

# NORMALFREQUENZ-GENERATOR

## 0 ... 10 kHz

$\pm 0,5$  mHz (0...100 Hz)

$\pm 5$  mHz (0...1 kHz, 9...10 kHz)

$\pm 50$  mHz (0...10 kHz)

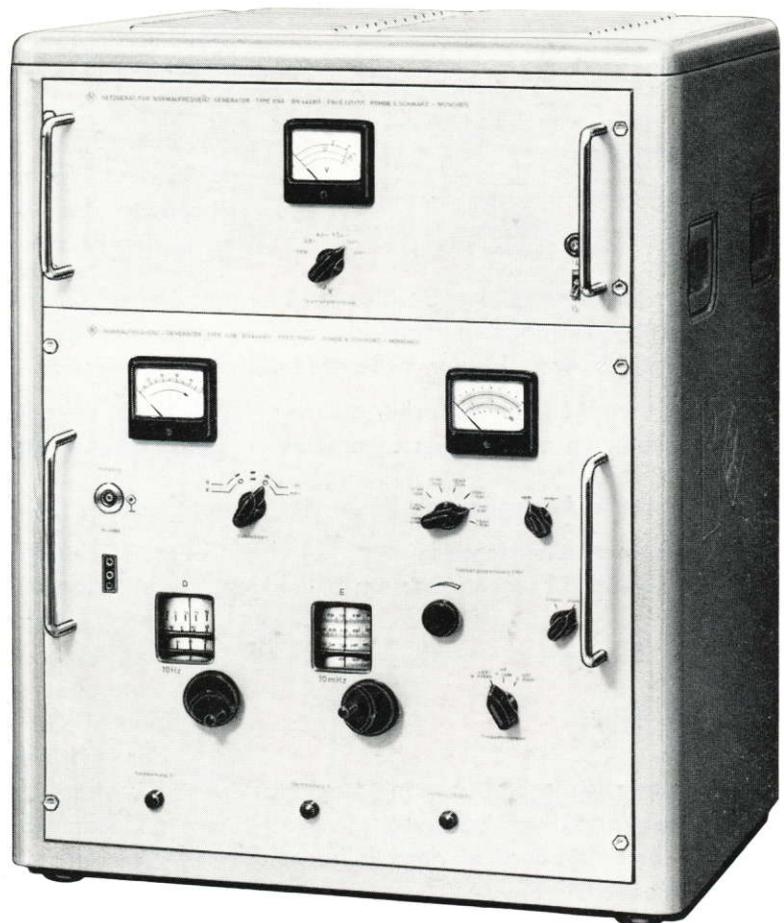
Im Verbund mit Normalfrequenz-Generator XUA:

## 30 Hz ... 30 MHz

$\pm 5$  mHz  $\pm 2 \cdot 10^{-8}$

Meßgenerator sehr hoher Treffsicherheit und Frequenzkonstanz

Quarzgesteuert, und doch stetig und in Schritten einstellbar



6730

Mit dem Normalfrequenz-Generator Type XUB wird das Verfahren der Frequenzsynthese, das Rohde & Schwarz bisher mit großem Erfolg für den Frequenzbereich bis 30 MHz realisiert hat, auf das Gebiet tiefer und tiefster Frequenzen übertragen.

Der Normalfrequenz-Generator XUB liefert, von einer quarzstabilisierten Steuerfrequenz ausgehend, eine stetig und in Stufen veränderbare Frequenz, deren Genauigkeit und Konstanz alle herkömmlichen Gütemaßstäbe weit übertrifft.

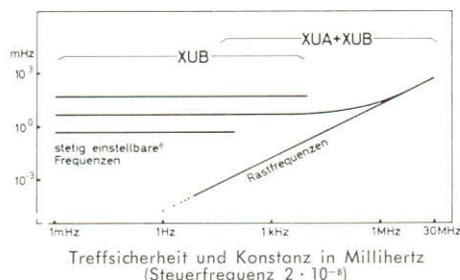
Der Normalfrequenz-Generator XUB vereinigt somit, wie alle nach dem Verfahren der Frequenzsynthese arbeitenden Geräte, die für einen Meßgenerator unentbehrliche freie Durchstimbarkeit mit den bekannten Vorteilen quarzgesteuerter Oszillatoren. Er erschließt diese erstmalig in marktgerechter Form für tiefe Frequenzbereiche. Im Verbundbetrieb mit dem Normalfrequenz-Generator XUA macht er das Millihertz auch im Gebiet bis 30 MHz zur selbstverständlichen Größenordnung.

Ausführliche Angaben über die Eigenschaften und Hinweise für die Anwendung dieses neuartigen Gerätes finden Sie auf den nächsten Seiten.

## Anwendungen

Der Normalfrequenz-Generator Type XUB repräsentiert als Meßgenerator höchster Präzision einen beträchtlichen Aufwand. Man wird ihn deshalb nicht für triviale Meßaufgaben heranziehen, die sich auch mit einfacheren und weniger kostspieligen Mitteln lösen lassen. Auf seinem eigentlichen Anwendungsgebiet gibt es jedoch kaum ein anderes Gerät gleicher Leistungsfähigkeit.

**Für den Einsatz entscheidend** ist das wichtigste Merkmal des Normalfrequenz-Generators XUB:



Er erschließt das Millihertz als leicht einzustellende, reproduzierbare und zuverlässige Größe sowohl bei der Erzeugung wie bei der Messung von Frequenzen. Als Einzelgerät zwischen Gleichstrom und 10 kHz verwendbar, überträgt er im Verbundbetrieb mit seinem Parallelgerät, dem Normalfrequenz-Generator XUA, die gleiche Dimension des Millihertz als Arbeitsgrundlage lückenlos bis in den Bereich von 30 MHz.

Die Ausgangsspannung des Gerätes ist innerhalb weiter Grenzen genau einstellbar und groß genug, um viele Meßaufgaben unmittelbar, andere unter Zuhilfenahme von Leistungsverstärkern lösen zu lassen. Bemerkenswert ist der außerordentlich geringe Gehalt an störenden Nebenfrequenzen.

Schließlich vermittelt die einfache, auf der Verwendung dekadisch gestufter Skalen beruhende Handhabung einen den elektrischen Eigenschaften angemessenen Bedienungskomfort.

**Charakteristische Anwendungen** findet der Normalfrequenz-Generator XUB bei

- |   |  |
|---|--|
| ▶ Niederfrequenz-Meßsendern   | zur Eichung der Skalen   |
| ▶ Direktzeigenden Frequenzmessern beliebigen Systems                      | zum Abgleich der Zungen, zur Eichung der Skalen und zur Aufnahme von Korrekturkurven                   |
| ▶ Stimmgabeln   | zum Abgleich auf Sollfrequenz und zur Kontrolle der Güte durch Messung der Resonanzkurve               |
| ▶ Resonanzrelais  | zum Abgleich auf Sollfrequenz und zur Untersuchung der Frequenzabhängigkeit der Ansprecherregung       |
| ▶ Materialproben in Stabform mit magneto- oder elektrostriktiver Anregung | zur Messung des Elastizitätsmoduls und der Schwingungsdämpfung aus der Resonanzkurve                   |
| ▶ Steuer- und Filterquarzen der Nieder- und Trägerfrequenztechnik         | zum Abgleich auf Sollfrequenz, zur Untersuchung auf Nebenwellen sowie zur Aufnahme der Durchlaufkurven |
| ▶ Regelstrecken, vor allem in elektrischen Analogiemodellen               | soweit genaue Frequenzbestimmung entscheidend ist.   |

Verstärker, Röhrenvoltmeter und Oszillographen können den Normalfrequenz-Generator XUB bei diesen Meßaufgaben ergänzen. Frequenzvergleiche werden bei tiefen Frequenzen vorteilhaft mit Hilfe von Phasennessern ausgeführt.

Die Kombination der Normalfrequenz-Generatoren XUB und XUA dient zur

- ▶ Präzisions-Frequenzmessung an Nachrichtensendern
- ▶ Präzisions-Frequenzmessung an Quarzen über 10 kHz
- ▶ Untersuchung von Kernresonanzen
- ▶ und für viele ähnliche Aufgaben aus der experimentellen und angewandten Physik,

wofür als Ergänzung des Instrumentariums weitere Meßmittel wie Frequenzzeiger und Frequenzmeß-Oszillographen zur Verfügung stehen.

Äußere Einflüsse wie

▶ Zeit	▶ Temperatur	▶ Druck
▶ Feuchte	▶ Belastung	

haben auf hochselektive aktive oder passive Meßobjekte oft nur sehr geringfügige Wirkungen, die mit herkömmlichen Meßinstrumenten schwer oder gar nicht feststellbar sind. Mit dem Normalfrequenz-Generator XUB erzielt man bei solchen Untersuchungen dank seiner hohen Frequenzkonstanz und feinen Verstimmbareit ein enormes Auflösungsvermögen.

**Spezielle Anwendungsbeispiele:**

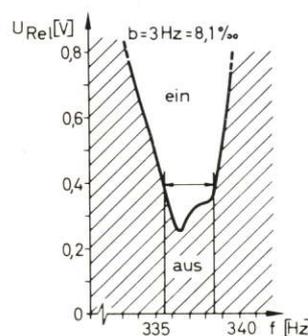
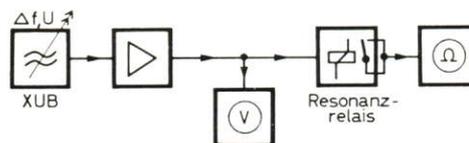
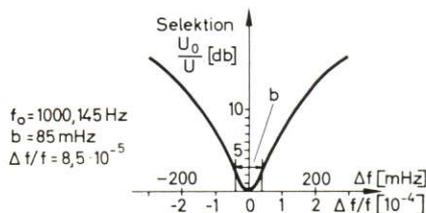
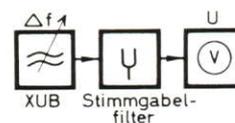
**Selektionskurve eines Stimmgabelfilters**

Stimmgabeln und ähnliche mechanische Filter arbeiten bei relativ niederen Frequenzen und haben hohe Güte, so daß sich die Breite ihrer Selektionskurve nach Bruchteilen von Hz bemißt.

Meßverfahren:

Das Filter wird am Eingang bei verschiedenen Frequenzen mit konstanter Spannung gespeist. Am Ausgang wird die übertragene Spannung gemessen, deren Verhältnis zur Ausgangsspannung bei Resonanz die Selektionskurve liefert.

Verwendete Geräte: Normalfrequenz-Generator XUB  
NF-Millivoltmeter (z. B. UVN)



**Ansprechkurve eines Resonanzrelais**

Resonanzrelais spielen in der Selektivruftechnik eine große Rolle. Ihr Abgleich erfordert Spannungsquellen hoher Einstellgenauigkeit.

Meßverfahren:

Das Relais wird über einen Verstärker durch einen Generator erregt, dessen Spannung bei verschiedenen Frequenzeinstellungen jeweils so lange gesteigert wird, bis das Relais anspricht.

Verwendete Geräte: Normalfrequenz-Generator XUB  
Leistungsverstärker (z. B. ATN)  
NF-Millivoltmeter (z. B. UVN)  
Ohmmeter

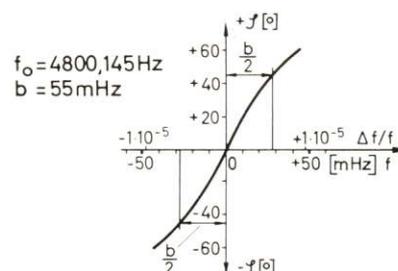
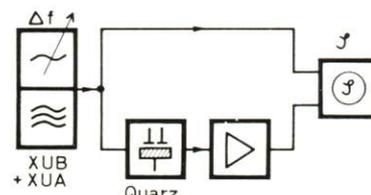
**Phasenkurve eines NF-Filterquarzes**

Die Phase von NF-Filterquarzen dreht sich schon bei sehr geringen Frequenzänderungen um große Beträge. Die Messung der 45°-Verstimmung bildet ein bequemes Mittel zur Bestimmung der Bandbreite.

Meßverfahren:

Mit einem direktzeigenden Phasenmesser wird die durch das Filter bewirkte Phasenverschiebung zwischen Ein- und Ausgangsspannung bei Veränderung der Generatorfrequenz bestimmt. Ein Verstärkervoltmeter gleicht den Dämpfungsverlust des Filters aus.

Verwendete Geräte:  
Normalfrequenz-Generatoren XUB und XUA  
NF-Millivoltmeter (z. B. UVN)  
Phasenmesser (z. B. PZN)



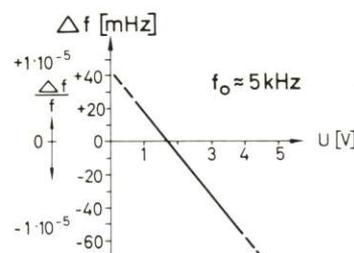
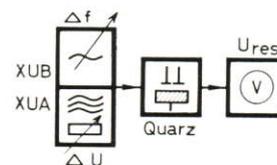
**Amplitudenabhängigkeit der Resonanzfrequenz eines NF-Filterquarzes**

NF-Filterquarze zeigen wie alle Quarze eine Verschiebung der Resonanzfrequenz mit der Amplitude, die aber wegen ihres geringen absoluten Betrages bisher kaum meßbar war.

Meßverfahren:

Bei verschiedenen Spannungen wird die dem Filter von einem Generator angebotene Frequenz jeweils solange variiert, bis am Ausgang Resonanz angezeigt wird.

Verwendete Geräte:  
Normalfrequenz-Generatoren XUB und XUA  
NF-Millivoltmeter (z. B. UVN)



## Eigenschaften des Normalfrequenz-Generators Type XUB als Einzelgerät

Die Eigenschaften der Kombination der Normalfrequenz-Generatoren Type XUB und XUA sind in einem eigenen Datenblatt 444021 (Normalfrequenz-Anlage Type XZD) dargestellt, das bei Interesse gerne zur Verfügung gestellt wird.

### Einstellbare Ausgangsfrequenz

<b>Frequenzbereich</b> . . . . .	0...10 kHz für unsymmetrische Ausgangsspannung 20 Hz...10 kHz für symmetrische Ausgangsspannung
----------------------------------	--

Teilbereiche	* unsymmetrisch symmetrisch	0...100 Hz 20...100 Hz	0...1000 Hz 20...1000 Hz
Mit Steuerfrequenzgenauigkeit (s. u.) einstellbare Frequenzen (quarzgesteuerte »Rastfrequenzen«)		alle Vielfachen von 1 Hz	alle Vielfachen von 10 Hz
Zusätzlicher Fehler für stetige Frequenzeinstellung		<±0,5 mHz	<±5 mHz
Schwankungen des stetig eingestellten Frequenzanteils innerhalb von 24 Stunden		<±0,5 mHz	<±5 mHz
Skaleneichung		direkt:10	direkt
Hz-Skala (100 Teile)		1 Hz/Skalenteil	10 Hz/Skalenteil
mHz-Skala (1000 Teile)		1 mHz/Skalenteil	10 mHz/Skalenteil

Wirksame Gesamtskalenlänge (zwei dekadisch aufeinanderfolgende Spiralskalen mit je 1,2 m) . . . . .	120 m
Rastkontrolle . . . . .	mit Anzeigeinstrument, grobe Einstellung auf Maximum

<b>Ausgangsspannung</b> . . . . .	sinusförmig, unmoduliert, umschaltbar wahlweise symmetrisch oder unsymmetrisch (9...10 kHz nur unsymmetrisch)
Spannungsbereich (Leerlaufspannung, EMK) . . . . .	0,1 mV...3 V (9...10 kHz nur feste Spannung von rund 1 V)
Spannungseinstellung . . . . .	stetig und in Stufen, mit Instrumentanzeige
Fehlergrenzen . . . . .	±2 db
Anzeigeinstrument . . . . .	in Volt und db geeicht
Stufenteiler . . . . .	7 Stufen zu je 10 db
Klirrfaktor . . . . .	<10%
Gehalt an nichtharmonischen Störfrequenzen . . . . .	Pegel jeder Störfrequenz mindestens 60 db unter eingestelltem Nutzpegel
Quellwiderstand . . . . .	etwa 600 Ω
Anschlüsse unsymmetrisch . . . . .	koaxiale 13-mm-Buchse DIN 47284 <sup>1)</sup> (9...10 kHz dsgl., rückseitig)
symmetrisch . . . . .	Dreipolbuchse DIN 41628 (Siemens 9 Rel Kli 6a)

<b>Zusätzlich entnehmbare Frequenzen</b> . . . . .	1 kHz, 10 kHz und 100 kHz
Frequenzfehler . . . . .	gleich dem Fehler der Steuerfrequenz (s. u.)
Ausgangsspannung (Leerlaufspannung, EMK) . . . . .	rund 1 V, sinusförmig, unmoduliert
Störmodulation . . . . .	Pegel jedes Störseitenbandes mindestens 60 db unter Nutzpegel
Quellwiderstand . . . . .	rund 600 Ω
Anschlüsse (rückseitig) . . . . .	unsymmetrisch, koaxiale 13-mm-Buchsen DIN 47284 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe einschlägiges Datenblatt.

## Normalfrequenz-Anlage Type XZD



0...10000 Hz	9...10 kHz <sup>1)</sup>
20...10000 Hz	
alle Vielfachen von 100 Hz	alle Vielfachen von 10 Hz
<±50 mHz	<±5 mHz
<±50 mHz	<±5 mHz
direkt x 10	komplementär
100 Hz/Skalenteil	10 Hz/Skalenteil
100 mHz/Skalenteil	10 mHz/Skalenteil

8209

**Steuerung**

wahlweise eigen oder fremd

Der relative Fehler  $\Delta f/f$  der Steuerfrequenz bestimmt den Fehler  $(\Delta f/f) \cdot f$  der Rast- und Festfrequenzen.**Eigensteuerung**

durch eingebauten 100-kHz-Quarzoszillator

Frequenzschwankungen durch äußere Einflüsse . . . unter  $2 \cdot 10^{-8}$  bis  $8 \cdot 10^{-8}$ Der Wert  $2 \cdot 10^{-8}$  gilt für günstigste Betriebsbedingungen wie Aufstellungsart, Umgebungstemperatur, Netzspannungsschwankungen, unterbrechungslosen Betrieb.

## Mittlere tägliche Frequenzänderung (Frequenzdrift)

nach einer Betriebszeit von 10 Tagen . . . . . unter  $5 \cdot 10^{-8}$  je Tagnach einer Betriebszeit von 100 Tagen . . . . . unter  $2 \cdot 10^{-8}$  je Tag

Der Einfluß der Frequenzdrift kann durch zwei Abgleichelemente (grob und fein) rückgängig gemacht werden.

Anheizzeit für Fehler unter  $1 \cdot 10^{-6}$  . . . . . etwa 1 Stunde**Fremdsteuerung** (siehe auch »Erweiterungsmöglichkeiten«)Erforderliche Steuerfrequenz . . . . . 100 kHz sinusförmig, 1 V an 1 k $\Omega$  Eingangswiderstand  
Klirrfaktor und Störspannungsgehalt der Steuerspannung beeinflussen die entsprechenden Werte der AusgangsfrequenzenAnschluß . . . . . unsymmetrisch, koaxiale 13-mm-Buchse DIN 47284<sup>2)</sup>  
(rückseitig)**Ausgang für Normalfrequenz-Generator XUA**Dient zur Entnahme der veränderbaren Frequenz 9...10 kHz (1 V an 600  $\Omega$ ) für den Normalfrequenz-Generator XUA; siehe »Erweiterungsmöglichkeiten«Anschluß . . . . . unsymmetrisch, koaxiale 13-mm-Buchse DIN 47284<sup>2)</sup>  
(rückseitig)**Allgemeine Eigenschaften** (alle Daten des Gerätes gelten innerhalb der angegebenen Grenzen von Netzspannung, Netzfrequenz und Temperatur)Netzanschluß . . . . . 115/125/220/235 V  $\pm 10\%$ , 47...63 Hz (450 VA)

Zulässige Umgebungstemperatur . . . . . + 15...+35° C

Beschriftung . . . . . zweisprachig deutsch/englisch

Farbe . . . . . grau RAL 7001

Abmessungen und Gewichte . . . . . siehe Rückseite

<sup>1)</sup> Der zum Bereich 0...1000 Hz komplementäre Bereich 9...10 kHz ist eigentlich für die Ansteuerung des Normalfrequenz-Generators XUA bestimmt, kann aber bei Beschränkung auf feste Spannung auch unmittelbar ausgenutzt werden.

<sup>2)</sup> Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsetzungen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe einschlägiges Datenblatt.

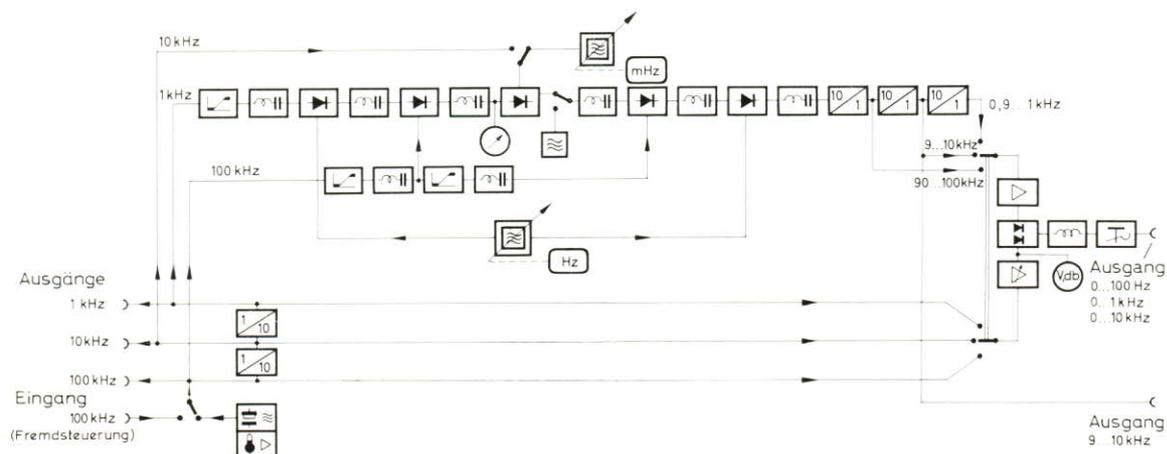
## Arbeitsweise

Die dem eingebauten Quarzoszillator entnommene oder von außen zugeführte Steuerfrequenz 100 kHz wird durch Teilung und Verzerrung zu einem Spektrum mit 1 kHz Liniendichte verformt, dem man selektiv mit Hilfe der Abstimmelemente ein einzelnes Vielfaches von 1 kHz entnimmt.

Die zugehörige Schaltung verwendet ein Umsetzverfahren (siehe Blockschaltbild) und wirkt effektiv wie ein abstimmbares Filter für Spektrallinien. Dadurch bleibt für jede der hundert einstellbaren »Rastfrequenzen« die volle Genauigkeit der Steuerfrequenz (bei Eigensteuerung einige  $10^{-8}$ ) erhalten, die bei manchen der vielfach üblichen synchronisierten Oszillatoren bestehende Gefahr des Außertrittfallens ist vermieden. Das Aufsuchen der Rastfrequenzen bedarf nur geringer Sorgfalt. Die richtige Einstellung wird durch eine in Ausgangsfrequenzen geeichte Skala und ein Instrument angezeigt.

Eine zweite Skala ist einem frei schwingenden Oszillator zugeordnet, dessen Frequenz stetig um insgesamt 1000 Hz verändert werden kann. Hohe Genauigkeit des Oszillators, große Skalenlänge und sorgfältige Eichung führen hier bei 1000 Skalenstrichen zu einer Einstellsicherheit und Konstanz von 0,5‰ vom Skalenendwert.

Die Schaltung addiert selbsttätig beide Frequenzanteile zu einer Summenfrequenz, die durch aperiodische Frequenzteiler je nach dem gewünschten Frequenzbereich im Verhältnis 10:1, 100:1 oder 1000:1 geteilt wird. Durch Umsetzung mit ebenfalls aus der Steuerfrequenz gewonnenen Festfrequenzen in einem Ringmodulator entsteht schließlich die eigentliche Ausgangsfrequenz des Gerätes. Entsprechend diesem Verfahren der Frequenzerzeugung sind auch die Angaben beider Skalen (in Betriebsart »stetige Abstimmung«) einfach dekadisch hintereinander abzulesen. Das Gleiche gilt, wenn der Normalfrequenz-Generator XUB mit der Paralleltypen XUA (30 Hz ... 30 MHz) zusammengeschaltet wird. Seine beiden Skalen, im Bereich 0 ... 1000 Hz betrieben, treten dann an die Stelle der Hz-Skala des XUA.



Die Ausgangs-Leerlaufspannung läßt sich mit Hilfe eines Instrumentes und eines Spannungsteilers zwischen 0,1 mV und 3 V genau einstellen und steht wahlweise symmetrisch oder unsymmetrisch an einem konstanten Quellwiderstand von 600  $\Omega$  zur Verfügung. Hochselektive Filter innerhalb der Gesamtschaltung sorgen dafür, daß die Ausgangsspannung trotz der Frequenzsynthese praktisch frei von störenden Frequenzen ist. Sie liegen mindestens 60 db unter der Nutzspannung und sind damit in der Praxis vernachlässigbar.

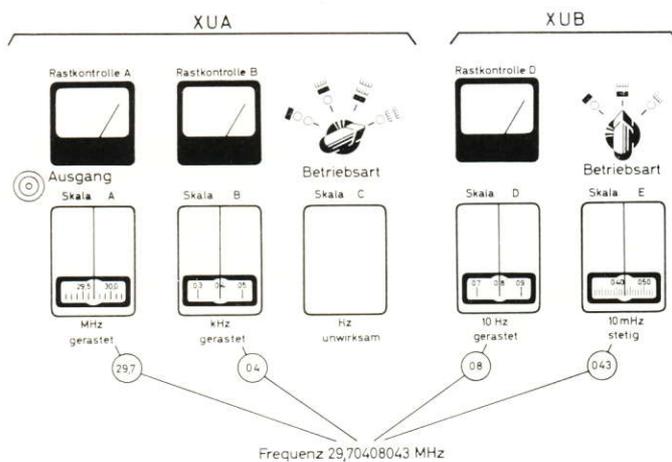
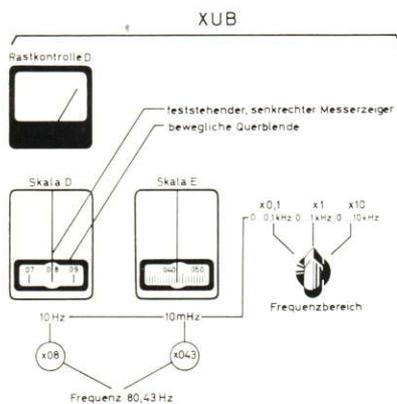
Literatur: Flicker, H., Stand der Frequenzmeßtechnik nach dem Überlagerungsverfahren.

In: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, VI. Bd., 1960, S 349-392. Verlag für Radio-, Foto-, Kineteknik GmbH., Berlin-Borsigwalde

Normalfrequenz-Generatoren XUA und XUB  
in loser Zusammenstellung



9482



Skalenanordnung des Normalfrequenz-Generators XUB (oben) und der Kombination aus den Normalfrequenz-Generatoren XUB und XUA (unten)

Die Skalen sind in unmittelbarer Reihenfolge dekadisch ablesbar

### Erweiterungsmöglichkeiten

**Durch Fremdsteuerung mit 100-kHz-Frequenznormal:** Der geringe Eigenfehler der Rastfrequenzen kann, sofern eine Steuerfrequenz höherer Genauigkeit zur Verfügung steht, noch weiter verkleinert werden. Hierzu empfiehlt sich Fremdsteuerung mit unseren Frequenznormalen Type XSB BN 444112 oder Type XSC BN 444113 (mit Batteriereserve).

**Durch Kombination mit Normalfrequenz-Generator XUA:** Die günstigen Eigenschaften des Gerätes können (in ihrer Formulierung für den Bereich 0...1000 Hz) durch Kombination mit dem Normalfrequenz-Generator Type XUA BN 444463 auf den gesamten Frequenzbereich zwischen 30 Hz und 30 MHz übertragen werden. Der XUA, ein mechanisch und elektrisch dem XUB ähnlich aufgebautes Gerät für höhere Frequenzen, verfügt über drei Skalen, erlaubt kleinste Rastschritte von 1 kHz und stetige Einstellung mit einem Fehler unter  $\pm 0,5$  Hz. Die Kombination besitzt vier wirksame Skalen, kann in kleinsten Schritten von 10 Hz gerastet und stetig mit Fehlern unter  $\pm 5$  mHz eingestellt werden. Sie ist unter der Bestellbezeichnung Normalfrequenz-Anlage Type XZD BN 444021 auch in fahrbarem Kastengehäuse lieferbar.

# NORMALFREQUENZ-GENERATOR XUB

## Aufbau

Der Normalfrequenz-Generator und sein elektronisch stabilisiertes Netzgerät sind als Einschübe ausgelegt und gemäß Abbildung in einem Kastengestell – oben Netzteil, unten Generatorteil – eingebaut. Sämtliche Baugruppen sind, zum Beispiel für den Röhrenwechsel, leicht zugänglich. Der solide Aufbau verhindert die Beeinflussung der elektrischen Eigenschaften durch mechanische Einwirkung. Hohe Betriebssicherheit, Konstanz und großer Störabstand, auch bei Schwankungen der Netzspannung und der Außentemperatur, kennzeichnen die elektrische Ausführung. Ablesegenauigkeit und Reproduzierbarkeit eines einmal eingestellten Wertes sind durch Präzisionskalentriebe sichergestellt.

Die Einschübe werden in Kombination mit verschiedenen Geräten auch in anderen Anlagen verwendet, weshalb sie eigene Bezeichnungen erhalten haben; siehe die folgende Aufstellung. Bei der Bestellung des in diesem Datenblatt beschriebenen Normalfrequenz-Generators Type XUB BN 444465 brauchen die Bezeichnungen der Einschübe jedoch nicht angegeben zu werden, weil die Bestellnummer BN 444465 schon alle Teilgeräte und das Zubehör umfaßt.

Teilgeräte	Type	Bestellnummer	Röhrenbestückung	Abmessungen B x H x T	Gewicht
Netzgerät für Normalfrequenz-Generator	XNA	BN 444911 D	2 x EF 800 6 x EL 34 2 x 85 A 2	520 x 202 x 337 mm (Einschub nach DIN 41490)	27 kg
Normalfrequenz-Generator	XUB	BN 444464 D	24 x EF 80 22 x E 88 CC 3 x E 80 L	520 x 474 x 455 mm (Einschub nach DIN 41490)	43 kg

(Die vorstehend aufgeführten Einschübe werden nicht einzeln geliefert!)

### Bestellbezeichnung für das Gesamtgerät:

► **Normalfrequenz-Generator Type XUB BN 444465**

504 x 771 x 549

104 kg

(Kastengestell NG 9 nach DIN 41491)

### Mitgeliefertes Zubehör (im Preise eingeschlossen):

1 Netzkabel, 1 koaxiales Steckerkabel und 1 symmetrischer Dreipolstecker für den Anschluß von Meßobjekten, 2 16adrige Kabel zum Betrieb des XUB außerhalb des Kastengestells, 1 Trimm Schlüssel 6 mm.

**Empfohlene Zusatzgeräte** (gesondert zu bestellen; Datenblätter werden auf Wunsch gerne zur Verfügung gestellt)

Normalfrequenz-Generator Type XUA BN 444463

Frequenznormal Type XSB BN 444112

Frequenznormal Type XSC BN 444113

Phasenmesser Type PZN BN 1941

Leistungsverstärker Type ATN BN 13193

Einige koaxiale Steckerkabel BN 90516/100

Änderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind, vorbehalten.