

# TONFREQUENZ-ANALYSATOR



## Eigenschaften

<b>Frequenzbereich</b> . . . . .	20 ... 2000 Hz	20 ... 20 000 Hz
Länge der Skala . . . . .	ca. 440 mm	ca. 570 mm
Skalenteilung . . . . .	nahezu linear 10 Hz/Skalenteil	nahezu linear 50 Hz/Skalenteil

### Trennschärfe

. . . . .	umschaltbar
Bei Schmalbandbetrieb	
Bandbreite für 3 db Abfall . . . . .	6 Hz $\pm$ 20 %
Bandbreite für 60 db Abfall . . . . .	höchstens $\pm$ 40 Hz
Bei Breitbandbetrieb	
Bandbreite für 3 db Abfall . . . . .	200 Hz $\pm$ 25 %
Bandbreite für 60 db Abfall . . . . .	höchstens $\pm$ 450 Hz

### Spannungsanzeige linear

Fehlergrenzen . . . . .	$\pm$ 3% vom Meßwert, $\pm$ 2% vom Endwert
Spannungsbereich am unsymmetrischen Eingang . . . . .	10 $\mu$ V ... 100 V bzw. -100 ... +40 db
13fach unterteilt . . . . .	in Stufen 1:3 bzw. 10 db (Einstellung von Zwischenwerten auf Vollauschlag durch kontinuierlichen 12 db-Regler)
Spannungsbereich am symmetrischen Eingang . . . . .	10 $\mu$ V ... 10 V bzw. -100 ... +20 db
11fach unterteilt . . . . .	in Stufen 1:3 bzw. 10 db (Einstellung von Zwischenwerten durch kontinuierlichen 12 db-Regler)

### Spannungsanzeige logarithmisch

Umfang eines Meßbereiches . . . . .	60 db (1:1000)
Fehlergrenzen . . . . .	$\pm$ 1 db

Spannungsbereich am unsymmetrischen Eingang	10 $\mu$ V...100 V bzw. -100...+40 db
9fach unterteilt	in Stufen 1:3 bzw. 10 db (Einstellung von Zwischenwerten durch kontinuierlichen 12 db-Regler)
Spannungsbereich am symmetrischen Eingang	10 $\mu$ V...10 V bzw. -100...+20 db
7fach unterteilt	in Stufen 1:3 bzw. 10 db (Einstellung von Zwischenwerten durch kontinuierlichen 12 db-Regler)

### Eingangswiderstand

unsymmetrisch	100 k $\Omega$    40 pF
symmetrisch	über 8 k $\Omega$

### Störfrequenzdämpfung

bei 60 kHz (= ZF)	über 80 db
bei Frequenzen über 60 kHz (zum Beispiel Spiegelfrequenzen)	über 60 db
Eigenstörpegel	unter -100 db
Eigenklirrabstand	über 70 db
Zulässiger Innenwiderstand des Meßobjektes bei symmetrischem Betrieb	höchstens 3 k $\Omega$

### Anschluß der Zusatzgeräte

Schreiberausgang (angepaßt am Gleichspannungsschreiber ZSG)	Gleichspannung 3 V bei Vollausschlag des Instruments
Automatischer Frequenzablauf	durch Ankuppeln des Synchronantriebes an den Feintriebknopf des FTA
Oszillatorausgang	zum Anschluß des Mitlaufgenerators

Beschreibung und Bestellnummern der Zusatzgeräte siehe weiter unten.

<b>Netzanschluß</b>	115/125/220/235 V $\pm$ 10 %, 47...63 Hz (100 VA)
---------------------	---

<b>Abmessungen</b>	540 x 301 x 378 mm (R&S Normkasten Größe 58)
--------------------	--

<b>Gewicht</b>	35 kg
----------------	-------

<b>Bestellbezeichnung</b>	► Tonfrequenz-Analysator Type FTA BN 48302
---------------------------	--

## Aufgaben und Anwendung

Der Tonfrequenz-Analysator Type FTA zerlegt Frequenzgemische im Tonfrequenzbereich in ihre spektralen Anteile, d. h. er mißt für jede Frequenz die zugehörige Amplitude. Er zeichnet sich durch hohe Trennschärfe und sehr steilen Übergang der Dämpfungskurve zwischen Durchlaß- und Sperrbereich aus. Diese Trennschärfe bleibt in absoluter Größe im gesamten Frequenzbereich erhalten, wodurch beispielsweise die Messung der Brummodulationsseitenbänder auch bei 20 kHz mit dem vollen Auflösungsvermögen des Gerätes möglich ist.

Eine Breitbandstellung erlaubt rasche Übersichtsmessungen mit verringertem Auflösungsvermögen. Sie ist von Vorteil, wenn das auszumessende Spektrum eine gewisse Unstabilität in der Frequenz aufweist, wie es zum Beispiel bei der Geräuschanalyse umlaufender Maschinen der Fall ist.

Die Eigenverzerrung des Gerätes liegt so niedrig, daß auch Messungen an klirrarmlen Übertragungssystemen oder hochwertigen Bauelementen vorgenommen werden können. Ein besonderer Vorteil ist seine hohe Spannungsempfindlichkeit, so daß man zum Beispiel als Meßspannungsquelle dynamische Mikrofone unmittelbar ohne Zwischenverstärker anschließen kann.

Der Tonfrequenz-Analysator FTA löst Wechselspannungen beliebiger Kurvenform auf, er kann daher auch zur Analyse von Impulsspannungen herangezogen werden (Fourieranalyse). In Verbindung mit einem geeigneten Mikrofon oder einem Erschütterungsaufnehmer lassen sich Klanganalysen bzw. Analysen komplizierter Bewegungsvorgänge durchführen. Durch Oberwellenanalyse und Modulationstonmessung kön-

nen Klirrfaktoren, Differenztonfaktoren und Modulationsprodukte ermittelt werden. So ist es auch möglich, die Feinstruktur der Kennlinien von Röhren, Gleichrichtern und anderen Elementen mit hoher Genauigkeit zu untersuchen.

Zur automatischen Registrierung kann der Gleichspannungsschreiber Type ZSG angeschlossen werden. Dies bedeutet große Zeitersparnis beim Messen und eine einfache Dokumentation. Für »selektive« Frequenzgangmessungen benutzt man den Mitlaufgenerator in Verbindung mit dem FTA. Er erzeugt immer genau die Frequenz, auf die der FTA abgestimmt ist.

## Arbeitsweise und Aufbau

Im Tonfrequenz-Analysator Type FTA wird das zu untersuchende Frequenzgemisch mit einer veränderbaren Oszillatorfrequenz gemischt und die entstehende Zwischenfrequenzspannung nach Durchlaufen eines schmalen Bandfilters mit steilen Flanken und hoher Sperrdämpfung einem Zeigerinstrument zugeführt. Um einen möglichst großen Spannungsbereich erfassen zu können und Vorverstärker und Modulator nicht zu überlasten, liegt im Eingang des Gerätes ein Vorteiler. Außerdem enthält der Vorverstärker ein Tiefpaßfilter zur Unterdrückung von Störfrequenzen oberhalb des Meßbereiches. Der ZF-Teil ist auf zwei Bandbreiten umschaltbar. Die Schmalbandselektion wird durch ein Quarzfilter bewirkt, dessen besondere Merkmale ein nahezu rechteckiger Durchlaßbereich und hohe Sperrdämpfung sind. Für die Breitbandselektion wird ein LC-Filter mit großer Flankensteilheit verwendet. Der ZF-Verstärker enthält den Hauptteiler, mit dem der gewünschte Meßbereich eingestellt wird. Die ZF-Spannung wird gleichgerichtet und dem Anzeigeinstrument zugeführt. Bei logarithmischer Anzeige wird der Hauptteiler überbrückt und der sonst linear arbeitende Nachverstärker auf Regelbetrieb umgeschaltet. Durch die Regelung von zwei Röhren erhält man eine gleichmäßige Dezibel Teilung von 0 bis 60 db, auf welcher der 30 db-Punkt in der Skalenmitte liegt.

Für den Anschluß von Schreibern ist ein besonderer Ausgang der gleichgerichteten ZF-Spannung vorgesehen. Der synchrone Frequenzablauf erfolgt dabei mit Hilfe eines Antriebszusatzes, der ohne Eingriff in das Gerät mit wenigen Handgriffen an der Frontplatte befestigt werden kann.

Das Gerät ist in einem Stahlblechkasten untergebracht, kann aber auch als Einschub in einem Normgestell nach DIN 41491 verwendet werden.

**Röhrenbestückung:** 2 x EAF 42, 3 x EB 41, 2 x ECC 85, 3 x EF 80, 3 x EF 804, 1 x PL 81, 1 x 85 A 2

## Zusatzgeräte zum Aufbau eines Frequenzgang-Meßplatzes und automatisch registrierender Anlagen

**Mitlaufgenerator** zum Tonfrequenz-Analysator FTA



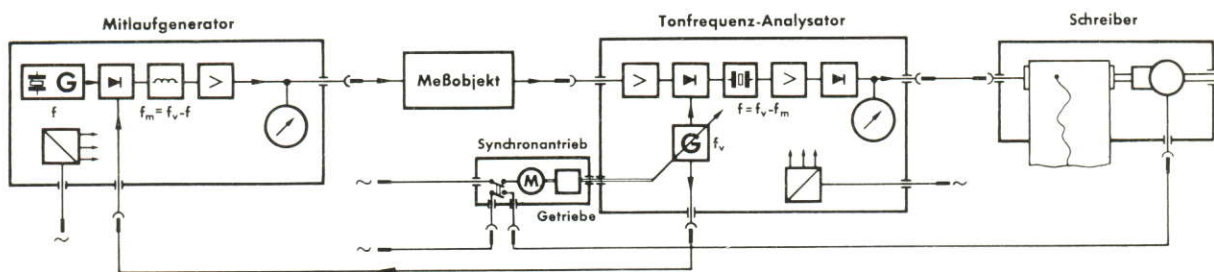
Der Mitlaufgenerator ergänzt den FTA zu einem Frequenzgang-Meßplatz. Er besitzt einen quarzgesteuerten Oszillator, eine Mischstufe und einen Verstärker. In der Mischstufe wird die eigene, konstante mit der durchstimmbaren Oszillatorfrequenz des Tonfrequenz-Analysators gemischt. Es entsteht dabei immer genau die Frequenz, auf die der FTA abgestimmt ist. Diese Wechselfrequenz wird verstärkt und über eine Leistungsstufe und einen Teiler dem Ausgang des Mitlaufgenerators zugeführt. Von hier aus leitet man sie über den zu untersuchenden Vierpol an den Eingang des FTA.

Dieser Meßplatz wird bei selektiven Frequenzgangmessungen verwendet und bietet besonders dann Vorteile, wenn ein großer Dämpfungsbereich benötigt wird oder wenn wegen der Anwesenheit von Stör- und Fremdspannungen oder Störgeräuschen eine breitbandige Messung nicht möglich ist. Am Ausgang des Mitlaufgenerators läßt sich jede beliebige Spannung zwischen 1  $\mu$ V und 100 V einstellen, deshalb ist das Gerät vorzüglich für Messungen an Verstärkern hoher Empfindlichkeit und an Vierpolen großer Dämpfung geeignet. Wegen des geringen Eigenklirrfaktors und Fremdspannungspegels des Mitlaufgenerators können mit diesem Meßplatz auch Messungen bei gleichzeitiger Bestimmung des Klirrfaktors durchgeführt werden.

**Eigenschaften** des Mitlaufgenerators

Frequenzbereich . . . . .	30...20000 Hz		
Klirrfaktor . . . . .	unter 1 % bei 60...20000 Hz unter 2 % bei 30...60 Hz bei Belastung $\approx R_{opt}$		
Klirrfaktor bei Vorteilereinstellung $\leq -20$ db . . . . .	unter 0,5 % bei 60...20000 Hz		
Fremdspannung . . . . .	unter 0,1 %		
Spannungsanzeige . . . . .	durch Instrument mit Volt- und Dezibel-Eichung		
Fehlergrenzen der Spannungsanzeige . . . . .	$\pm 2,5$ % v. E.		
Frequenzgang der Spannungsanzeige . . . . .	unter 0,5 %		
Netzspannungsabhängigkeit der Ausgangsspannung . . . . .	unter 0,3 % bei $\pm 10$ % Netzspannungsänderung		
<b>Ausgang I</b> . . . . .	Rändelklemmen (4 mm $\phi$ , 19 mm Abstand)		
Ausgangsleistung . . . . .	maximal 1,5 W		
Optimaler Außenwiderstand $R_{opt}$ . . . . .	150 $\Omega$	600 $\Omega$	7 k $\Omega$
Innenwiderstand . . . . .	50 $\Omega$	200 $\Omega$	550 $\Omega$
Toleranz des Innenwiderstandes . . . . .	$\pm 20$ %	$\pm 20$ %	$\pm 20$ %
Maximale Ausgangsspannung . . . . .	15 V	30 V	100 V
	Instrument zeigt Ausgangsspannung!		
Schaltung . . . . .	symmetrisch	symmetrisch	unsymmetrisch
Regelung der Ausgangsspannung . . . . .	4 Stufen zu je 10 db und kontinuierlicher 12 db-Regler		
Frequenzgang der Ausgangsspannung . . . . .	$\pm 2$ %, bezogen auf 1 kHz		
Fehlergrenzen einschließlich Frequenzgang . . . . .	+0,3 db bei 30...60 Hz $\pm 0,1$ db bei 60...20000 Hz		
<b>Ausgang II</b> . . . . .	koaxiale 13 mm-Buchse		
Ausgangsspannung (EMK) . . . . .	1 $\mu$ V...2 V bzw. $-132$ ...+6 db 0 db = 0,775 V Instrument zeigt EMK!		
(Mit Vorteiler und Ausgangsteiler in insgesamt	13 Stufen kontinuierlich regelbar)		
Innenwiderstand ( $R_i$ ) wählbar . . . . . (unabhängig von der Teilerstellung)	20 $\Omega$ , 60 $\Omega$ , 75 $\Omega$ , 150 $\Omega$ , 300 $\Omega$ , 600 $\Omega$ und 1000 $\Omega$ (Fehlergrenzen $\pm 1$ %)		
Fehlergrenzen des Ausgangsteilers . . . . .	$\pm 0,2$ db $\pm 0,5$ db bei $-80$ db und $R_i \geq 60$ $\Omega$		
Frequenzgang der Ausgangsspannung . . . . .	$\pm 2$ %, bezogen auf 1 kHz		
Fehlergrenzen einschließlich Frequenzgang des 40 db-Vorteilers . . . . .	+0,3 db bei 30...60 Hz $\pm 0,1$ db bei 60...20000 Hz		
Netzanschluß . . . . .	115/125/220/235 V, 47...63 Hz (45 VA)		
<b>Abmessungen</b>	540 x 200 x 378 mm (R&S-Normkasten Größe 55)		
<b>Gewicht</b>	22 kg		
<b>Röhrenbestückung:</b>	1 x EB 41, 1 x ECC 85, 2 x EF 804 S, 1 x EL 84, 1 x 150 C 2		
<b>Bestellbezeichnung</b> . . . . .	► Mitlaufgenerator zum FTA BN 483011		

11-11  
erper-  
hwin-



Prinzipielle Darstellung des Zusammenwirkens von Tonfrequenz-Analysator mit Synchronantrieb, Mitlaufgenerator und Schreiber zur Vierpolmessung und Registrierung der Meßergebnisse.

**Synchronantrieb** zum Tonfrequenz-Analysator FTA

Der Synchronantrieb besteht aus einem Synchronmotor mit Getriebe, der mit dem Abstimm-Drehknopf des FTA gekuppelt wird und diesen gleichmäßig durchdreht. Der Frequenzablauf des FTA ist dabei zeit-linear. Der Synchrontrieb wird aus dem Wechselstromnetz gespeist und ergänzt die Kombination Tonfrequenz-Analysator FTA und Gleichspannungsschreiber ZSG zu einer automatisch registrierenden Analysieranlage. Er wird gemäß folgender Aufstellung in zwei Ausführungen geliefert.



Bestellnummer des Synchronantriebes	Betriebsspannung	Drehzahl der Antriebsachse	Analysierdauer über 20 kHz	Diagrammlänge bei ZSG	geeignet für
▶ BN 483024/50	220 V / 50 Hz	5,75 U/min	600 s	20 cm	B = 6 Hz lin. + log.
▶ BN 483024/60	115 V / 60 Hz	5,75 U/min	600 s	20 cm	B = 6 Hz lin. + log.

Das im Synchronantrieb enthaltene Getriebe BN 483024/4 ist auswechselbar. Folgende Getriebe sind einzeln erhältlich:

Bestellnummer des Getriebes	Betriebsspannung	Drehzahl der Antriebsachse	Analysierdauer über 20 kHz	Diagrammlänge bei ZSG	geeignet für
▶ BN 483024/1	—	10,35 U/h	333 min	—	Spezialzwecke
▶ BN 483024/2	—	51,75 U/h	67 min	—	Spezialzwecke
▶ BN 483024/3	—	103,5 U/h	33 min	—	Spezialzwecke
▶ BN 483024/4	—	5,7 U/min	600 s	20 cm	B = 6 Hz lin. + log.
▶ BN 483024/5	—	43 U/min	80 s	40 cm	B = 200 Hz lin. + log.
▶ BN 483024/6	—	17,2 U/min	200 s	20 cm	B = 200 Hz lin. + log.

**Gleichspannungsschreiber Enograph-G Type ZSG BN 18531 bzw. BN 18531/60**

5 Meßbereiche mit 3...300 V Vollausschlag, 10 Papiervorschubgeschwindigkeiten. Siehe besonderes Datenblatt.

**Zusatzgeräte für akustische Messungen**



**Anpassungsübertrager** zum Tonfrequenz-Analysator FTA

Der Anpassungsübertrager ist zur Anpassung von dynamischen Meßmikrofonen an den FTA bestimmt. ▶ Bestellnummer BN 483022

- Eingang . . . . . kleine 3polige Tuchel-Dose
- Spannungsübersetzung . . . . . 1:15
- Anpassung . . . . . primär: 200 Ω  
sekundär: unsymm. auf dem Eingang des FTA
- Frequenzgang der übertragenen Spannung bei 200 Ω Quellwiderstand und Belastung mit dem Eingang des Tonfrequenz-Analysators . . . ±3% bezogen auf 1 kHz

**Kondensatormikrofon**

Frequenzumfang . . . . .	20 Hz...12 kHz
Frequenzgang der Ausgangsspannung . . . . .	höchstens $\pm 2$ db
Meßumfang . . . . .	30...125 db über $2 \cdot 10^{-4}$ $\mu$ bar
Übertragungsmaß . . . . .	etwa 1,6 mV/ $\mu$ bar

► Bestellnummer BN 4502-40

**Körperschallmikrofon Type EBVB  
und Anschlußglied Type EBVA**

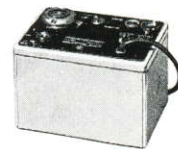
Frequenzumfang . . . . .	10 Hz...15 kHz
Frequenzgang der Ausgangsspannung . . . . .	höchstens $\pm 1,5$ db von 10 Hz...10 kHz höchstens $\pm 3$ db über 10 kHz
Meßumfang . . . . .	$1 \cdot 10^{-2}$ bis $1 \cdot 10^3$ $\text{ms}^{-2}$
Übertragungsmaß . . . . .	etwa $1,5 \cdot 10^{-3}$ $\text{Vm}^{-1}\text{s}^2$

► Bestellnummer BN 452111

► Bestellnummer BN 452121

**Mikrofon-Netzanschlußgerät für FTA**

Das Mikrofon-Netzanschlußgerät ermöglicht den Anschluß der Kondensatormikrofone BN 4502-40 (Normalausführung) bzw. BN 4502-40/40 (Hochdruckausführung) und des Körperschallmikrofons Type EBVB BN 452111 an den Tonfrequenz-Analysator FTA. Es enthält stabilisierte Spannungsversorgung und einen zweistufigen Verstärker. Zwischen Mikrofon und Netzanschlußgerät kann ein Verbindungskabel bis zu 20 m Länge geschaltet werden, ohne daß der Frequenzgang beeinflußt wird.

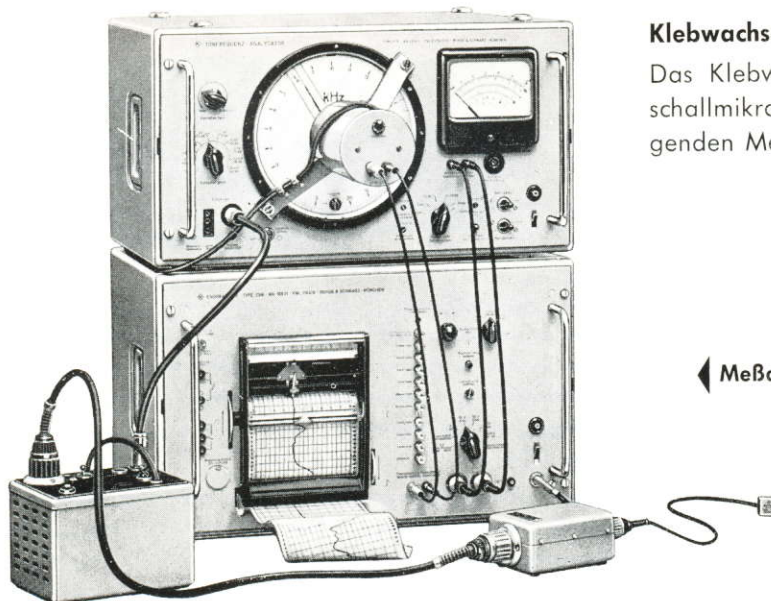


Anschluß für Mikrofonkabel . . . . .	6polige Tuchel-Dose
Verstärkung . . . . .	30...35 db einstellbar
Ausgang . . . . .	unsymmetrisch, $R_i = 1$ k $\Omega$ , mit mindestens 50 k $\Omega$ zu belasten
Ausgangsspannung . . . . .	maximal 30 V (+32 db)
Eigenstörspegel . . . . .	-65 db
Netzanschluß . . . . .	115/125/220/235 V $\pm 10$ %, 47...63 Hz (10 VA)
Röhrenbestückung . . . . .	2 x ECC 82, 1 x EF 804 S, 1 x 85 A 2

**Klebwachs**

► Bestellnummer BN 45211-11

Das Klebwachs dient zur Befestigung des Körperschallmikrofons an dem zu untersuchenden schwingenden Meßobjekt.



◀ Meßaufbau zur Körperschallanalyse

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