Bedienungsanleitung

NORMALFREQUENZ-GENERATOR

Type XUA BN 444 462

R 9421
764
Bl.1
(50 Bl.)

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe R 9421/764

Printed in Western Germany

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbereitung zum Betrieb 7

1.1. Inbetriebnahme 7

1.1.1. Anschlüsse 9

1.2. Einlaufzeit 10

2. Handhabung 10

2.1. Betriebsart 14

2.2. Frequenzeinstellung 17

2.2.1. Frequenzfehler 21

2.3. Ausgangsspannung 29

2.4. Steuerung 30

2.5. Zusätzlich entnehmbare Festfrequenzen 30

2.6. Verbundbetrieb mit dem Normalfrequenz-Generator Type XUB 31

3. Wartung 32

3.1. Nacheichung der Frequenzskalen ohne fremde Hilfsmittel . 32

3.1.1. Nullabgleich der A-Skala 34

3.1.2. Nullabgleich der B-Skala 35

3.1.3. Nullabgleich der C-Skala 36

3.1.4. Skalenverlauf der A-Skala 37

3.1.5. Skalenverlauf der B-Skala 37

3.1.6. Skalenverlauf der C-Skala 37

3.2. Nacheichung der Frequenzskalen mit Hilfe des Frequenzzeigers FKM 38

3.2.1. Nullabgleich der A-Skala (mit FKM) 39

3.2.2. Nullabgleich der B-Skala (mit FKM) 40

3.2.3. Nullabgleich der C-Skala (mit FKM) 41

3.2.4. Skalenverlauf der C-Skala (mit FKM) 42

3.3. Anzeigeinstrumente 42

Seite

3.4. Eingebautes Frequenznormal 45
3.4.1. Betriebskontrolle 45
3.4.2. Frequenzabgleich 45
3.5. Netzgerät für Normalfrequenz-Generator, Type XNA 46
3.6. Kastengestell, Type NG7 47

4. Fehlersuche und Reparaturen 47
4.1. Normalfrequenz-Generator Type XUA 48
4.2. Netzgerät zum Normalfrequenz-Generator, Type XUA 50
4.3. Kastengestell, Type NG7 50

Der Normalfrequenz-Generator Type XUA, BN 444 463 liefert eine Ausgangsfrequenz f_v, die so genau eingestellt werden kann und so konstant bleibt, daß er -- wie der Name schon andeutet -- als Frequenznormal dienen kann.

Bei beliebiger Frequenzeinstellung, innerhalb des gesamten, ohne Umschaltung erfaßten Bereiches von 30 Hz bis 30 MHz liegt der mögliche Fehler Δf_v der Ausgangsfrequenz unter $\pm 2 \cdot 10^{-8} \cdot f_v \pm 0{,}5$ Hz; für Ausgangsfrequenzen die Vielfache von 1 kHz sind, entfällt außerdem das zweite Fehlerglied ($\pm 0{,}5$ Hz), so daß nur mit einem maximalen Wert von $\pm 2 \cdot 10^{-8} \cdot f_v$ zu rechnen ist. Durch Fremdsteuerung des Normalfrequenz-Generators Type XUA mit unserem Frequenznormal Type XSB, BN 444 112 bzw. durch Verbundbetrieb mit dem Normalfrequenz-Generator Type XUB, BN 444 465 können zudem beide Fehleranteile noch beträchtlich verkleinert werden.

Der Normalfrequenz-Generator XUA unterbietet mit seiner Fehlergrenze die besten durchstimmbaren Generatoren herkömmlicher Bauart um einige Zehnerpotenzen und erreicht weitgehend die bekannt günstigen Werte quarzgesteuerter Generatoren. Während letztere aber auf feste Frequenzen oder bestenfalls auf deren Oberwellenspektren beschränkt sind, besitzt der Normalfrequenz-Generator XUA den entscheidenden Vorteil völlig freier Frequenzwahl.
Diese Eigenschaften beruhen auf einem besonderen Schaltungsprinzip. Es ist dadurch charakterisiert, daß die Ausgangsfrequenz aus drei Komponenten additiv zusammengesetzt wird. Die Grundlage dieser Frequenzsynthese bildet eine durch einen Präzisionsquarz stabilisierte Schwingung (Steuernormalfrequenz) von 100 kHz, aus der durch Teilung und Verzerrung 100 kHz- und 1 kHz-Oberwellenspektren abgeleitet werden. Durch die Abstimmelemente wird aus den Spektren entsprechend der Frequenzskaleneinstellung (A-Skala bzw. B-Skala) je ein Vielfaches von 100 kHz und 1 kHz entnommen (relative Genauigkeit einheitlich $\pm 2 \cdot 10^{-8}$) und zugleich mit einem dritten, kleinen stetig einstellbaren und in „Hz" ($\pm 0{,}5$ Hz) geeichten Anteil zur Ausgangsfrequenz zusammengefügt.

Das Verfahren hat neben seiner Genauigkeit eine sehr übersichtliche und trotz hoher Auflösung einfache und zuverlässige Anordnung dreier nach dem Dezimalsystem gestaffelter Frequenzskalen (MHz, kHz, Hz) zur Folge, die eine Einzelskala von über 30 km Länge ersetzen.

Im allgemeinen ist die Kenntnis der Wirkungsweise des dem Normalfrequenz-Generator XUA zugrundeliegenden Verfahrens nicht Voraussetzung für die Handhabung desselben. Die vorliegende Bedienungsanleitung ist in ihren diesbezüglichen Anweisungen dementsprechend gehalten, so daß sie auch technisch weniger geschultem Personal als Arbeitsunterlage dienen kann.

Mit der Fehlersuche und Reparatur eines evtl. schadhaft gewordenen Gerätes sollten allerdings nur solche Personen betraut werden, die auf Grund einer fachlichen Ausbildung in der Lage sind sich die zur Ausführung der Arbeiten nötigen Kenntnisse über das Wirkungsprinzip des Gerätes an Hand der beigefügten Übersichtsschaltpläne zu verschaffen. Letztere enthalten eine Zusammenfassung der einzelnen Stufen und Baugruppen des Normalfrequenz-Generators XUA zu Funktionsgruppen (Blöcken), die ihrerseits wieder dem Verfahren entsprechend zusammengeschaltet sind.

1. Vorbereitung zum Betrieb

Der Normalfrequenz-Generator Type XUA besteht aus zwei Einheiten;

einem
Normalfrequenz-Generator Type XUA, BN 444 462 D,
und einem
Netzgerät für Normalfrequenz-Generator Type XNA,
BN 444 911 D

Je nach dem vorgesehenen Verwendungszweck wird der Normalfrequenz-Generator Type XUA als komplettes Einzelgerät mit dem hierfür vorgesehenen Kastengestell Type NG 7 als

Normalfrequenz - Generator Type XUA, BN 444 463,

geliefert oder als Baustein von Anlagen im Zusammenwirken mit anderen Geräten. Für beide Fälle ist die vorliegende Bedienungsanleitung gültig.

Das für den Betrieb und die Wartung notwendige Zubehör ist beigegeben.

1.1. Inbetriebnahme

Vor dem Zusammenbau sind die Geräte auf eventuelle Transportschäden zu untersuchen. Außerdem ist zu prüfen, ob alle Röhren fest in ihren Fassungen sitzen.

Weiter vergewissere man sich, ob die an der rechten Seite des Netzgerätes XNA (bei früheren Serien auch rückwärts im Kastengestell NG 7 beim Lüftertransformator) angeordneten Netzspannungswähler (Sicherungshalter) auf die richtige Netzspannung eingestellt sind. Andernfalls sind die Sicherungen entsprechend umzustecken. Die Anlage kann an Wechselspannungsnetzen folgender Spannungen betrieben werden:

115, 125, 220 oder 235 V ±10 %; 47...63 Hz

Beim Umstecken der Sicherungen ist zu berücksichtigen, daß deren Belastbarkeiten der gewählten Netzspannung entsprechen muß, und zwar:

1 A beim Betrieb an Netzen mit 220 V und 235 V

2 A beim Betrieb an Netzen mit 115 V und 125 V

Hat man die Netzspannungsumstellung vorgenommen und im übrigen das Gerät wie oben erwähnt überprüft, so kann es (wieder) in den Kasten bzw. das Kastengestell eingebaut werden.

Zusammenbau: Er geschieht in einfacher Weise dadurch, daß die beiden Geräteeinschübe auf den Gleitschienen in das Kastengestell eingeschoben und mit den mitgelieferten Schrauben an der Frontplatte befestigt werden. Durch die beim Einschieben ineinandergleitenden Vielfachkontakte werden alle erforderlichen Verbindungen selbsttätig hergestellt, so daß keine Löt- oder Schraubverbindungen mehr notwendig sind. Es ist aber darauf zu achten, daß keine Kabel vor den erwähnten Vielfachkontakten liegen, da diese sonst beim Einschieben beschädigt werden.

Aufstellung: Um während des Betriebes eine übermäßige Erwärmung der Geräte zu vermeiden, ist unbedingt darauf zu achten, daß ungehinderter Luftzutritt zu der Perforation des Kastengestelles gewährleistet ist. Die rückwärtige Türe soll geschlossen sein.

Netzanschluß: Der Anschluß für die Zuführung der Netzspannung befindet sich an der Rückseite des Kastengestelles (siehe Abb.2). Mit dem mitgelieferten Netzkabel (LK 333) ist die Anlage an eine Schutzkontaktdose anzuschließen. Wird die Anlage an einem Netz ohne Schutzleiter betrieben, so ist sie an der Flügelschraube, die sich neben dem Netzanschluß befindet, zu erden.

Inbetriebnahme: Mit dem am Netzgerät XNA rechts unten angebrachten Netzschalter (1)+) wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Bei eingeschaltetem Gerät leuchtet die darüber befindliche

+) Im folgenden Text werden die Bedienungsorgane und Meßinstrumente wie in Abb.1 mit Nummern bezeichnet.

Glimmlampe (2). Das eingebaute Instrument (4) mit dem zugehörigen Umschalter (3) dient zur Überwachung der Netzspannung und der Betriebsspannungen. Einwandfreier Betrieb ist nur möglich, wenn das Instrument die geeichten Spannungswerte anzeigt. Auf einwandfreies Laufen des Lüfters ist zu achten.

1.1.1. Anschlüsse

Die Eingänge und Ausgänge des Gerätes sind mit unsymmetrischen, koaxialen 13-mm-Umrüstbuchsen (FMU 90100) ausgerüstet. Um den verschiedenen, gebräuchlichen Stecker- und Buchsensystemen gerecht zu werden, sind sämtliche koaxialen Buchsen so ausgeführt, daß diese umgerüstet werden können. D.h., das Gerät kann ohne Mühe mit Buchsen bzw. Steckern eines anderen Systems ausgestattet werden (nicht bei früheren Geräteserien). Teile hierzu können bei uns bezogen werden; meistens ist das Gerät aber bei Lieferung schon mit dem gewünschten System ausgerüstet, sofern eben entsprechende Wünsche bei der Bestellung vorlagen (siehe Datenblatt im Anhang). Bei einer späteren Umrüstung stehen wir gerne beratend zur Verfügung. Zum Anschluß von Meßobjekten an diese Buchsen können folgende Stecker und Kabel bezogen werden:

13-mm-Stecker: R&S-Best.-Nr. FS 413/12 passend für Kabel 0,6/3 (max. Innenleiterdurchmesser, min. Außenleiter-Innendurchmesser, Maße in mm)

HF-Kabel: R&S-Best.-Nr. R 6455/... (Länge in cm) bestückt mit zwei 13-mm-Steckern FS 413/12

Für den Betrieb und die Wartung ist dem Gerät folgendes Zubehör beigegeben:

1	Netzkabel	LK 333
2	16adrige Kabel	HT 756/108/2
1	HF-Kabel	R 6455/200
1	Abgleichschlüssel 6 mm	CZ 906
2	Schlüssel für die rückwärtige Türe des Kastengestells (diese befinden sich an der rechten Seite des Kastengestelles innen an der Klappe).	

1.2. Einlaufzeit

Der Normalfrequenz-Generator XUA kann schon etwa eine Minute nach dem Einschalten benützt werden, wenn eine verminderte Anfangsgenauigkeit der Steuernormalfrequenz genügt. Nach etwa 60 Minuten kann mit einem Fehler ($\Delta f/f$) unter $1 \cdot 10^{-6}$, nach einigen Stunden mit der vollen Genauigkeit gerechnet werden. Am besten ist Dauerbetrieb, der sich auch auf die Alterung des Quarzes günstig auswirkt.

Bei Fremdsteuerung ist selbstverständlich kein Einlauf abzuwarten, vorausgesetzt, daß die fremde Normalfrequenz ihrerseits schon über ihre volle Genauigkeit verfügt. Vor Gebrauch ist die Eichung nach 3.1. zu prüfen und zu berichtigen, wenn zu befürchten ist, daß die Abgleichelemente verstellt sind.

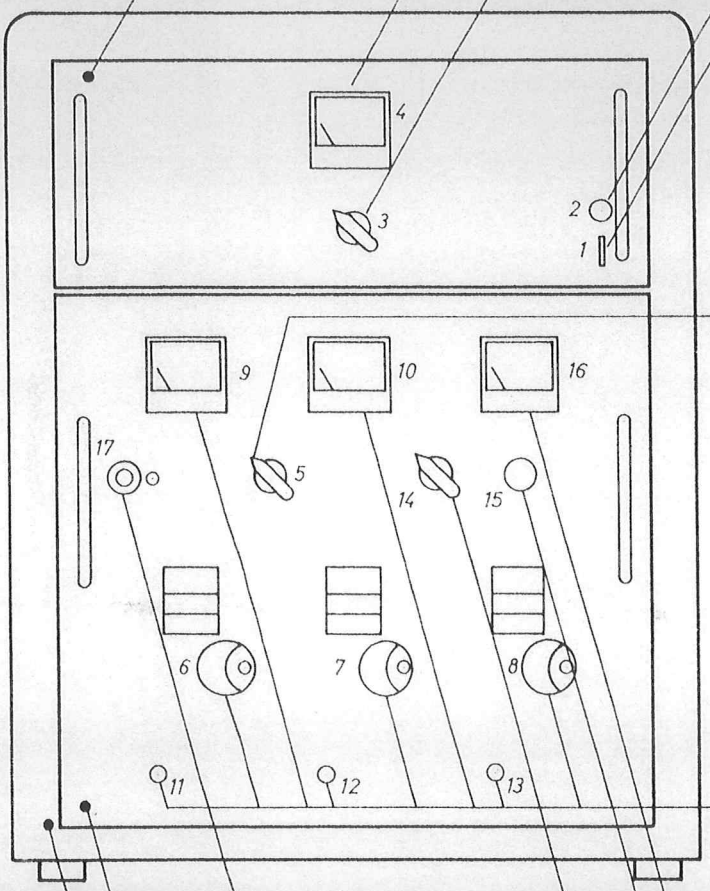
2. Handhabung

Nachstehend wird die Handhabung des Normalfrequenz-Generators XUA dargestellt. Es kommt dabei darauf an, eine bestimmte Wechselspannung vorgegebener Größe und Frequenz einzustellen.

Die Bedienungsorgane des Normalfrequenz-Generators XUA – hierzu gehören Buchsen, Schalter und Regler – sind, soweit sie bei der Messung bedient werden müssen, an der Frontplatte des Gerätes herausgeführt (Abb.1). Nur einige, die seltener zu betätigen sind, befinden sich innerhalb des Kastens an der rechten Seite oder an der Rückseite des Geräteeinschubes (Abb.2 und 3).

Jedes Bedienungselement ist am Gerät durch eine eindeutige Beschriftung gekennzeichnet. Mit dem gleichen Wortlaut wird es auch im Text der Bedienungsanleitung angesprochen. In Abb.1, 2 und 3 ist außerdem jeder Schalter und Regler, jede Buchse und die Meßinstrumente mit einer Nummer bezeichnet. Diese dient der eindeutigen und einfachen Unterscheidung der Bedienungselemente im Text der Bedienungsanleitung; evtl. am Gerät selbst angebrachte Nummern sind damit nicht identisch.

Bedienungsorgane (Frontansicht)



1. Inbetriebnahme

1 Netzschalter
2 Glimmlampe
3 Schalter (Spannungskontrolle)
4 Instrument (Spannungskontrolle)

2.1 Betriebsart

5 Schalter „Betriebsart"

2.2 Frequenzeinstellung

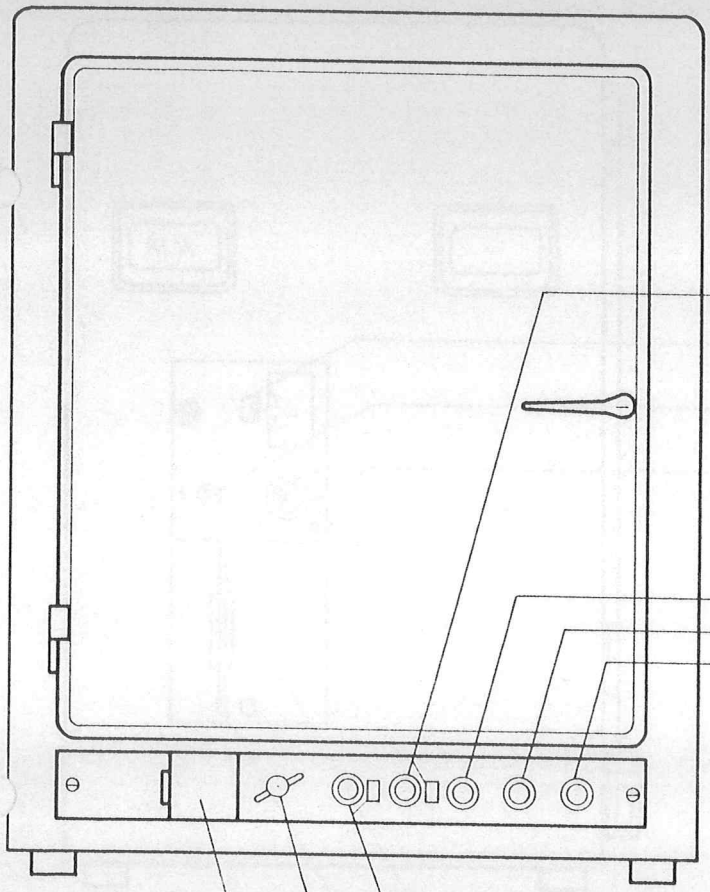
6 Frequenzeinstellung A-Skala
7 Frequenzeinstellung B-Skala
8 Frequenzeinstellung C-Skala
9 Anzeige-Instrument (Rastkont. A)
10 Anzeige-Instrument (Rastkont. B)
11 Nacheichung A-Skala
12 Nacheichung B-Skala
13 Nacheichung C-Skala

2.3 Ausgangsspannung

14 Ausgangsspannungs-Teiler
15 Ausgangsspannungs-Regler
16 Ausgangsspannungs-Instrument (EMK)
17 Ausgang (unsymm.)

Die Nummern der einzelnen Bedienungsorgane und Meßinstrumente erscheinen eingeklammert im Text der Bedienungsanleitung.

Rückansicht des Kastengestelles



Erdungsklemme

Anschluß für Netzkabel (LK 333)

2.4. Steuerung

Fremdsteuerung mit 100 kHz
ca. 1 V an 1 kΩ

Vorsicht! Wenn keine Fremdsteuerung erfolgt, Schalter in Stellung „100 kHz Int." (Bei früheren Geräteserien kein Schalter, dafür Schaltbuchse mit selbsttätiger Umschaltung bei Steckereinführung)

2.5. Zusätzlich entnehmbare Festfrequenzen

Ausgang: 1 kHz
Ausgang: 10 kHz
Ausgang: 100 kHz

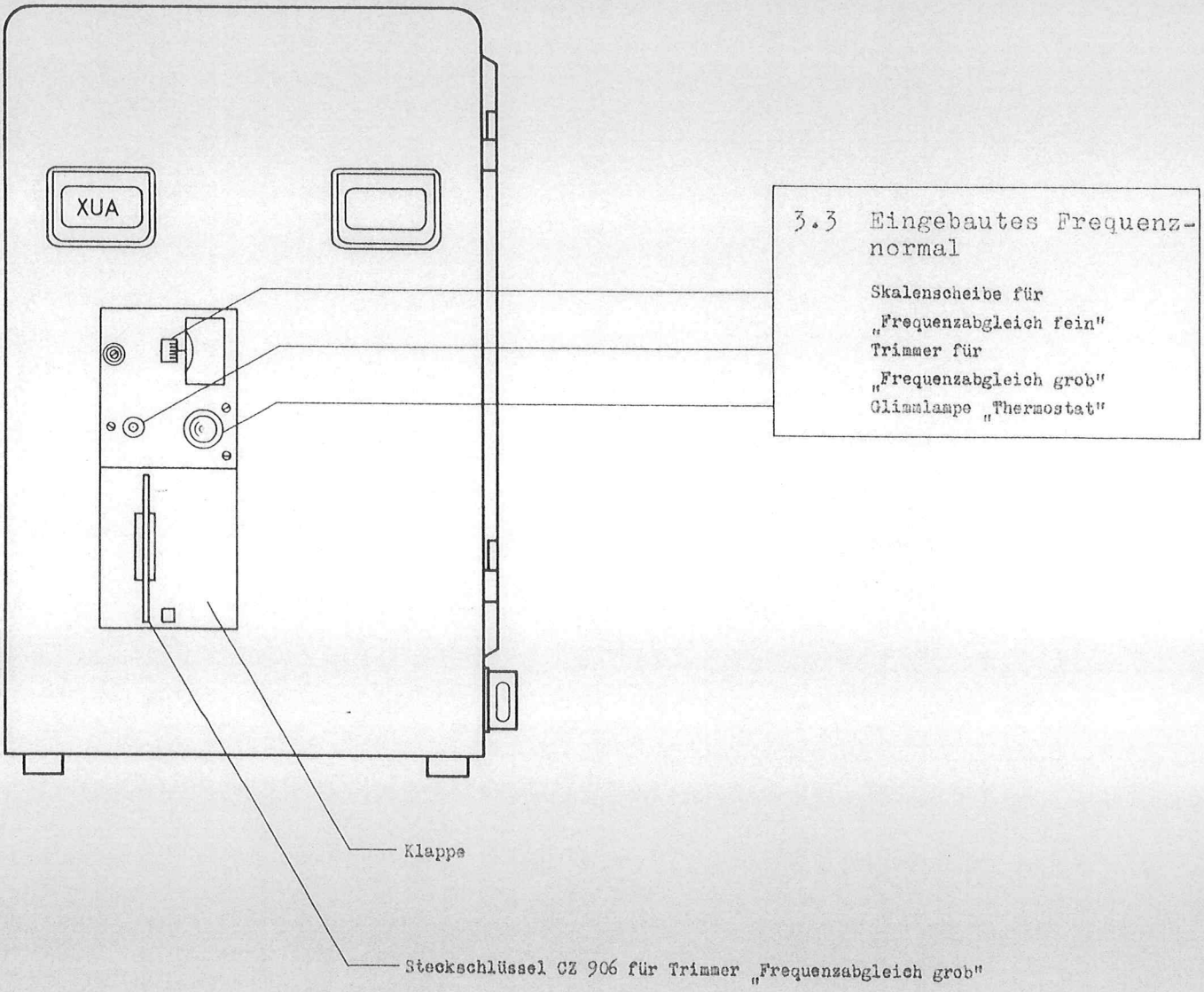
Fehlergrenzen entsprechend der Steuernormalfrequenz

2.6. Verbundbetrieb mit dem Normalfrequenz-Generator XUF

Eingang: 10...9 kHz

Vorsicht! Wenn kein Verbundbetrieb durchgeführt wird, Schalter in Stellung „10 kHz Int." (Bei früheren Geräteserien Schalter rückwärts im Kastengestell)

Bedienungsorgane (rechte Seitenansicht bei geöffneter Klappe)



2.1. Betriebsart

Die vier verschiedenen Betriebsarten, Schalter „Betriebsart (5) des Normalfrequenz-Generators XUA ermöglichen die optimale Anpassung des Gerätes an die gestellten Anforderungen in bezug auf die Frequenzgenauigkeit.

Um die Übersichtlichkeit der Frontplattenbeschriftung zu erhöhen, sind für die einzelnen Betriebsarten Symbole mit folgender Bedeutung verwendet:

Skala mit Normalfrequenz gerastet:

Die Frequenz ist nur in Schritten nach Maßgabe der Skalenstriche veränderbar. Die eingestellte Frequenz hat den relativen Fehler der Steuernormalfrequenz.

Skala stetig einstellbar:

Die Frequenz ist mit der betreffenden Skala stetig, allerdings nicht mehr mit der Genauigkeit der Steuernormalfrequenz, veränderbar. Es können also auch Zwischenwerte (Werte zwischen zwei benachbarten Skalenstrichen) eingestellt werden. Der maximale Frequenzfehler für Betriebsart III (kontinuierlich einstellbare C-Skala) ist in Abb.7 und Abb.8 dargestellt.

Skala unwirksam:

Die entsprechende Skala ist unwirksam, d.h., die Ausgangsfrequenz wird durch ihre Stellung nicht beeinflußt.

Eine übersichtliche Darstellung der Betriebsarten gibt die zugehörige Abb.4.

2.2. Frequenzeinstellung

Nach vorgehender Wahl der gewünschten Betriebsart (5) kann die eigentliche Einstellung der Ausgangsfrequenz an den großen, zu den Frequenzskalen gehörenden Kurbelknöpfen (6, 7, 8) vorgenommen werden.

Da in Betriebsart I nur die A-Skala wirksam ist, erfolgt die Frequenzeinstellung nur an dem zugehörigen Kurbelknopf (6), entsprechend in Betriebsart II und IV an den Kurbelknöpfen (6, 7) und in Betriebsart III an allen drei Knöpfen (6, 7, 8).

Als eingestellter Wert gilt derjenige Skalenstrich oder Zwischenwert, der sich i n n e r h a l b der beweglichen Querblende genau unter dem feststehenden, senkrechten Messerzeiger befindet.

Bei der Einstellung der A-Skala bzw. B-Skala (Betriebsarten II, III, IV) im gerasteten Betrieb dienen die über diesen beiden Skalen angeordneten Anzeige-Instrumente (9) und (10) als Rastkontrolle in der Weise, daß für jeden Skalenstrich der A-Skala bzw. der B-Skala maximaler Ausschlag am zugehörigen Anzeigeinstrument einzustellen ist. Eine geringe Verstimmung der Frequenzeinstellung der Skalen im gerasteten Betrieb hat keinen Einfluß auf die Ausgangsfrequenz. Trotzdem sollte der Abgleich mit Hilfe der Anzeigeinstrumente (Rastkontrolle A bzw. Rastkontrolle B) sorgfältig durchgeführt werden. Bei kontinuierlicher Einstellung der A-Skala (Betriebsart I) bzw. der B-Skala (Betriebsart II) zeigt das entsprechende Anzeigeinstrument (Rastkontrolle A bzw. Rastkontrolle B) dauernd rund 80 Skalenteile. Für die C-Skala ist kein Anzeigeinstrument vorhanden, da eine gerastete Frequenzeinstellung bei dieser Skala nicht möglich ist.

Vorgang bei der Frequenzeinstellung: (z.B. in Betriebsart III)

1. Wahl der Betriebsart (5)
2. Frequenzeinstellung an A-Skala.
   Das Anzeigeinstrument (9) „Rastkontrolle A" beobachten und nachstimmen, bis größter Ausschlag erreicht ist (ca. 80 Skt.),

3. Frequenzeinstellung an B-Skala. Das Anzeigeinstrument (10) „Rastkontrolle B" beobachten und nachstimmen, bis größter Ausschlag erreicht ist (ca. 80 Skt.).

4. Frequenzeinstellung an C-Skala.

5. Einstellung der Ausgangsspannung nach 2.3.

Die Beschriftungen der drei Skalen sind so ausgeführt, daß der gesamte eingestellte Wert (z.B. in Betriebsart III) fortlaufend an allen drei Skalen, von links an der A-Skala beginnend, abgelesen werden kann.

In dem Beispiel einer Frequenzeinstellung (Abb.5) sind die drei eingestellten Skalenwerte unter Berücksichtigung der N u l l e n aneinandergereiht — A-Skala 6,7; B-Skala 03; C-Skala 016 — und ergeben dann unter Berücksichtigung des Kommas der A-Skala direkt den eingestellten Wert der Frequenz in MHz.

Skala:	A	B	C
	MHz	kHz	Hz
	6,7	03	016

2.2.1. Frequenzfehler

Da sich die Ausgangsfrequenz f_v des Normalfrequenz-Generators XUA je nach Betriebsart aus verschiedenen Anteilen zusammensetzt, hat auch ihr möglicher Fehleranteil Δf_v verschiedene Anteile.

Betriebsart I: (verminderte Genauigkeit)

Diese Betriebsart ist für grobe Frequenzeinstellungen und bei einer Überlagerungs-Frequenzmessung mit unserem Frequenzzeiger FKM zum schnellen Aufsuchen der unbekannten zu messenden Frequenz gedacht.
Der Fehleranteil Δf_v der Ausgangsfrequenz ist gleich dem des A-Oszillators (A-Skala) und kann bis zu ±0,3 Skalenteile (±30 kHz) betragen.
Bei gesteigerten Anforderungen an die Fehlergrenzen der Ausgangsfrequenz ist dementsprechend eine der Betriebsarten II, III oder IV zu wählen.

Betriebsart II: (erhöhte Genauigkeit)

Die Ausgangsfrequenz f_v setzt sich aus der Einstellung der A-Skala (gerastet) und dem Wert der kontinuierlich einstellbaren B-Skala zusammen. Der Fehler Δf_v wird praktisch durch den Fehler des B-Oszillators (B-Skala) bestimmt, der bis zu ±0,3 Skalenteile (±0,3 kHz) betragen kann. Auch diese Betriebsart ist vorwiegend zum schnellen Aufsuchen der unbekannten Frequenz bei einer Überlagerungs-Frequenzmessung gedacht. Allerdings läßt sich eine Frequenzbestimmung jetzt schon in engeren Grenzen (ca. ±0,3 kHz) durchführen, als dies bei Betriebsart I der Fall war.
Bei einer Weiterschaltung der Betriebsart von I bis III wird also die Einstellsicherheit bzw. die Genauigkeit der Ausgangsfrequenz f_v stufenweise erhöht, so daß in Betriebsart III die Ausgangsfrequenz f_v von 30 Hz...30 MHz mit der höchstmöglichen Genauigkeit, bei kontinuierlicher Einstellung, erzeugt wird.

Betriebsart III: (hohe Genauigkeit)

Die Ausgangsfrequenz f_v wird aus dem Anteil der mit Steuernormalfrequenz gerasteten A-Skala und B-Skala und der stetig einstellbaren C-Skala zusammengesetzt. Der Fehler Δf_v der Ausgangsfrequenz entsteht daher aus dem Fehleranteil $\Delta_1 f_v$ der gerasteten A-Skala und B-Skala und dem Fehleranteil $\Delta_2 f_v$ der kontinuierlich durchstimmbaren C-Skala.

Fehleranteil $\Delta_1 f_v$:

Die Fehlergrenzen quarzgesteuerter Normalfrequenzen werden üblicherweise als dimensionsloser Faktor $\Delta f/f$ angegeben. Dieser Faktor bleibt für alle Harmonischen und Subharmonischen der Normalfrequenz gleich. Die gerasteten Frequenzen der A-Skala und B-Skala werden durch Frequenzteilung und Frequenzumsetzung der Steuernormalfrequenz erzeugt und haben demnach den gleichen Fehler wie diese. Der durch die gerastete A-Skala und B-Skala verursachte Fehleranteil $\Delta_1 f_v$ beträgt also für alle beliebigen, gerasteten Ausgangsfrequenzen $\Delta f/f \cdot f_v$ (für die Steuernormalfrequenz des XUA: $\pm 2 \cdot 10^{-8} \cdot f_v \ldots \pm 8 \cdot 10^{-8} \cdot f_v$). Der Fehler $\Delta f/f$ der intern erzeugten, quarzgesteuerten 100-kHz-Steuernormalfrequenz unterliegt seinerseits wieder zwei verschiedenen, seine Größe bestimmenden Einflüssen. Zunächst wirken Schwankungen der Raumtemperatur und der Netzspannung auf die Quarzfrequenz ein. Diese Faktoren werden durch den Thermostaten, durch Stabilisierung der Speisespannungen und durch passende Dimensionierung der Anregungsschaltung so weit als möglich unwirksam gemacht und führen beim Normalfrequenz-Generator XUA zu Frequenzschwankungen ($\Delta f/f$) von höchstens $\pm 2 \cdot 10^{-8} \ldots \pm 8 \cdot 10^{-8}$. Dabei ist vorausgesetzt, daß sich die Raumtemperatur innerhalb von +15° bis +35°C und die Netzspannung innerhalb ±10 % vom Sollwert hält. Hinzu kommt noch ein beim Einschalten wesentlich größerer Anfangsfehler, der in dem Maße abklingt, wie der Quarz die Endtemperatur des Thermostaten annimmt. Daneben zeigt erfahrungsgemäß jeder Quarz über längere Zeit eine mehr oder weniger systematische, einseitig gerichtete Frequenzänderung, die als Alterung oder Drift bezeichnet wird und beim frisch in Betrieb genommenen Quarz besonders groß ist. Nach längerem, möglichst ununterbrochenem Betrieb nimmt sie dagegen allmählich etwa logarithmisch ab. Auswahl einer günstigen Quarzfrequenz und eines geeigneten Quarzschnittes sowie zweckmäßige Vorbehandlung des Quarzes bestimmen die Größe dieses Effektes, der wegen seiner fortdauernden Wirksamkeit natürlich sehr unangenehm ist und deshalb so klein wie möglich gehalten werden sollte. Beim Normalfrequenz-Generator XUA werden Mittelwerte von $< 5 \cdot 10^{-8}$/Tag nach 10 Tagen und $< 2 \cdot 10^{-8}$/Tag nach 100 Tagen Betriebszeit gewährleistet. Diese durch die Quarzalterung verursachte stetige Frequenzänderung kann durch die Betätigung der Quarztrimmer (Frequenzabgleich „grob" und „fein") rückgängig gemacht werden.

Fehleranteil $\Delta_2 f_v$:

Der Fehler des C-Oszillators wird auf Grund seiner Entstehungsursache und weil die Frequenz des C-Oszillators nur additiv, nicht aber in Oberwellen in das Endergebnis eingeht, in Hz angegeben. Sein Betrag bleibt innerhalb der oben angegebenen Grenzen für Raumtemperatur und Netzspannung unterhalb von ±0,5 Hz. Je nach Größe der eingestellten Ausgangsfrequenz überwiegt der Fehleranteil $\Delta_2 f_v$ der C-Skala gegenüber dem Fehleranteil $\Delta_1 f_v$, da letzterer proportional mit der Ausgangsfrequenz steigt. Bei tiefen Ausgangsfrequenzen (etwa < 50 kHz) überwiegt der Anteil $\Delta_2 f_v$ erheblich, so daß der Anteil $\Delta_1 f_v$ in den meisten Fällen vernachlässigt werden kann.
Die Zusammensetzung der einzelnen Fehleranteile in Betriebsart III ist in Abb.9 dargestellt.

Betriebsart IV: (höchste Genauigkeit)

Da in dieser Betriebsart nur eine gerastete Frequenzeinstellung an der A-Skala und B-Skala vorgenommen werden kann, wird auch der Fehler Δf_v der Ausgangsfrequenz nur durch den möglichen Fehleranteil $\Delta_1 f_v$ bestimmt. Die Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA ist also in dieser Betriebsart mit der Genauigkeit der Quarzfrequenz verfügbar. Da außer dem Fehler der Steuernormalfrequenz keine anderen Einflüsse vorhanden sind, kann dieser Fehleranteil durch Fremdsteuerung mit einer Steuernormalfrequenz höherer Konstanz verbessert werden. Eine Fremdsteuerung in den übrigen Betriebsarten bringt nur bei höheren Ausgangsfrequenzen (> 50 kHz) eine wesentliche Verbesserung des gesamten Fehlers Δf_v, weil bei tiefen Ausgangsfrequenzen der Fehleranteil $\Delta_2 f_v$ der C-Skala überwiegt.

Anmerkung zur Definition Fehlergrenze:

Zu den im folgenden erläuterten Begriffen sei auf das vom Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AFF) herausgegebene Normblatt DIN 1319 „Grundbegriffe der Meßtechnik" verwiesen.
Unter F e h l e r g r e n z e n sind die Grenzen zu verstehen, innerhalb denen die relativen Fehler liegen. Sie umfassen die nicht berichtigten, beherrschbaren und die zufälligen Fehler.

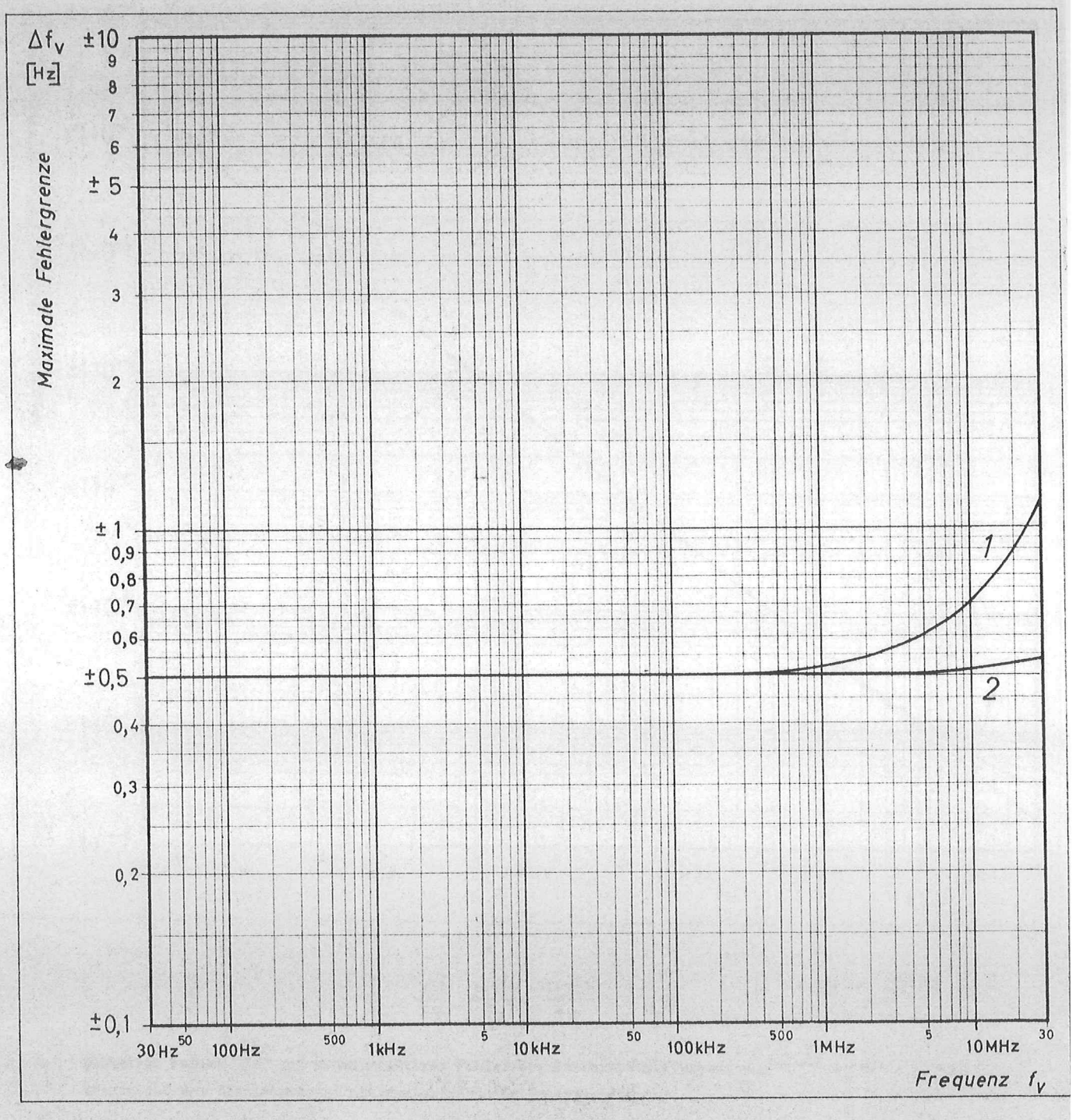
Der r e l a t i v e F e h l e r ist das Verhältnis des Fehlers zum richtigen Wert.

Der F e h l e r ist die Differenz zwischen Ist- und Sollwert; nähere Erläuterungen hierzu enthält DIN 1319.

2.2.1. Frequenzfehler

Abb.6

Maximale Fehlergrenze in „Hz" bei kontinuierlicher Frequenzeinstellung;
Betriebsart III (A⊔⊔, B⊔⊔, C■)

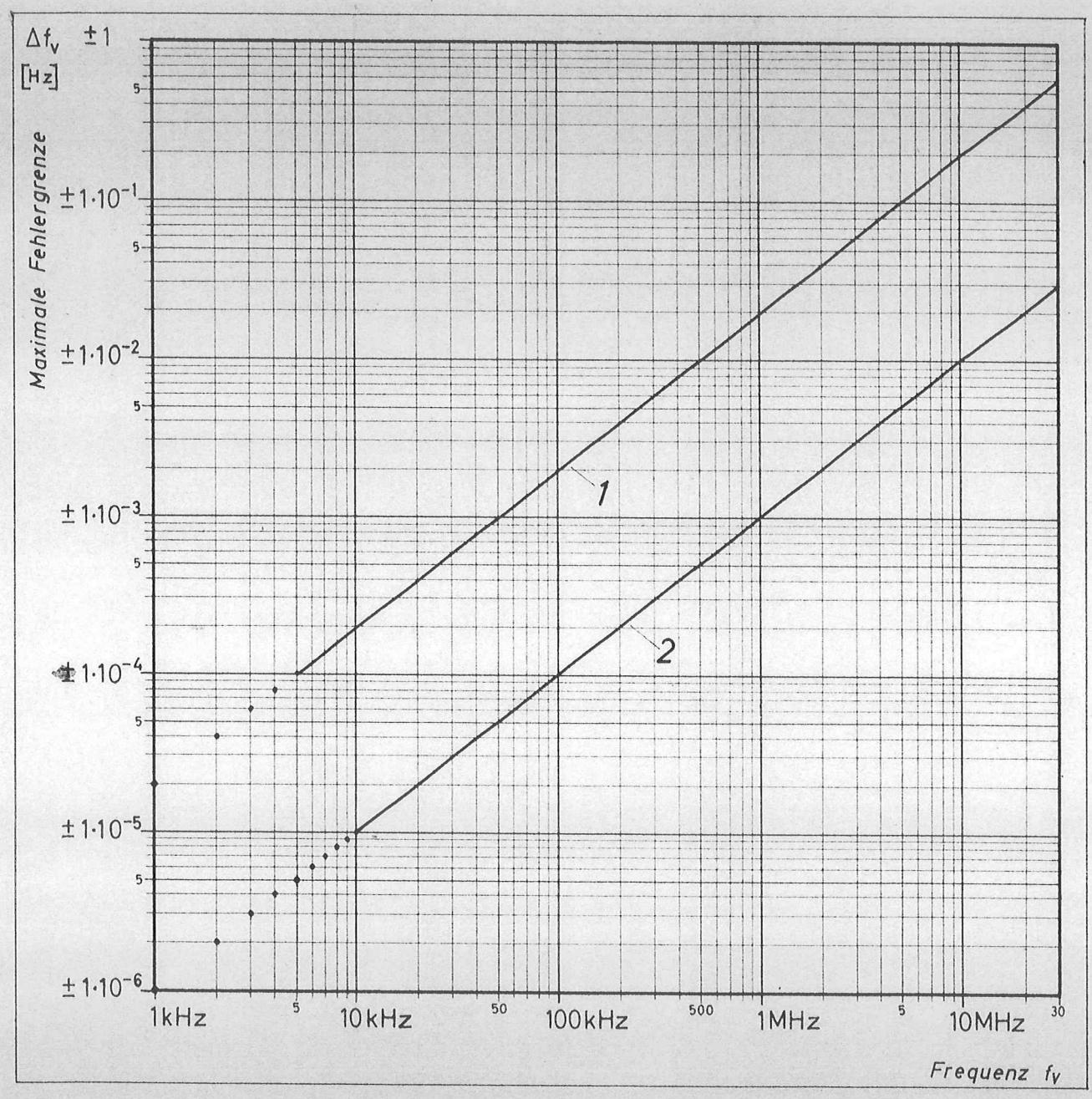


$$\Delta f_V = \Delta_1 f_V + \Delta_2 f_V \qquad \Delta_2 f_V = \pm 0{,}5\ \text{Hz}$$

1 Fehler Δf_V bei einem relativen Fehler der Steuernormalfrequenz von $\frac{\Delta_1 f_V}{f_V} = \frac{\Delta f}{f} = \pm 2 \cdot 10^{-8}$
Entspricht der Eigensteuerung mit dem eingebauten Frequenznormal.

2 Fehler Δf_V bei einem relativen Fehler der Steuernormalfrequenz von $\frac{\Delta_1 f_V}{f_V} = \frac{\Delta f}{f} = \pm 1 \cdot 10^{-9}$
Entspricht der Fremdsteuerung mit dem Frequenznormal Type XSB, BN 444 112.

Maximale Fehlergrenze In „Hz" bei gerasteter Frequenzeinstellung in 1-kHz-Schritten (B-Skala); Betriebsart IV (A ⫼, B ⫼, C ○)



$\Delta f_V = \Delta_1 f_V$

$\Delta_2 f_V$ entfällt da C-Skala unwirksam

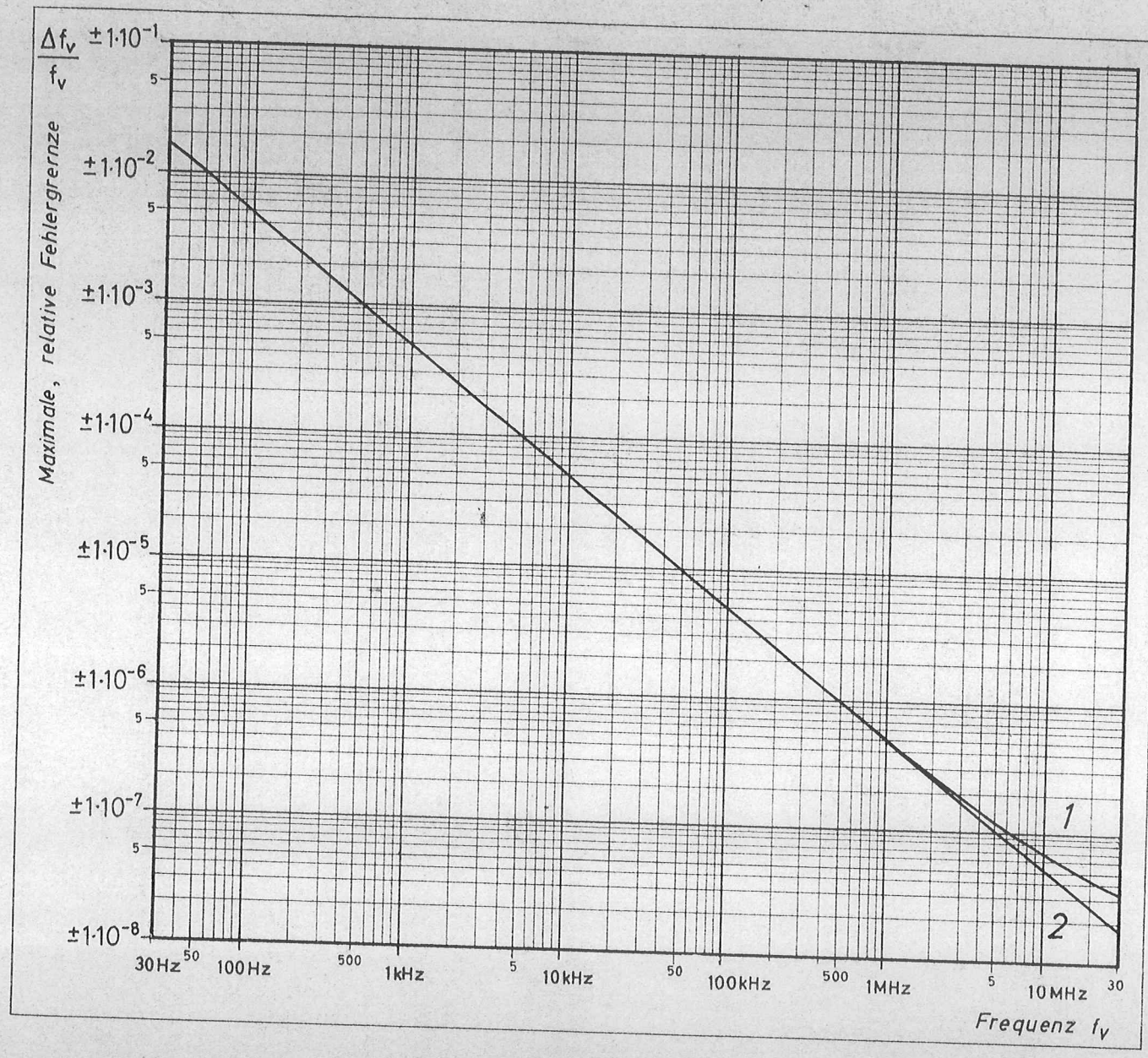
1 Fehler Δf_V bei einem relativen Fehler der Steuernormalfrequenz von $\frac{\Delta_1 f_V}{f_V} = \frac{\Delta f}{f} = \pm 2 \cdot 10^{-8}$
Entspricht der Eigensteuerung mit dem eingebauten Frequenznormal.

2 Fehler Δf_V bei einem relativen Fehler der Steuernormalfrequenz von $\frac{\Delta_1 f_V}{f_V} = \frac{\Delta f}{f} = \pm 1 \cdot 10^{-9}$
Entspricht der Fremdsteuerung mit dem Frequenznormal Type XSB, BN 444 112.

2.2.1. Frequenzfehler

Abb. 7

Maximale, relative Fehlergrenze bei kontinuierlicher Frequenzeinstellung; Betriebsart III (A ⫼, B ⫼, C ▬)



$$\frac{\Delta f}{fv} \quad \frac{\Delta_1 fv}{fv} \quad \frac{\Delta_2 fv}{fv} \qquad \Delta_2 f_v = \pm 0{,}5\ \text{Hz}$$

1 Relativer Fehler $\frac{\Delta f_v}{f_v}$ bei einem relativen Fehler der Steuernormalfrequenz von $\frac{\Delta_1 f_v}{f_v} = \frac{\Delta f}{f} = \pm 2 \cdot 10^{-8}$
Entspricht der Eigensteuerung mit dem eingebauten Frequenznormal

2 Relativer Fehler $\frac{\Delta f_v}{f_v}$ bei einem relativen Fehler der Steuernormalfrequenz von $\frac{\Delta_1 f_v}{f_v} = \frac{\Delta f}{f} = \pm 1 \cdot 10^{-9}$
Entspricht der Fremdsteuerung mit dem Frequenznormal Type XSB, EM 444 112

2.3. Ausgangsspannung

Vor dem Einstellen der Ausgangsspannung ist der Verbraucher an der koaxialen 13-mm-Umrüstbuchse (17) anzuschließen. Bei hohen Frequenzen ist hierzu unbedingt ein Kabel mit 60 Ω Wellenwiderstand zu verwenden und dieses auf der Verbraucherseite mit 60 Ω abzuschließen, um eine Spannungstransformation durch das Kabel zu vermeiden.

Die Leerlauf-Ausgangsspannung (EMK) läßt sich durch einen Regler (15) stetig im Verhältnis 10 : 1 herabsetzen und mit einem Schalter (14) in 6 festen Stufen von je 10 db weiter abschwächen. Ihr Effektivwert ergibt sich aus den Ablesungen am rechten Ausgangsspannungs-Instrument (16) und am Schalter (14).

In Verbindung mit der oberen Beschriftung des Schalters (mV) gelten abwechselnd die beiden oberen Instrumentenskalen. Dabei bedeutet Vollausschlag auf der 1-V-Skala des Instrumentes je nach Schalterstellung (14) 1 V, 100 mV, 10 mV oder 1 mV, beziehungsweise auf der 3-V-Skala 300 mV, 30 mV oder 3 mV.

Bei Benutzung der db-Eichung (0 db = 0,775 V) sind die Ablesungen am unteren Skalenbogen und die unteren Angaben der Schalterbeschriftung zu addieren.
Die Klemmenspannung U bei Belastung mit einem Widerstand R_a errechnet sich zu

$$U = E \cdot R_a / (R_i + R_a)$$

und wird speziell für den Fall $R_a = R_i$ gleich der halben EMK. Der Quellwiderstand R_i ist unabhängig von der Schalter- und Reglerstellung gleich 60 Ω.

2.4. Steuerung

Im allgemeinen wird der Normalfrequenz-Generator XUA mit Eigensteuerung durch das eingebaute Frequenznormal betrieben. Diesem Fall entspricht das Gerät bei Lieferung und es braucht nichts verändert zu werden. Genügt die hohe Genauigkeit dieses Frequenznormals nicht, so kann der Normalfrequenz-Generator XUA mit einer 100-kHz-Steuernormalfrequenz höherer Konstanz (z.B. aus unserem Frequenznormal XSB, BN 444 112) fremdgesteuert werden. Es verringert sich dadurch der Fehler der Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators XUA nach Maßgabe des Fehlers dieser fremden 100-kHz-Steuernormalfrequenz. Eine Verbesserung der Fehlergrenze besteht aber nur für die gerasteten Frequenzanteile der Ausgangsfrequenz, so daß also in Betriebsart III bei kontinuierlicher Frequenzeinstellung keine allzu große Verringerung des Fehlers zu erwarten ist (siehe hierzu 2.6.). An dem rückwärts am Kastengestell befindlichen Eingang sind 100 kHz sinusförmig mit 1 V und gutem Störabstand einzuspeisen ($R_i \approx 1$ kΩ). Der eingebaute Quarzoszillator muß bei Fremdsteuerung abgeschaltet werden. Dazu ist nach Anschluß des Kabels an die Buchse „Steuerung 100 kHz", an der rückwärtigen Anschlußleiste des Kastengestelles, der neben der Buchse befindliche Umschalter in die Stellung „100 kHz Ext." zu bringen. Wenn keine fremde 100-kHz-Normalfrequenz zugeführt wird, muß der Umschalter in Stellung „100 kHz Int." stehen.

2.5. Zusätzlich entnehmbare Festfrequenzen

An den entsprechend bezeichneten Ausgangsbuchsen an der Rückseite des Kastengestelles (siehe Abb.2) sind die Frequenzen 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz sinusförmig mit etwa 1 V EMK und der Genauigkeit der Steuernormalfrequenz entnehmbar. Der Quellwiderstand beträgt etwa 150 Ω. Da diese Frequenzen gleichzeitig der Steuerung des XUA dienen, ist darauf zu achten, daß die angeschlossenen Verbraucher nicht zu niederohmig und vor allem rückwirkungsfrei sind.

2.6. Verbundbetrieb mit dem Normalfrequenz-Generator Type XUB

Die Fehlergrenze von max. ±0,5 Hz des Normalfrequenz-Generators XUA in Betriebsart III, also bei einer kontinuierlichen Frequenzeinstellung von 10 Hz..,30 MHz, wird im wesentlichen durch den Fehler des C-Oszillators (C-Skala) bestimmt.

Eine Verbesserung dieses Fehlers kann durch Verbundbetrieb mit unserem Normalfrequenz-Generator XUB erreicht werden; dabei wird die C-Skala des Normalfrequenz-Generators XUA durch die D-Skala und E-Skala des Normalfrequenz-Generators XUB ersetzt. Die Ausgangsfrequenz der beiden zusammengeschalteten Geräte kann dann in kleinsten Schritten von 10 Hz mit der Genauigkeit der Steuernormalfrequenz gerastet und dazwischen mit einem maximalen Fehler von ±0,005 Hz (±5 mHz) kontinuierlich an der E-Skala eingestellt werden.

Das Zusammenwirken der beiden Geräte erfordert lediglich eine Kabelverbindung vom Ausgang „10...9 kHz" des Normalfrequenz-Generators XUB zum Eingang „Steuerung 10...9 kHz Ext." des Normalfrequenz-Generators XUA; der neben diesem Eingang liegende Umschalter ist außerdem in Stellung „10...9 kHz Ext." zu bringen.

V o r s i c h t ! Wenn kein Verbundbetrieb stattfindet, muß dieser Schalter in Stellung „10 kHz Int." stehen, da sonst in Betriebsart IV am Ausgang des Normalfrequenz-Generators XUA keine Ausgangsspannung vorhanden ist. In den für den Verbundbetrieb mit dem Normalfrequenz-Generator XUB vorgesehenen Eingang (Steuerung 10...9 kHz Ext.) kann selbstverständlich auch aus einem anderen geeigneten Generator eine Frequenz (ca. 1 V an R_i 10 kΩ) eingespeist werden, so daß man z.B. die Ausgangsfrequenz des Normalfrequenz-Generators um ca. 1 kHz wobbeln kann.

Weitere Einzelheiten über den Verbundbetrieb der beiden Normalfrequenz-Generatoren enthält die „Bedienungsanleitung zum Normalfrequenz-Generator XUB".