## 3. Wartung

Bei der erstmaligen Inbetriebnahme, nach Transporten oder bei sonstigen Anlässen, die Zweifel an der unverändert einwandfreien Funktion berechtigt erscheinen lassen, ist die Anlage neu zu justieren.

Die Nacheichung der Frequenzskalen kann ohne fremde Hilfsmittel durchgeführt werden (siehe 3.1.). Wenn jedoch der Normalfrequenz-Generator XUA Bestandteil einer Dekadischen Frequenzmeßanlage ist, empfehlen wir die Nacheichung mit Hilfe des darin enthaltenen Frequenzzeigers FKM vorzunehmen, da sich damit einige Vereinfachungen des Vorganges ergeben (siehe 3.2.).

Im allgemeinen können die Einschübe zur Ausführung der Einstellarbeiten und Nacheichungen im Kastengestell belassen werden. Nur wenn Abgleichelemente betätigt werden müssen, die nicht von außen zugänglich sind, wird es notwendig, das betreffende Gerät aus dem Kastengestell zu entnehmen. Hierzu sind die Schrauben an den Außenkanten der Frontplatte zu lösen, wonach das Gerät aus dem Gestell herausgezogen werden kann. Dabei werden die Vielfachsteckverbindungen zwischen Gerät und Gestell unterbrochen. Zur Speisung außerhalb des Gestelles enthält das Zubehör Verbindungskabel (HT 756/108/2). Damit können die Steckerleisten des Gerätes mit den zugehörigen Federleisten des Kastengestelles verbunden werden.

Im einzelnen sind nachfolgende Abgleichmaßnahmen möglich und je nach Bedarf durchzuführen.

### 3.1. Nacheichung der Frequenzskalen ohne fremde Hilfsmittel

Wie auch alle übrigen Einheiten des Gerätes, so sind besonders die mit den drei Frequenzskalen gekuppelten Oszillatoren mit äußerster Sorgfalt in unserem Werk gefertigt. Die anschließende, individuelle Kompensation des Temperatureinflusses an jedem einzelnen Oszillator garantiert, selbst über lange Zeiträume, die Einhaltung der elektrischen Eigenschaften bezüglich der Frequenzkonstanz, wie sie im Datenblatt angegeben sind. D.h., eine Nacheichung mit Hilfe der hierfür vorgesehenen Verstellmöglichkeit (Trimmerachse hinter Klappe mit Schraubenzieher oder Abgleichschlüssel CZ 906 zu betätigen) unterhalb jeder Skala wird nur selten erforderlich sein.

Ob das Gerät richtig nachgeeicht ist oder nicht, kann schnell und ohne besondere Mühe kontrolliert werden. Dies hat auf jeden Fall vor einer Benutzung des Gerätes zu geschehen, wenn über eine richtige Nacheichung auch nur geringe Zweifel bestehen.

Am besten kontrolliert man zuerst, ob eine Nacheichung der A-Skala und B-Skala vorgenommen werden muß. Bei richtiger Einstellung darf das Gerät keine Spannung abgeben (Ausgangsspannungsregler ca. 2/3 aufgedreht. Ausgangsspannungsinstrument auf Null), wenn in Betriebsart IV beide Skalen auf Skalenteil „0,0" bzw. „00" eingestellt sind. Trifft das nicht zu, so ist zuerst die A-Skala in Betriebsart I nachzueichen. Dabei ist die „Nacheichung A" von einem Anschlag beginnend, sehr langsam, stetig durchzudrehen und dabei der Zeiger des Ausgangsspannungs-Instrumentes zu beobachten, bis der Zeigerausschlag plötzlich auf „Null" zurückspringt. Der Drehbereich, innerhalb dessen die Ausgangsspannung verschwindet, ist gering, so daß es ratsam ist, bei dem beschriebenen Vorgang langsam zu verfahren. Nach Umschaltung auf Betriebsart II kann dann in ähnlicher Weise der Nullpunkt für die B-Skala gefunden werden. Nachdem ist in Betriebsart IV für beide Skalen, bei Skalenteil „0,0" bzw. „00", maximaler Ausschlag an den zugehörigen Anzeigeinstrumenten - „Rastkontrolle A" und „Rastkontrolle B" - durch vorsichtiges Nachgleichen der „Nacheichung A" bzw. „Nacheichung B" einzustellen. Der Nullabgleich beider Skalen ist damit abgeschlossen, und es kann der Nullabgleich der C-Skala erfolgen.

Es ist hierzu Betriebsart III zu wählen und der Ausgangsspannungsteiler in Stellung „10 db (300 mV)" zu schalten; weiter ist die Ausgangsspannung mit dem Ausgangsspannungsregler auf 180 mV einzustellen. Die Frequenzeinstellung der A-Skala ist auf Skalenteil „0,0", der B-Skala auf Skalenteil „10" und der C-Skala auf Skalenteil „000" zu bringen. Dem Ausgang des Normalfrequenz-Generators XUA wird nun die aus der 100-kHz-Steuerquarzfrequenz abgeleitete 10-kHz-Steuernormalfrequenz, welche dem entsprechenden Ausgang an der Rückseite des Kastengestelles zu entnehmen ist, mit Hilfe eines Kabels (R&S-Sach-Nr. R 6455/200) zugeführt. Das Ausgangsspannungsinstrument wirkt dann als Schwebungsanzeiger derart, daß es durch periodische Zeigerbewegungen eine etwa vorhandene Frequenzdifferenz der Ausgangsfrequenz und der 10-kHz-Steuernormalfrequenz anzeigt. Eine Frequenzdifferenz entsteht bei fehlerhaftem Nullabgleich der C-Skala

(es muß aber Skalenteil „000" eingestellt sein). Sie ist durch langsames Verdrehen der „Nacheichung C" zum Verschwinden zu bringen, d.h., die Zeigerbewegungen müssen stetig langsamer werden, bis der Zeiger letztlich still steht; dann ist der Nullabgleich beendet.

Die Verwendung des Ausgangsspannungsinstrumentes (16) als Schwebungszeiger in der angegebenen Weise ist ganz allgemein immer dann möglich, wenn zwei fast gleiche Frequenzen miteinander verglichen werden sollen, sei es, daß man den Normalfrequenz-Generator XUA auf eine fremde, von einem glatten Wert, wie z.B. 10 kHz oder 100 kHz, abweichende Normalfrequenz abgleichen will, oder, daß umgekehrt die Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA als Bezug für den Abgleich einer beliebigen Frequenz dienen soll. Die in den Ausgang des XUA eingespeiste Spannung darf dabei 3 V nicht überschreiten. Mit dem Ausgangsspannungsteiler läßt sich ein für die Mischung günstiges Spannungsverhältnis einstellen.

Der Abgleich der einzelnen Skalen ist nach dem Einlauf des Gerätes in folgender Reihenfolge durchzuführen:

### 3.1.1. Nullabgleich der A-Skala

Vorgang:

1. Wahl der Betriebsart I (5)
2. Ausgangsspannungsregler ca. 2/3 aufgedreht (15)
3. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
4. Die „Nacheichung A" (11) von einem Anschlag beginnend <u>langsam</u> durchdrehen, bis der Zeiger des Ausgangsspannungsinstrumentes plötzlich auf „Null" zurückspringt.
5. Wahl der Betriebsart II
6. „Nacheichung A" <u>vorsichtig</u> in Richtung größeren Ausschlages am Anzeigeinstrument „Rastkontrolle A" nachgleichen, bis maximaler Ausschlag erfolgt.

Damit ist der Nullabgleich der A-Skala durchgeführt.

### 3.1.2. Nullabgleich der B-Skala

Der Nullabgleich der A-Skala muß ausgeführt sein.

Vorgang:

1. Wahl der Betriebsart II (5)
2. Ausgangsspannungsregler ca. 2/3 aufgedreht (15)
3. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
4. Frequenzeinstellung an der B-Skala „Skalenstrich 00" (7)
5. Wenn am Ausgangsspannungsinstrument eine Spannung angezeigt wird, die „Nacheichung B" (12) von einem Anschlag beginnend langsam durchdrehen, bis der Zeiger des Ausgangsspannungsinstrumentes plötzlich auf „Null" zurückspringt.
6. Wahl der Betriebsart III
7. „Nacheichung B" in Richtung größeren Ausschlages am Anzeigeinstrument „Rastkontrolle B" nachgleichen, bis maximaler Ausschlag erfolgt.

Damit ist der Nullabgleich der B-Skala beendet.

Bei richtig ausgeführtem Nullabgleich der beiden Skalen darf durch das Instrument (16) in Betriebsart IV keine Ausgangsspannung angezeigt werden. Erst wenn an der A-Skala bzw. B-Skala der nächste Skalenstrich (100 kHz bzw. 1 kHz Ausgangsfrequenz)eingestellt wird, darf Ausgangsspannung angezeigt werden.

Wenn diese Überprüfung ergibt, daß der Nullabgleich nicht richtig ausgeführt wurde, so ist nochmals nach 3.1.1. bzw. 3.1.2. zu verfahren.

## 3.1.3. Nullabgleich der C-Skala

Der Nullabgleich der A-Skala und B-Skala muß ausgeführt sein.

Vorgang:

1. Wahl der Betriebsart III (5)
2. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
3. Frequenzeinstellung an der B-Skala „Skalenstrich 10" (7)
4. Frequenzeinstellung an der C-Skala „Skalenstrich 000" (8)
5. Schalterstellung „- 10 db, 300 mV (14)
6. Mit Ausgangsspannungsregler (15) 180 mV Anzeige am Ausgangsspannungsinstrument einstellen.
7. Kabelverbindung von „10-kHz-Ausgang" (Rückseite des Kastengestelles) zum Ausgang (17) des Normalfrequenz-Generators XUA
8. Wenn der Zeiger des Ausgangsspannungsinstrumentes periodische Ausschläge ausführt, die „Nacheichung C" (13) langsam verdrehen, so daß die Zeigerbewegungen langsamer werden und weiter, bis der Zeiger still steht.

Damit ist der Nullabgleich der C-Skala abgeschlossen.

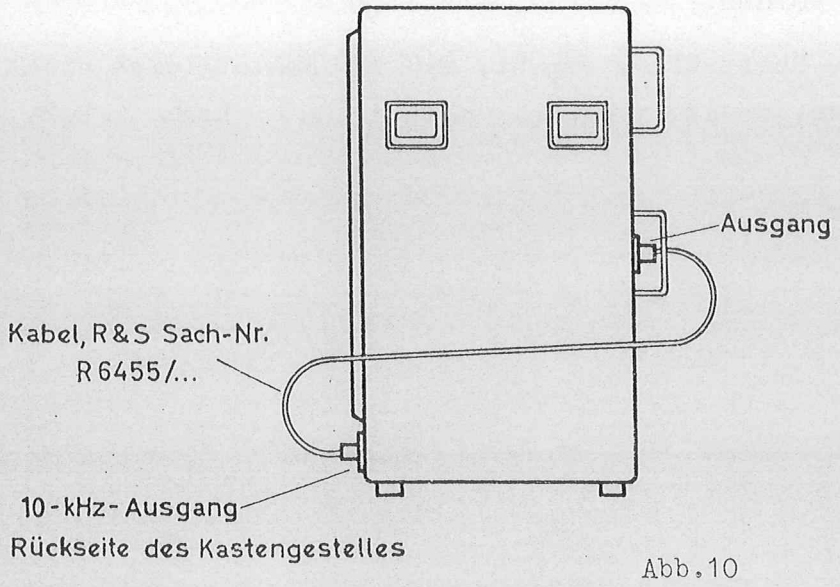


Abb.10

### 3.1.4. Skalenverlauf der A-Skala

Nach durchgeführtem Nullabgleich, wie unter 3.1.1. angegeben, wird die A-Skala in Betriebsart II, III oder IV langsam durchgedreht. Bei jedem Skalenstrich muß das Anzeigeinstrument „Rastkontrolle A" (9) Maximalausschlag zeigen. Liegt mit höher werdender Frequenz der Maximalausschlag immer mehr außerhalb des zugehörigen Skalenstriches, so ist die „Nacheichung A" (11), etwa am Ende der Skala, bei „Skalenstrich 30,0" (30 MHz) nochmals vorsichtig nachzustellen. Rückkontrolle am Nullpunkt wie bei 3.1.1. Sollte zum Beispiel nach Wechsel von Rö47 die Variation etwas verschoben sein, dann ist eventuell mit L153 (neben Rö47) im Wechsel mit C369 (Nacheichung A) zusätzlich vorsichtig nachzugleichen. Hierzu ist der beigegebene 6-mm-Steckschlüssel (CZ 906) zu verwenden.

### 3.1.5. Skalenverlauf der B-Skala

Die Kontrolle kann sinngemäß wie bei der Überprüfung des Skalenverlaufes der A-Skala (3.1.4.), aber in Betriebsart III oder IV erfolgen.

### 3.1.6. Skalenverlauf der C-Skala

Nach vorausgegangenem Nullabgleich genügt hier die Überprüfung des Skalenendpunktes („Skalenstrich 1000"). Hierbei ist folgendermaßen zu verfahren.

Vorgang:

1. Wahl der Betriebsart III (5)
2. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
3. Frequenzeinstellung an der B-Skala „Skalenstrich 09" (7)
4. Frequenzeinstellung an der C-Skala „Skalenstrich 1000" (8)
5. Schalterstellung „-10 db (300 mV)" (14)

Vorgang:

6. Mit Ausgangsspannungsregler (15) 180 mV Anzeige am Ausgangsspannungsinstrument einstellen.
7. Kabelverbindung vom „10-kHz-Ausgang" (Rückseite des Kastengestells) zum Ausgang (17) des Normalfrequenz-Generators XUA.
8. Das Ausgangsspannungsinstrument darf keine Schwebung anzeigen. Eine eventuell vorhandene geringe Frequenzdifferenz (langsame Zeigerbewegungen des Ausgangsspannungsinstrumentes) ist durch vorsichtiges Nachdrehen an der „Nacheichung C" (13) auf „Null" zu bringen.

Anschließend ist der Skalenanfang („Skalenstrich 000") der C-Skala nochmals zu kontrollieren, wofür an der B-Skala, bei sonst unveränderten Einstellungen der Bedienungsorgane, der „Skalenstrich 10" (10 kHz) einzustellen ist. Genügt die Abgleichmöglichkeit mit der „Nacheichung C" nicht mehr, weil die Abweichungen am Skalenende evtl. zu groß sind, so ist das Gerät aus dem Kastengestell zu nehmen und C417 zusätzlich abzugleichen. Der Trimmer (C 417) kann durch einen kleinen schwenkbaren Deckel im Bodenblech des C-Oszillators mit dem beigegebenen isolierten 6-mm-Steckschlüssel (CZ 906) verstellt werden.

## 3.2. Nacheichung der Frequenzskalen mit Hilfe des Frequenzzeigers FKM

Wenn der Normalfrequenz-Generator XUA Bestandteil einer Dekadischen Frequenzmeßanlage ist, so kann zum Nullabgleich der A-Skala und B-Skala der Frequenzzeiger FKM benutzt werden; der Abgleich vereinfacht sich dadurch etwas.

### 3.2.1. Nullabgleich der A-Skala (mit FKM)

Vorgang:

1. Kabelverbindung vom Ausgang des Normalfrequenz-Generators XUA zum „Eingang $f_x$ 10 Hz ... 500 kHz Direkt-Messung" des Frequenzzeigers FKM
2. Wahl des 500-kHz-Anzeigebereiches am Frequenzzeiger FKM
3. Einstellung der Ausgangsspannung 1 V (EMK) am Normalfrequenz-Generator XUA (14, 15)
4. Wahl der Betriebsart I (5)
5. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
6. Eine eventuelle Anzeige am Frequenzzeiger FKM bedeutet einen Fehlabgleich der Nacheichung A; diese ist dann so lange zu verdrehen, bis die Anzeige ein Minimum ist
7. Wahl der Betriebsart II
8. „Nacheichung A" vorsichtig in Richtung größeren Ausschlages am Anzeigeinstrument „Rastkontrolle A" nachgleichen, bis maximaler Ausschlag erfolgt.

Damit ist der Nullabgleich der A-Skala beendet.

### 3.2.2. Nullabgleich der B-Skala (mit FKM)

Der Nullabgleich der A-Skala muß vorausgehen!

Vorgang:

1. Kabelverbindung vom Ausgang des Normalfrequenz-Generators XUA zum „Eingang $f_x$ 10 Hz . . .500 kHz Direkt-Messung"des Frequenzzeigers FKM
2. Wahl des 5-kHz-Anzeigebereiches am Frequenzzeiger FKM
3. Einstellung der Ausgangsspannung 1 V (EMK) am Normalfrequenz-Generator XUA
4. Wahl der Betriebsart II
5. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
6. Frequenzeinstellung an der B-Skala „Skalenstrich 00" (7)
7. Eine eventuelle Anzeige am Frequenzzeiger FKM bedeutet einen Fehlabgleich der „Nacheichung B"(12); diese ist dann so lange zu verdrehen, bis die Anzeige ein Minimum ist
8. Wahl der Betriebsart IV
9. „Nacheichung B" vorsichtig in Richtung größeren Ausschlages am Anzeigeinstrument „Rastkontrolle B" nachgleichen, bis maximaler Ausschlag erfolgt.

Damit ist der Nullabgleich der B-Skala durchgeführt.

### 3.2.3. Nullabgleich der C-Skala (mit FKM)

Der Nullabgleich der C-Skala ist nach Abgleich der A-Skala und B-Skala nach 3.1.3. vorzunehmen oder aber mit Hilfe des Frequenzzeigers FKM in folgender Weise.

Vorgang:

1. Wahl der Betriebsart III (5)
2. Frequenzeinstellung an der A-Skala „Skalenstrich 0,0" (6)
3. Frequenzeinstellung an der B-Skala „Skalenstrich 10" (7)
4. Frequenzeinstellung an der C-Skala „Skalenstrich 000" (8)
5. Schalterstellung „0 db, 1 V" (14)
6. Mit Ausgangsspannungsregler (15) 1 V Anzeige am Ausgangsspannungsinstrument einstellen
7. Kabelverbindung vom „10-kHz-Ausgang" (Rückseite des Kastengestelles) zum „Eingang $f_x$ 5 kHz...30 MHz Diff.-Messung" des Frequenzzeigers FKM
8. Wahl des 150-Hz-Anzeigebereiches am Frequenzzeiger FKM
9. Kabelverbindung vom Ausgang des Normalfrequenz-Generators XUA zum „Eingang $f_v$ 5 kHz...30 MHz" des Frequenzzeigers FKM
10. Die Anzeige einer Differenzfrequenz durch das Anzeigeinstrument bzw. durch das Schwebungsinstrument (Schalterstellung „Schwebung $f_x$ mit $f_v$" am Frequenzzeiger FKM einstellen) bedeutet einen Fehlabgleich der „Nacheichung C". Der Regler „Nacheichung C" ist dann so lange zu verdrehen, bis die periodischen Zeigerbewegungen des Schwebungsinstrumentes langsamer werden und der Zeiger schließlich zum Stillstand kommt.
    Dann ist die „Nacheichung C" des Normalfrequenz-Generators XUA richtig eingestellt.

### 3.2.4. Skalenverlauf der C-Skala (mit FKM)

Zur Kontrolle des Skalenendpunktes „Skalenstrich 1000" der C-Skala ist zuerst der Nullabgleich der C-Skala nach 3.2.3. vorzunehmen. Die dort vorgenommenen Einstellungen und Kabelverbindungen sind, bis auf die folgenden Veränderungen der Frequenzeinstellungen an der B-Skala und C-Skala, zu belassen. Die Frequenzeinstellung der B-Skala ist auf „Skalenstrich 09" und die der C-Skala auf „Skalenstrich 1000" zu bringen. Eine eventuell vorhandene Differenz wird nun wieder durch langsame, periodische Zeigerausschläge des Schwebungsinstrumentes des Frequenzeigers FKM angezeigt. Durch vorsichtiges Nachdrehen an der „Nacheichung C" ist die Differenz zu beseitigen. Anschließend ist der Skalenanfang der C-Skala nochmals zu kontrollieren.

Der Skalenverlauf der A-Skala und B-Skala ist nach 3.1.4. und 3.1.5. zu überprüfen.

## 3.3. Anzeigeinstrumente

Bei abgeschalteter Anlage müssen die Zeiger aller Instrumente auf „Null" stehen. Die Korrektur dieser mechanischen Nullpunktstellungen der Zeiger kann mittels der Schlitzschrauben unterhalb der Skalen erfolgen. Die Spannungspegel innerhalb des Gerätes sind so eingestellt, daß die Instrumente I1 (9) und I2 (10) bei Abstimmung auf Maximum jeweils etwa 80 Skalenteile anzeigen.

Eine spätere Korrektur ist im allgemeinen nicht erforderlich, vielmehr deuten Ausschläge, die kleiner als etwa 70 Skalenteile oder größer als etwa 90 Skalenteile sind, auf falsche Netzspannung oder auf Fehler in den übrigen Teilen des Gerätes. Das Instrument I3 (16) ist mit R418 (auf der Oberseite des Ausgangsspannungsteiles hinter der Frontplatte) auf richtige Anzeige der Leerlaufausgangsspannung abgeglichen. Außer der gelegentlichen Kontrolle und der Korrektur des mechanischen Nullpunktes sind die eingebauten Instrumente wartungsfrei.

## 3.4. Eingebautes Frequenznormal

Nach Öffnen der auf der rechten Seite des Kastengestelles befindlichen Klappe sind die Bedienungs- und Kontrollelemente des Normalfrequenzeinsatzes zugänglich (siehe Abb.3).

### 3.4.1. Betriebskontrolle

Das ordnungsgemäße Arbeiten der Temperaturregelung läßt sich durch Beobachtung der Glimmlampe RL1 „Thermostat" kontrollieren. Sie leuchtet, wenn der Thermostat eingeschaltet ist, d.h. wenn er geheizt wird. Bei normaler Außentemperatur (ca. 25°C) stellt sich nach rund einer Stunde dauernden Heizens (Lampe leuchtet) ein Gleichgewichtszustand mit abwechselnd etwa 35 Sekunden Heizzeit und etwa 35 Sekunden Abkühlzeit ein. Größere Abweichungen von diesen Werten (oder genauer vom Wert 0,5 für das Verhältnis Heizzeit zu Heizzeit plus Abkühlzeit) können durch zu hohe oder zu niedrige Außentemperaturen bedingt sein. Scheint diese Ursache ausgeschlossen, so besteht begründeter Verdacht, daß sich die Schalttemperatur des Thermometers verändert hat (Abhilfe siehe 4.1.) oder daß die Schaltröhre (Rö67) defekt ist.

### 3.4.2. Frequenzabgleich

Die 100-kHz-Steuernormalfrequenz des eingebauten Frequenznormals kann mittels eines Feintrimmers, „Frequenzabgleich f e i n" (C451), und eines Grobtrimmers, „Frequenzabgleich g r o b" (C452), verändert, beziehungsweise nachjustiert werden. Beide Trimmer verkleinern die Frequenz bei Drehung im Uhrzeigersinn.

Der Feintrimmer ist mit einer gerändelten, zehnfach unterteilten Skalenscheibe zu bedienen. Seine gesamte Frequenzvariation $\Delta f/f$ beträgt ca. $5 \cdot 10^{-6}$.

Der links neben der Glimmlampe angeordnete Grobtrimmer wird mittels des beigegebenen isolierten 6-mm-Steckschlüssels (CZ 906) betätigt. Er gestattet 4 Umdrehungen, die insgesamt eine Frequenzvariation $\Delta f/f$ von $1 \cdot 10^{-5}$ ... $2 \cdot 10^{-5}$ bewirken.

Die Steuernormalfrequenz ist infolge der unvermeidbaren Quarzalterung stetigen, wenn auch geringfügigen Veränderungen unterworfen. Sie sollte deshalb gelegentlich auf ihren Sollwert nachjustiert werden. Hierzu ist ein Vergleich mit einem anderen Frequenznormal höherer Genauigkeit, soweit vorhanden, oder mit einer drahtlos empfangenen Normalfrequenz vorzunehmen. Dieser Vergleich kann statt mit der Steuernormalfrequenz selbst (Ausgänge an der Rückseite des Kastengestells) auch mit einer beliebigen, gerasteten Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA durchgeführt werden, wenn die fremde Frequenz von 100 kHz, 10 kHz oder 1 kHz verschieden ist. Die Korrektur kann sogar um so rascher und genauer erfolgen, je höher die Frequenz ist, bei der der Vergleich stattfindet. Sie geht ähnlich wie eine Überlagerungsfrequenzmessung mit Hilfe eines Frequenzzeigers FKM (beim Betrieb des XUA in einer Dekadischen Frequenzmeßanlage) vor sich. Jedoch bestimmt man nicht den (scheinbaren) Fehler der fremden Normalfrequenz, sondern stellt deren Wert an der A-Skala und B-Skala in Betriebsart IV (gerastet) ein und bringt eine etwa verbleibende Abweichung durch Betätigung der Trimmer „Frequenzabgleich" zum Verschwinden.

Wenn kein Frequenzzeiger für die Schwebungsanzeige zur Verfügung steht, kann das eingebaute Ausgangsspannungsinstrument als Schwebungsanzeiger dienen, ähnlich wie bei der Nacheichung der C-Skala (siehe 3.1.3.). Voraussetzung ist, daß der Nullabgleich der Frequenzskala durchgeführt wurde. Der Wert der zur Nacheichung zur Verfügung stehenden fremden Normalfrequenz (z.B. 100 kHz, 10 kHz oder 1 kHz) wird in Betriebsart II an der A-Skala bzw. in Betriebsart IV an der A-Skala und B-Skala eingestellt; die C-Skala ist unwirksam, d.h., die Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA ist nur mit dem Fehler seiner 100-kHz-Steuernormalfrequenz (Quarzfrequenz) behaftet. Die Abweichung derselben von der fremden Normalfrequenz, die in den Ausgang einzuspeisen ist, wird durch periodische Zeigerausschläge des Ausgangsspannungsinstrumentes angezeigt; evtl. ist die Einstellung des Ausgangsspannungsreglers (15) bzw. des Ausgangsspannungsteilers (14) zu verändern, bis die Zeigerausschläge genügend groß sind. Durch entsprechendes Verändern der Trimmer „Frequenzabgleich" ist nun die Schwebung zu verlangsamen bzw. auf „Null" zu bringen, so daß der Zeiger des Ausgangsspannungsinstrumentes nach vollzogenem Abgleich einen konstanten Wert anzeigt.

Sofern ein geeigneter Oszillograf verfügbar ist, kann ein Frequenzvergleich auch mit dessen Hilfe vorgenommen werden. Die Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA ist an den X-Verstärker-Eingang und die fremde Vergleichsnormalfrequenz an den Y-Verstärker-Eingang anzuschließen. Durch Betätigung des Trimmers „Frequenzabgleich" ist die auf dem Schirm entstehende Ellipse zum Stehen zu bringen. Wenn es notwendig ist, können auch kompliziertere Lissajous-Figuren mit von 1 : 1 abweichendem, jedoch ganzzahligem Verhältnis zwischen beiden Frequenzen zum Abgleich benutzt werden, wenn man damit zu einem am Normalfrequenz-Generator XUA rastbaren Frequenzwert gelangt.

Zur Durchführung des Vergleiches mit drahtlos übertragenen Normalfrequenzen ist ein Empfänger, am besten mit eingebautem Abstimmanzeiger (S-Meter, magisches Auge), erforderlich. Bei Empfang auf große Entfernungen kann die Genauigkeit zwar durch Ausbreitungserscheinungen etwas verfälscht werden, reicht aber in allen Fällen zur Kontrolle der Steuernormalfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA aus. Zum Vergleich wird nur die Trägerfrequenz benützt. Die Modulation interessiert nicht. Vielfach besitzen auch die Trägerfrequenzen von Rundfunksendern große Genauigkeit. Sie können dann ebenfalls als Vergleichsnormalien herangezogen werden.

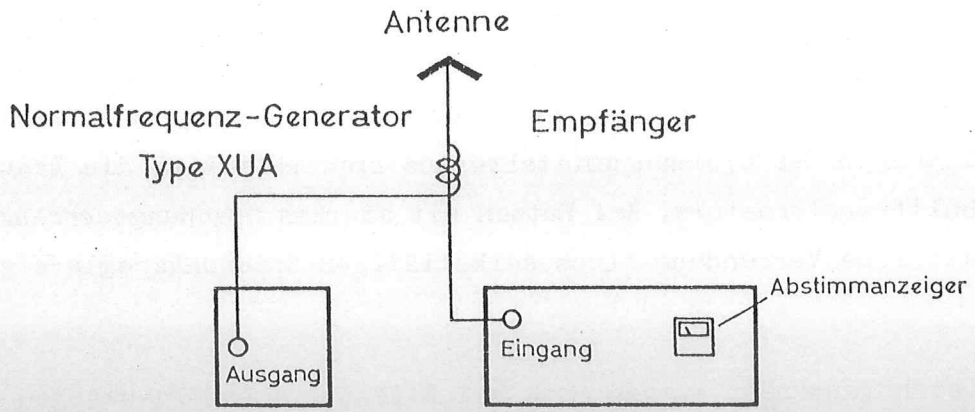


Abb.11 Meßanordnung zum Nachgleich der 100-kHz-Steuernormalfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA durch Empfang der Trägerfrequenz eines Normalfrequenz-Senders.

Nach dem Aufbau der Meßanordnung (siehe Abb.11) ist der Empfänger auf die Frequenz des Normalfrequenz-Senders abzustimmen. Anschließend wird die mit schwacher Spannung in den Empfängereingang eingekoppelte Ausgangs-

frequenz des Normalfrequenz-Generators XUA genau (Betriebsart IV, also gerastete Frequenzeinstellung) auf den bekannten Wert (siehe Beilage: Wichtige Normalfrequenz- und Zeitsignalstationen) der Frequenz des empfangenen Senders eingestellt. Der Abstimmanzeiger (Zeigerinstrument oder magisches Auge) des Empfängers zeigt dann durch periodische Änderungen die Schwebungsfrequenz an; das ist also die Differenz der internen Normalfrequenz und der fremden. Durch entsprechendes Verstellen der Trimmer „Frequenzabgleich" des Normalfrequenz-Generators XUA ist diese Frequenzdifferenz schließlich zu beseitigen; es ist aber darauf zu achten, daß währenddessen die Einstellungen der Frequenzskalen nicht verändert werden. Der Abgleich ist damit vollzogen.

## 3.5. Netzgerät für Normalfrequenz-Generator, Type XNA

Das Netzgerät liefert die Betriebsspannungen für den Normalfrequenz-Generator. Die Netzspannung sollte nicht mehr als ±10 % vom Sollwert abweichen. Andernfalls kann keine Gewähr für das einwandfreie Arbeiten des Normalfrequenz-Generators übernommen werden. Abgesehen von anderweitigen Störungen ist bei Überspannung mindestens eine Überlastung im Dauerbetrieb, bei Unterspannung ein starkes Absinken der Ausgangsspannung des Normalfrequenz-Generators XUA zu erwarten. Bei Netzen mit beträchtlichen Abweichungen des Spannungsmittelwertes empfiehlt sich die Benutzung eines Vorschalttransformators. Bei Netzen mit starken Spannungsschwankungen ist die zusätzliche Verwendung eines selbsttätigen Spannungsreglers zweckmäßig.

Die Anodengleichspannungen werden auch bei Netzspannungsschwankungen durch die im Netzteil enthaltenen Stabilisierungsschaltungen auf dem Sollwert von 180 V bzw. 250 V konstant gehalten. Abweichungen treten nur bei Schäden im Gerät (vornehmlich Röhrenschäden) auf oder wenn die Netzspannung so gering ist, daß die Stabilisatoren (Rö5 und Rö10) nicht mehr zünden.

## 3.6. Kastengestell, Type NG 7

Zur Kühlung des Gerätes befindet sich rückwärts im Kastengestell ein Lüfter +). Im allgemeinen sind die Kugellager des Lüftermotors so betriebssicher, daß sich eine Wartung erübrigt. Die Fettfüllung der Lager reicht für eine Laufzeit von mehreren Jahren.
Die übrigen Teile des Kastengestelles bedürfen keiner Wartung.

## 4. Fehlersuche und Reparaturen

Die Lokalisierung von Fehlern wird durch die vorstehende Erklärung der Wirkungsweise, durch die in der Anlage enthaltenen Prüfeinrichtungen und durch den übersichtlichen Aufbau erleichtert. Weitere wertvolle Hilfsmittel stellen die beigegebenen, ausführlichen elektrischen Unterlagen wie Übersichtsschaltplan, Stromläufe und Schaltteillisten dar. Jedes im Stromlauf aufgeführte Bauteil ist entweder im Gerät mit einem Schild bezeichnet oder es ist ein Schaltplan beigegeben, mit dessen Hilfe die Teile im Gerät leicht aufzufinden sind.

Kleinere Reparaturen lassen sich meist vom Kunden selbst ausführen, soweit geschultes Personal zur Verfügung steht. Jedoch ist bei allen frequenzbestimmenden Teilen, besonders an Oszillatoren und Filtern, größte Sorgfalt erforderlich. Bei Röhrenwechsel sind unbedingt die gleichen Typen zu verwenden. Kondensatoren, Widerstände und Gleichrichter können im allgemeinen auch durch Fabrikate anderer Herkunft ersetzt werden, wenn sie die gleichen elektrischen Daten und Toleranzen wie die Originalteile haben. Bei Mangel geeigneter Ersatzteile wende man sich an uns. Dies empfiehlt sich stets bei Spulen, Transformatoren und Meßinstrumenten, die nur durch uns bezogen werden sollten. In zweifelhaften Fällen stehen wir gerne beratend zur Verfügung. Bei größeren Reparaturen kommt meist nur Einsendung der Anlage oder ihrer Teilgeräte in das Lieferwerk oder Entsendung eines Spezialisten in Betracht. Einige spezielle Fehlerquellen und Abhilfemaßnahmen sind nachstehend besonders aufgeführt.

+) Frühere Geräteserien enthielten im Kastengestell zusätzlich einen Lüftertransformator mit Sicherungshalter.

## 4.1. Normalfrequenz-Generator Type XUA

Werden die Sollwerte der Ausgangsspannung oder der Rastkontrollanzeige nicht erreicht, so wird dies in den meisten Fällen durch unbrauchbar gewordene Röhren verursacht, wobei sich Anhaltspunkte aus den verschiedenen Betriebsartenschalterstellungen und dem Übersichtsschaltplan (Zeichnungs-Nummer 444 462 A Bl.II) ergeben. Die meisten Röhren können ohne weiteres durch neue der gleichen Type ersetzt werden. Ausnahmen sind Rö34 (EF 800) und Rö47 (bei früheren Geräteserien Rö202) (EC 81 bzw. E 88 CC ab FNr. 1086). Die Mischsteilheit der Type EF 800 streut stark. Geringe Mischsteilheit hat verminderte Ausgangsspannung zur Folge. Es ist deshalb von mehreren Ersatzröhren diejenige auszusuchen, welche die größte Ausgangsspannung liefert. Durch Wechsel von Rö47 kann eventuell der Bereich der A-Skala verschoben werden. Für den erneuten Abgleich sind die Spule L153, „Nacheichung A" und u.U. auch der Kondensator C368 heranzuziehen.

Es ist nach 3.1.1. und 3.1.4. zu verfahren. Ein Absinken der Ausgangsspannung ab ca. 3 MHz nach höheren Frequenzen zu wird durch gealterte Röhren Rö35, Rö36, Rö34 oder (und) Rö38 hervorgerufen. (Ausgang XUA mit 60 Ω abschließen).

Auffallende Abweichungen der Thermostatenschaltzeiten gegenüber den unter 3.3.1. angegebenen Richtwerten können, außer durch Röhrenfehler von Rö67, dadurch bedingt sein, daß die Quecksilbersäule in der Kapillare des Thermometers zerrissen ist. Die Thermometerpatrone kann nach Abnehmen des Thermostatendeckels (obere vier Schrauben lösen) herausgezogen werden. Durch die Längsschlitze ist die Kapillare sichtbar. Abhilfe erfolgt durch vorsichtiges Erwärmen. Dabei fließt das Quecksilber in der oberen Erweiterung der Kapillare zusammen und zieht sich bei nachfolgender Abkühlung wieder als zusammenhängender Faden zurück. Die Kontaktgabe des Thermometers innerhalb der Patrone läßt sich mit einem Leitungsprüfer kontrollieren. Bei Thermometeruntersuchungen, die längere Zeit beanspruchen, darf das Gerät nicht eingeschaltet sein, um Überheizung zu verhindern. Wiedereinführen eines Thermometers in einen überheizten Thermostaten kann neue Beschädigungen verursachen.

Ist die 100-kHz-Steuernormalfrequenz ausgefallen und handelt es sich um keinen Röhren- oder Einzelteilfehler, so ist der Quarz verdächtig. Er ist mit Steckfassung versehen und kann nach Öffnen des Thermostaten (äußeren

und inneren, oberen Deckel lösen) herausgezogen werden. Bei Anforderung eines neuen 100-kHz-Präzisionsquarzes bzw. eines neuen Thermometers ist die Angabe der Fabrikationsnummer des Gerätes unbedingt erforderlich.

Bei Geräten der FNr.-Serie 969/... und 1086/... kann das Schaltthermometer nicht ausgewechselt werden, vielmehr ist der komplette Thermostat durch einen neuen zu ersetzen. Nach Austausch des 100-kHz-Präzisionsquarzes muß C416 verändert werden; am besten ist es, hierzu das Gerät in unser Werk einzusenden.
Bei Geräten der FNr.-Serie 1174/... und folgende sind die Schaltelemente des Quarzkreises im Thermostaten untergebracht. Für diese Geräte wird ein Ersatzquarz deshalb nur komplett mit Thermostat geliefert. Das Schaltthermometer kann hingegen einzeln bei uns bestellt werden und ist ohne weiteres austauschbar.

Da die Frequenzteilung durch synchronisierte, selbstschwingende Stufen erfolgt, sind die Teilerfrequenzen, allerdings mit abweichenden Frequenzwerten, auch bei Ausfall eine Zwischenstufe vorhanden. Fehler in der Frequenzteilung äußern sich deutlich durch Unruhe des Instrumentes (10) „Rastkontrolle B". Die schadhafte Stufe ist leicht durch oszillografischen Vergleich von je zwei aufeinanderfolgenden Frequenzen (1 kHz, 10 kHz, 100 kHz), die an der Rückseite des Kastengestells herausgeführt sind, aufzufinden, da diese bei Störungen keine stehende Lissajous-Figur ergeben. Teilungsfehler sind meist durch schadhafte Röhren bedingt, soweit keine anderen defekten Bauelemente als Fehlerursache ermittelt werden können.

Alle Arbeiten am Normalfrequenz-Generator XUA werden durch den Aufbau in zwei voneinander unabhängige Winkelstahlrahmen erleichtert, die mechanisch nur durch vier Schrauben zusammengehalten und elektrisch durch flexible, lösbare Kabel verbunden sind. Es empfiehlt sich, den vorderen Rahmen, der die Frontplatte trägt, nach Lösen der vier Schrauben um seine obere Innenkante hochzuklappen und umgekehrt auf dem hinteren Rahmen abzustellen. Dann sind alle Teile des Gerätes gut zugänglich, ohne daß die internen Verkabelungen unterbrochen werden müßten. Das Gerät kann in dieser Lage ohne weiteres in Betrieb genommen werden.

## 4.2. Netzgerät zum Normalfrequenz-Generator, Type XNA

Wenn die regelmäßige Spannungskontrolle der Anodengleichspannungen mit dem eingebauten Instrument größere Abweichungen vom Sollwert anzeigt, sind in erster Linie die Röhren des entsprechenden Netzteiles (180 V oder 250 V) zu überprüfen. Ist der Austausch einer oder mehreren Röhren erforderlich, so ist anschließend die Spannungskontrolle der Anodengleichspannungen durchzuführen und wenn notwendig, die Sollwerte mittels der Schichtdrehwiderstände R15 (250 V) und R30 (180 V) neu einzustellen. Diese beiden Potentiometer sind mit einem passenden Schraubenzieher abzugleichen und werden nach Öffnen der rückwärtigen Türe des Kastengestelles zugänglich. Der Abgleich kann unter Beobachtung des eingebauten Instrumentes (an der Frontplatte des Netzgerätes) erfolgen.

## 4.3. Kastengestell Type NG 7

Nach einer Betriebszeit von mehreren Jahren kann eine zunehmende Laufunruhe des Lüftermotors eintreten. In diesem Fall ist der Lüftermotor durch einen neuen zu ersetzen.

Bei früheren Geräteserien befindet sich rückwärts im Kastengestell ein Lüftertransformator mit Sicherungshalter, der als Netzspannungswähler ausgebildet ist. Die Sicherung dient zum Schutze des Transformators und des Motors, bei Netzüberspannung oder falscher Einstellung des Spannungswählers. Eine evtl. durchgebrannte Sicherung ist unbedingt durch eine neue zu ersetzen, andernfalls unterbleibt die erforderliche Kühlung durch den Lüfter, so daß die Geräte eine schädliche Übertemperatur annehmen können.