigt.

Die Signale der Schaltungen ersten und zweiten Harmonischen einigen sich mit Hilfe der Schaltung VD3, VD6. Das Ausgangssignal dieser Schaltung steuert den Leistungsverstärker, der sich im Kontrollblock 3.035.219 S123 befindet und durch die Leuchtdiode "grün" bzw. "rot" belastet ist.

11.9.1

Zum Formierer 1 (2.035.253) gehören folgende Baugruppen:

- Frequenzverdoppler (VD1, VD2, VT1, VT2, D1.1),
- Anlaßschaltung (D3.1, D3.2, D1.2, VT3)
- die Impulsformierungsschaltung "Abfrage 1" (D2.1), "Abfrage 2" (D2.2, 4.2, D4.1, D4.3).
- der Hauptfrequenzteiler (10 MHz > 1 Hz) (D6, D18, D22, D26, D30, D34, D38) mit dem Pufferspeicher (D5, D17, D21, D25, D29, D33, D37) und den Multiplexern (D8, D16, D20, D24, D28, D32, D36) in jeder Dekade des Teilers.
- der Rasterformierer (D9 - D11)
- das Steuerschema der Zeichenschlüssel (D12 - D15)
- Zeichenschlüssel (VT4 - VT11),
- der elektrische Umschalter (D7).

11.9.2

Die 2mal-Frequenzformatierung erfolgt durch zwei halbperiodische Gleichrichter des 5 MHz Signals mit Hilfe der Dioden VD1 und VD2. Der Widerstand R1 dient für die Symetrie des ausgeglichenen Signals (der Kreis C1, L2 ergibt die Harmonische 10 MHz). Der Differentialblock (VT1, VT2) formiert die Impulse mit der Frequenz von 10 MHz, der Inverter D1.1 gibt das Impulssignal 10 MHz mit Logikpegel.

Beim Geben des Signals 10 MHz zum Eingang 3 des IC D3.1 kommt kein Signal vom Ausgang des IC D3.1, wenn der Knopf "START" nicht gedrückt ist. Beim drücken des Knopfes "START" kommt zum Eingang 5 der MC D3.1 Log 1 und das Impulssignal 10 MHz geht zum Eingang des Hauptfrequenzteilers. Beim loslassen des Knopfes hört das Signal nicht auf, weil die Impulse mit der Frequenz 10 Mhz durch den Transistor VT3 den Kondensator C4 immer bis 4 V laden. Am Eingang 5 das Ic D3.1 wird ständig der Pegel Log 1 gehalten.

11.9.3.

Der Frequenzteiler besteht aus sieben Dekadenteilern. Die Dekaden des Teilers 1 MHz > 1 Hz sind als Durchgangsschema (Abb 11.4, 11.5) gebaut um die Signalverzögerung zu minimisieren. Das ist notwendig zur Verminderung der Unstabilität des Formierungskanals der Zeitskala und für Schaffung der günstigen Bedingungen für Informationsschreiben in den Pufferspeicher. Die ändernde Information über die laufende Zeit kommt zu den Registern des Pufferspeichers von den Informationsausgängen der sieben Dekaden des Hauptfrequenzspeichers 10 MHz > 1 Hz. Die Umschreibung der Information in den Speicher erfolgt durch die Außenimpulse "Abfrage", derer zeitlichen Lage in Bezug auf den

ändernden Zeitcode willkürlich sein kann. Um die Informationsfehler zu vermeiden, werden die Impulse "Abfrage 1" und "Abfrage 2" (D2.2, D4.2, D1.4) mit den Frequenzen 10 und 1 MHz formiert. Der Impuls "Abfrage 1" dient für die Umschreibung der Information von der Dekade $10 > 1$ MHz; der Impuls "Abfrage 2" dient für die Umschreibung der übrigen Information. Die Information vom Ausgang des Pufferspeichers des Hauptfrequenzteilers wird durch den Multiplexer in 4 Linien umgeformt: 1-2-4-8.

Abb. 11.4

Abb. 11.5

Der Multiplexer ist auf den logischen Elementen mit offenen Kollektorausgängen gebaut, für die Steuerung werden dann spezielle Rastersignale 0-1 ... 0 up formiert. Sie werden durch die Zuführung der Impulse mit der Frequenz 10 kHz zu den Eingängen der Verschiebungsregister D10, D11.

Die Rastersignale werden auch für die Erregung der Schlüssel (VT4 bis VT11) durch die Ventile D12 - D15 genutzt.

Der Stromverbrauch der dynamischen Anzeige ist zeitlich ungleichmäßig, und ändert sich sprunghaft jede 100ms abhängig von der Zahl der eingeschalteten Segmenten der Ziffernanzeige. Deshalb wird die Stromversorgung der Anzeige durch das Filter (L2, L3, C5 - C8) zusätzlich entkoppelt um eine Rückwirkung auf die restliche Stromversorgung zu vermeiden.

11.10.1

Der Formierer 2 (2.035.254 S84/85) besteht aus drei Funktionsteilen:

- Hilfsfrequenzteiler
- Zeitzähler
- Steuerschema

11.10.2

Der Hilfsfrequenzteiler besteht aus dem Frequenzteiler 10 MHz > 1 MHz (D8) mit dem Schema des Impulshinzufügens und -abziehens von 0,1 ms (D9, D14, D3, D12.3, D12.4, D23.1), dem Frequenzteiler 1 MHz > 1 Hz (D16, D26, D29, D34, D38, D42) mit dem Durchgangsschemen (D22, D28, D35, D41) und den Schemen des Impuls hinzufügen und -abziehens 10 ms (D28, D19.1, D19.2), 1 ms (D37, D19.3, D36.1), 100 ms (D39, D36.2, D36.3).

Die Funktion des Frequenzteilers 10 > 1 MHz braucht keine Erläuterung. Das Schema des Impulshinzufügens und -abziehens 0,1 ms bewirkt die Funktion der Korrektur der Hilfsskala 1ch254 0,1 ms. In dieser Funktion kommt zum Eingang 4, 9, 3, 10 des IC D3 der Pegel log 1.

Bei der Korrektur der "-0,1 ms" wird ein Eingangsimpuls 10 MHz (Abb 11.6) blockiert. Bei der Korrektur der "+0,1 ms" wird der Nullimpuls der Dekade 10 > 1 MHz (D8) formiert, die zum Zustand "8" der Dekade gebunden ist. Der Impuls blockiert den 9. Eingangsimpuls (Abb. 11.7). Letztendlich bekommt die Dekade eine Überholung von plus 0,1 μ s.

Der Frequenzteiler 1 MHz > 1 Hz besteht aus 6 Dekaden, die aus Hauptfrequenzteilern und der Durchgangsschema gebaut sind.

Die Signalverzögerung im Durchgangsschema 20 ns ist viel weniger als die Verzögerung der 200-ns-Dekade. Die Funktion des Schemas des Impuls -hinzufügens und -abziehens 11 ms (D25, D19.1, D19.2) wird durch die Abb 11.8 erklärt.

Das Schema der Impulshinzufügens und -abziehens 1 und 100 ms gleicht dem Schema der 10 ms.

Abhängig von der Position des Umschalters 10 Hz > 1 Hz kommt das Signal 10 Hz oder 1 Hz vom Ausgang des Hilfsfrequenzteilers zum Formierer der Impulsdauer. Zwei monostabile Multivibratoren sind auf IC D37 gebaut. Sie formieren die Impulsdauer der Haupt- und Hilfszeitskala ($t = 15$ ms); die IC D40 (des Triggers 2D) übereinstimmt der Impulse der Zeitskala zur Taktfrequenz 10 MHz. Die Transistoren VT1 - VT4 verstärken die Impulse der Zeitskala für die Ausgangsbuchse des Gerätes.

11.10.3

der Zeitzähler funktioniert folgenderweise:

Die letzte Sekundenstelle (D44) und die Letzte Minutenstelle (D49) haben eine Kapazität von 10, die jeweils vorhergehenden Stellen eine solche von 6. der Stundenzähler hat eine Kapazität von 24. Die Parallelkode der laufenden Zeit kommt zum Multiplexer, der die logischen Elemente (D45, D48, D51, D53, D56, D58) enthält.

Der Multiplexer macht die Umformung des Parallelkodes von Dekaden in 4 Linien 1-2-4-8 (Ausgänge 12,2,6,10 der IC D58) mit Hilfe der Rastersignale 0-1...0, die vom Formierer 1 (2.035.253) kommen. Die Einstellung der laufenden Zeit erfolgt durch die Sekundeneinstellungsschema (D43), Minuten (D46), Stunden (D50). Alle Steuersignale werden im Steuerungsschema formiert.

S 77 *pl*

11.10.4 Zum Steuerungsschema gehören folgende Baugruppen:

- das Schema der Funktionswahl
- das Schema der Wahl der Rangseinstellung
- der Formierer der Steuerimpulse

Das Schema der Funktionswahl formiert die Teilsignale der Einstellung der laufenden Zeit "t" und Messung der Zeitintervalle " Δt ", Messung der relativen Frequenzabweichung " $\Delta f/f$ ", der Ausschaltung der Anzeige. Die Schaltung besteht aus einem binären Zähler (D4) und 4 logischen Elementen (D11), die die Verschiebungsfunktion realisieren. Das Verschiebungsregister wird durch die Einzelregisterimpulse der Funktionsauswahl "<" gesteuert und im Indikator 2.429.033 formiert. Im Schema werden auch die Signale für die Anzeige der ausgewählten Funktion durch die LD's "t", " Δt ", " $\Delta f/f$ " formiert. Das Schema der Rangwahlformiert die Teilsignale (log 1)

S 88 *pl*

Es besteht aus einem zweistelligen Zähler (D5) und dem 4 logischen Elementen (D10), die die Funktion des Verschiebungsregisters erfüllen. Das Verschiebungsregister wird durch die einzelnen Impulse gesteuert, die vom Indikator 2.429.033 S88 beim Drücken des Knopfes "START" formiert werden.

Das Verschiebungsregister steuert auch das Anzeigeschema des gewählten Einstellungsbereiches (D17, D18, D24).

Das Anzeigeschema des gewählten Bereiches (D17, D18, D24, D63) gibt das Signal (D6.3(8)), das zum Eingang "Löschen" des Dechiffriers 4/7 (Klemme des IC D7?) des Indikators 2.429.033 kommt. Dieses Signal bezeichnet die Stelle, wo die Zeiteinstellung oder Verschiebung der Hilfszeitskala erfolgt wird. Zum Eingang diese IC kommen auch Teilsignale A,B,C,D ?? Rastersignale 0-II, 0-III, 0-VII, 0-VII, das Signal der Funktionswahl des Zeitzählers und der Zeitinterwalle und auch das modulierte Signal 5 Hz Blinken des Zeiteinstellungsbereiches oder der Hilfsskala.

Zum Formierer der Steuerimpulse gehören:

- Impulsformer D33, D27.1
- Impulsformer "Abfrage"
- Impulsformer D33.8, D33.11

Die Impulse "Cupoc 1.2" zur Nullstellung des Teilers $10 > 1$ MHz und $1 \text{ MHz} > 1 \text{ Hz}$ bei der Korrektur der Zeitskala und die Dauer von 0,05 und 0,5 ms haben. Die Eingänge 1 und 3 des IC D31 sind Korrektur. Zum Eingang des Formierers "Abfrage" kommen die Impulse der Außen- oder Hilfszeitskala vom Formierer "Abfrage" (Ausgang 8 des IC D30.2). Im Formierer "Abfrage" (D27.2, D30.1, D30.2) wird der Ausgangsimpuls "Abfrage" durch die Hilfs- oder Außenzeitskala (abhängig von der Schalterstellung "Außen-Innen") formiert.

In der Meßfunktion sieht die Frequenzabweichung der Hauptimpulsformierung folgenderweise aus: Der Negativimpuls des relativen Frequenzabweichungsmultiplikators wird durch den IC D6.2 invertiert, geht zur Anlaßschema des Hauptfrequenzteilers. Dann wird der Einstellungsimpuls auf "0" (Ausgang des IC D2.1) des Hauptfrequenzteilers formiert. Dieser Impuls kommt dann zum Formierer "Nulleinstellung-Impuls 1, 2" und des Impulses "9-Einstellung" (Ausgang des IC D2.3) des Frequenzteilers im Mischer 500 Hz 2.206.560 S114 (IC D4-D8).

11.11.1

Auf der Indikatorschaltplatte (2.429.033 S88) sind folgende Funktionalbaugruppen untergebracht:

- die 8-stellige Digitalanzeige (H1-H8)
- Dechiffратор 4/7 (D1)
- Segmentverstärker (D2, D3)
- Indikations- und Steuerregler

11.11.2

Im Gerät ist eine dynamische Indikationsschema verwendet. Die Anzeigeziffern (313246) sind mit einer gemeinsamen Anode gebaut. Die Signalindikatoren 3M1-3M-VIII werden von den Schlüsseln, auf der Formierschaltplatte 1, mit Hilfe der Rastersignale gesteuert.

11.11.3

Der Trigger (D6.1, D6.2) stellt zusammen mit dem Knopf "L" einen Formierer der Einzelimpulse für die Steuerung der Funktionswahlschaltplatte dar. Der Trigger (D6.3, D6.4) formiert zusammen dem Knopf "START" (S4) das Startsignal, das für folgende Kette genutzt wird:

- in der Schaltplatte des Frequenzteilersanlasses 11-1 MHz
- die Steuerung der Auswahlschaltung des Einstellranges
- bei der Korrektur der Zeitskala.

11.11.4

Mit Hilfe der Elemente (D5.3, D54, des Knopfs "SYNCH" (S5) wird das Signal der Korrektur der Hauptzeitskala formiert.

- D5.3 ist ein Schema der Übereinstimmung der Signale "SYNCH" und "START"
- D5.4 ist ein Inverter.

Die Korrektur erfolgt nur bei einem gleichzeitigen Drücken der Knöpfe "START" und "SYNCH". Das ist gedacht zur Vermeidung der Fehlerschaltungen der Korrekturschema beim zufälligen drücken des Knopfes "SYNCH".

11.11.5

Der Umschalter "1S, 10S, 100s" (S7) formiert die Steuersignale der Zeitmeßumschaltung 100, 10, 1 s auf dem Multiplikator der relativen Frequenzabweichung. Die LD VD1 - VD3 zeigen die gewählte Funktion an. Sie werden durch die Formierschaltplatte 2 gesteuert.

11.11.6

Der Umschalter 10 Hz-1Hz (S8) gibt potenzielle Signale für die Steuerung des Hilfsfrequenzteilers 10 MHz - 1 Hz aus

Der Formierer der Einzelimpulse "+", "-" (D4, D5) geben beim drücken der Knöpfe "Korrektur +" , "Korrektur -" (S1, S2) positive Impulse von 0,5 m?s aus.

Die Trigger D4.1, D4.2 und D4.3, D4.4 funktionieren als Trigger R-S, und der Kette C1, R20 und C2 differenziert. Der R22 formiert Dauerimpulse. Die Invertoren D5.1 und D5.2 formieren Impulsflanken. Die Impulse der Formierer "+" und "-" dienen für die Korrektur der Hilfszeitskala in Meßfunktion des Zeitintervalls $t_{sp} \wedge [(19M \wedge (s1p12v0s0b16686T D \wedge r1 t))$. Die Impulse vom Formierer "+" kommen auch zum

Zeitählerin der Funktion des Zeitählens "t" für die Einstellung der laufenden Zeit. Dabei werden die Potenzialsignale vom Umschalter (COUNT-TIME SET) (S9) genutzt.

-105-

11.12.1

Der Spannungsstabilisator + 20 V (3.233.270 S93) ist mit dem IC D1 und den Transistoren VT2 und VT3 aufgebaut. Die Schaltung R3, VD7, VD8, VD10 dient zum Start des Stabilisators beim Einschalten. Die Einstellung der 20 V Spannung erfolgt durch R16.

11.12.2

Der Stabilisator ist kurzschlußfest. Der Kurzschlußstrom, d.h. der Strom des Kollektors des Transistors VT2 ist durch die Widerstände R7 und R8 im Emitterkreis des Transistors VT3 begrenzt. Der Netzsta-

bilisator ist in Mittelpunktschaltung gebaut (Dioden VD1, VD2).

11.12.3

Für die Funktion des Gerätes von der äußeren Stromquelle ist ein Übergangsschlüssel plus 27 V vorgesehen, der mit den Transistoren VT1, VT4 und VT5 gebaut ist.

Beim Betrieb des Gerätes mit einer Wechselspannung von 198 V ist der Schlüssel geschlossen. Bei einer Netzspannung von 198 bis 220 V ist der Schlüssel offen und das Gerät funktioniert vom Netz plus 27 V. Der Übergang zu plus 27 V erfolgt fließend. So bei der Netzspannung von 190 V arbeitet das Gerät teilweise von plus 27 V und teilweise von der Teilspannung.

Die Diode VD3 dient zusammen mit der Sicherung F1 zum Schutz des Gerätes vor fehlerhafter Polung.

11.13

Die Spannungsstabilisatoren +15, -15 und +5 Volt

11.13.1

Alle drei Stabilisatoren (3.233.269 S99) funktionieren in der Schlüsselfunktion und befinden sich auf einer Platine. Die Genauigkeit ist durch die Ausgangstromschaltung der Steuerung bedingt.

11.13.2

Die Stabilisatorschaltung + 5 besteht aus einem proportional-integrierten Verstärker und Spannungskomparator. Er besteht aus dem IC D6 und spielt die Rolle eines proportional-integrierten Verstärkers, der die Spannung am Ausgang des Stabilisators mit dem Stützverstärker gleicht. Die Spannung wird vom Spannungsteiler R37, R38 bestimmt.

Die Ausgangsspannung des proportional-integrierten Filters (Ausgang des IC D6) kommt zum integrierenden Spannungskomparator, der aus dem IC D7 besteht. Zum integrierenden Eingang des Komparators (Pin 2 des IC D7) kommt die Stützspannung des Teilers R41, R42 und die zickzackförmige Spannung vom synchronisierenden Generator. Als Resultat werden am Ausgang des IC D7 die Impulse formiert, deren Dauer vom Verhältnis zwischen der Stütz- und Ausgangsspannung abhängen.

Ein Signal mit Breitamplitudenmodulation.

Abb. 11.9 erläutert das Prinzip der Signalformierung der Breitamplitudenmodulation.

(Impulsbreitenmodulation ??)

Die Impulse vom Ausgang D7 kommen zum Schlüssel, der aus den Transistoren VT5, VT7, VT10 besteht. Das Diodenfilter (Drossel L6, C24, Diode VD6) dient zur Glättung der Ausgangsspannung.

Der Stabilisator hat einen Kurzschlußschutz gegen eine höhere Spannung (?) am Ausgang. Der Kurzschlußschutz besteht aus dem Thyristor VS1 und dem Magnetschalter S1 mit der Spule L7. Bei der Überschreitung des maximalen Stromwertes (3A), wird der Magnetschalter eingeschaltet und der Thyristor VS1 kommutiert den Transistorschlüssel (VT5, VT7, VT10).

Zeitdiagramme, die die Signalformierung der Breitimpulsmodulation erklären.

1 Synchronisationsspannung

2 Spannung am Ausgang 1

3 Spannung am Ausgang 2

4 Spannung am Ausgang 3

Abb. 11.9

Um den Stabilisator wieder zu starten, ist der Grund des Kurzschlusses zu beseitigen, anschließend die Eingangsspannung abschalten und wieder einschalten.

Der Schutz vor einer erhöhten Spannung am Ausgang besteht aus dem Stabi VD9 und der Sicherung F2. Beim Versagen der Steuerschaltung oder des Schlüssels, wenn zum Eingang die Spannung + 27 V ständig eingegeben wird, geht der Stabi VD und die Sicherung F2 kaputt und die Eingangsschaltung + 27 V wird ausgeschaltet.

11.13.3

Im Stabilisator + 15 V wird auf IC D4 ein proportional-integrierter Verstärker gebaut. Der Spannungs-komparator enthält den IC D5. Der Schlüssel hat Transistoren VT4, VT9, den Diodenfilter VD5, L5, C25. Der Ausgangshochspannungsschutz besteht aus der Sicherung F3 und den Stabi VD8. Die Kurzschlußsicherung besteht aus den Transistoren VT6 und VT8. Als Eingangsstromgeber dient der Widerstand R36. Bei der Überschreitung des maximalen Ausgangsstrom werden die Transistoren VT8, VT6 geöffnet und die Potentiale sich am potenzialen-invertierenden Eingang des IC D5 erhöht, und höher als am nicht invertierenden Eingang ist, wird der Transistorschlüssel geschlossen.

11.13.4

Der Spannungsstabilisator minus 15 Volt im Steuerschema besteht aus den IC's D1 und D2, und dem Schlüssel aus den Transistoren VT2 und VT3. Das Diodenfilter besteht aus der Drossel L2, den Kondensatoren C7, C8 und der Diode VD3. Die Funktionsbesonderheit dieses Stabilisators ist, daß die negative Spannung nur dann anliegt, wenn der Schlüssel aus dem Zustand "ein" in den Zustand "aus" geht. Deshalb ist es im Startmoment erforderlich, daß der Schlüssel geöffnet und dann geschlossen wird. Das erreicht man, indem das Ausgangspotential am invertierenden Komperatoreingang (D2) als das Potential am nicht invertierenden Eingang geringer ist. Das letzte Potential wird vom Spannungsteiler R6, R7 gebildet.

Als Resultat wird der Schlüssel geöffnet. In der Drossel L2 erhöht sich der Strom und im Widerstand R12 die Spannung. Wenn die Spannung 0,6 bis 0,7 Volt erreicht, wird der Transistor VT1 leitend und das Potential am nicht inventierenden Eingang des IC D5 niedriger als am invertierenden. Der Schlüssel wird zugemacht. Die Schlüsselumschaltung wird auf der Steuerplatine bewirkt.

Um Störungen zu vermeiden, sind alle Schlüsselstabilisatoren auf eine Frequenz von 25 bis 30 kHz abgestimmt, die vom synchronisierenden Generator (IC D3) erzeugt wird.

11.14.1

Der Synthesator (2.206.557 S103) dient zur Umwandlung des 5 MHz Signal in ein Kohörentsignal der Frequenz 4,95 MHz.

11.14.2

Der Synthesator funktioniert nach der Methode der reinen Synthese. Das 5 MHz Signal kommt zum Widerstandsverzweiger R1-R4 und geht dann zum Impulsformierer (D1, D2) und zum Balancemischer (D3). Das Signal vom Formierer (D2) zum Frequenzteiler 1/100 (D4, D5). Am Ausgang des Teilers wird das Signal mit der Frequenz 0,05 MHz formiert. Dann wird dieses Signal durch den Spannungsteiler (R15, R16) abgeschwächt und kommt zum 2. Eingang des Mischers (D3). Vom Ausgang des Mischers (D3) geht das Signal zum Quarzfilter, das aus zwei ähnlichen Platinen besteht.

11.15.1

Das Quarzfilter (2.067.550 S106) dient zur Ausfilterung des Signals der Frequenz 4,95 MHz vom Ausgang des Synthesators 2.206.507.

11.15.2

Das Quarzfilter besteht aus dem Quarzresonator B1, dem Kondensator C1 und dem Widerstand R1. Nach dem Filter geht das Signal zum Verstärker (D-1), der den notwendigen Pegel und die Stabilität des Ausgangssignals in dem ganzen Temperaturbereich gewährleistet.

11.16.1

Der 50 kHz Mischer (2.206.558 S110) dient zur Umwandlung des Signals mit der Frequenz 5 MHz Δf , das von der Buchse "Außen 5 MHz" kommt, in ein Signal mit der Frequenz 50 kHz $\pm \Delta f$.

11.16.2

Der Mischer besteht aus dem IC D1. Zum Eingang des IC D1 kommt das Signal mit der Frequenz 5 MHz $\pm \Delta f$ und zum Eingang 4 des IC das Signal vom Quarzfilter 2.067.550 mit der Frequenz 4,95 MHz. Am Ausgang des Formierers (D1) wird das Signal formiert, das die Spektralkomponente enthält. $m \cdot (5 \text{ MHz} \pm \Delta f) \pm n \cdot 4,95 \text{ MHz}$, wobei $m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

... Das Bandfilter RC (IC D4) ist auf die Mittelfrequenz von 50 kHz abgestimmt. Der Impulsformierer besteht aus den IC's D2 und D3. Der Frequenzteiler 1/100 ist aus den IC's D5 und D6 aufgebaut. An seinem Ausgang wird das Signal mit der Frequenz von 49,5 kHz formiert.

11.17.1 Der Mischer 500 Hz (2.206.506) dient zur Umwandlung des Signals der Frequenz $50 \text{ kHz} \pm \Delta f$ in ein Signal von $500 \text{ Hz} \pm \Delta f$ und zur Formierung der Impulse mit einer Dauer von 1, 10 und 100 s.

11.17.2

Der Mischer enthält den IC D1. Zu seinen Eingängen kommen die Signale $50 \text{ kHz} \pm \Delta f$ und 49,5 kHz. Das Signal von $500 \text{ Hz} \pm \Delta f$ wird durch das aktive Bandfilter RC (D2) ausgefiltert.

11.17.3

Das 500 Hz Signal geht vom Ausgang des Bandfilters zum Formierer (D3), der das analoge Signal in ein digitales Signal umformt. Dann kommt das Signal zum Frequenzteiler. Die Steuerung dieses Teilers erfolgt durch den Formierer 2 (2.035.254 S85). Die Einstellung auf "9" erfolgt zu dem Zweck, daß die Zeit zwischen den Intervallen verkürzt wird.

11.19.1

Der Kontrollblock 3.035.219 S123 dient zur Kontrolle der Gerätefunktion und Bestimmung der möglichen Fehler an Hand der Leuchtanzeige. Er funktioniert folgenderweise:

Aus dem IC D1 ist der zweistufige Spannungskomparator gebaut. Die Komparatorstufen werden durch die Spannungsteiler (R7, R9, R12, R13) bestimmt und gleichen plus 0,5 und minus 0,5 V. Zu den Eingängen 2 und 7 des IC D1 kommt das Signal vom Integrierverstärker. Die Ausgänge des Komparators sind durch den Leistungsverstärker (D6) belastet. Dann kommt das Signal zu den LD's "+" (VD8) und "-" (VD7) die eingeschaltet werden, wenn die des Integrierverstärkers $\pm 0,5 \text{ Volt}$ übersteigt.

11.19.3

Die Leistungsverstärker D6 steuern die LD "grün" (VD5) und "rot" (VD10). Im Falle des Fehlens des Signals der zweiten Harmonischen blinkt die LD "rot", die LD "grün" schaltet sich ein (?) und vom Ausgang 11 des IC D6 kommt zum Dechiffратор (D20) ein "H" Pegel zu seiner Einschaltung. Zum Dechiffратор ist der Indikator "Absage" 8HI) eingeschaltet, der in diesem Fall die Nummer der fehlerhaften Baugruppe gemäß der Tabelle 12.1 anzeigt.

Die Feststellung der Fehler wird gemäß einem bestimmten Gesetz der logischen Signale vom Ausgang der kontrollierten Baugruppen erfolgt. Die Bearbeitung der logischen Signale erfolgt durch die IC's D8 bis D19, die auf eine bestimmte Art miteinander verbunden sind. Dabei ist der Suchalgorithmus des Fehlers mit Berücksichtigung folgender Beschränkung zusammengestellt: die Zahl der Fehler übersteigt 1 nicht (Funktionsabsage der Baugruppen, deren Anlaß von der fehlerhaften Baugruppe erfolgt wird, die außerhalb des Gerätes ist, wird nicht gezählt.)

11.19.4

Für die Funktion der IC welche für die Störungsbestimmung zuständig sind werden die Gleichspannungssignale benutzt die von den entsprechenden Stufen kommen.

12.

Störungsbeseitigungshinweise

12.1

Tabelle 12.1 - Fehlertabelle

1 AFC - Block, Diskriminator

2 Die spektralquelle des Diskriminators

3 Der Thermostat des Diskriminators

4 Der Formierer 0,1 MHz

5 Der Synthesator 5,31746 MHz

6 Der Formierer 1 MHz
8 Der Verstärker 5 MHz
9 Der Quarzgenerator

12.5

Bevor man mit der Reparatur beginnt, muß man die Eingangssignale und Versorgungsspannungen prüfen.

12.6

Die Störungen des Blocks des Formierers der Zeitskala und des Multiplikators wird in bezug auf die Frequenzabweichung gemäß der Punkte 8.2.4 und 8.3.2 bestimmt.

Anmerkung: Die Funktionsfähigkeit des Multiplikators der relativen Frequenzabweichung kann man bei der Eingabe des 5 MHz Ausgangssignales auf den Eingang "Außen 5 MHz" selbst prüfen. Also das eigene 5 MHz Signal messen. Die Anzeige sollte "0000000" ± 1 Digit sein.

Tabelle der Spannungen an den Anschlüssen der Transistoren und IC.